

Congreso Nacional

de Recursos Genéticos de la Agrobiodiversidad

por la seguridad y soberanía alimentaria de los pueblos

Memoria 2014

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal
Dirección Nacional de Investigación
Unidad de Recursos Genéticos

Las instituciones involucradas con la publicación de la presente memoria promueven el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda.

Esta publicación está disponible en formato electrónico en los siguientes sitios institucionales:

www.iniaf.gob.bo
www.iica.int

Editor: *INIAF*

Diagramado e Impresión: *Imprenta - Editorial "Tupac Katari"*

Fotografías Portada y Separadores de Sección: *INIAF*

INIAF. 2014. MEMORIA DEL PRIMER CONGRESO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE LA AGROBIODIVERSIDAD. *Por la seguridad y soberanía alimentaria de los pueblos* (MEMORIAS).

La Paz, Bolivia. 364 páginas

21x28 p, *tamaño de hoja cm*

ISBN: *978-99974-43-98-4*

Depósito Legal: *3-1-301-14-PO*

1. Recursos Genéticos 2. *Investigación*

La Paz – Bolivia

2014

Son patrimonio natural las especies nativas de origen animal y vegetal

"El estado protegerá todos los recursos genéticos y microorganismos que se encuentren en los ecosistemas del territorio, así como los conocimientos asociados con su uso y aprovechamiento"

(Capítulo séptimo, art. 381 de la Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia)

"El INIAF, es la instancia encargada de garantizar la conservación y administración in situ o en el lugar de origen y ex situ o fuera del lugar de origen de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad, parientes silvestres y microorganismos de las diferentes eco regiones del país, con la finalidad de evitar la erosión genética y asegurar su disponibilidad como fuente de variabilidad genética y primer eslabón de la producción agropecuaria"

(Capítulo primero art. 13 de la Ley 144. Revolución productiva comunitaria agropecuaria. Bolivia)







ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal

MEMORIAS DEL PRIMER CONGRESO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE LA AGROBIODIVERSIDAD

Por la Seguridad y Soberanía Alimentaria de los Pueblos

La Paz - Bolivia

2014

Evo Morales Ayma
PRESIDENTE DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Nemesia Achacollo Tola
MINISTRA DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

Víctor Hugo Vásquez Mamani
VICEMINISTRO DE DESARROLLO RURAL AGROPECUARIO

Hans Franklin Mercado Ríos
DIRECTOR GENERAL EJECUTIVO - INIAF

Luis Weimar Acosta Arce
DIRECTOR NACIONAL DE INVESTIGACION - INIAF

Teléfonos y Fax 591-2-2441153/2-2441608/2-2113629
www.INIAF.gob.bo - contacto@INIAF.gob.bo

Casilla Postal 4793
Calle Batallón Colorado Nro. 24
Edificio El Cóndor – Piso 16

La Paz – Bolivia

COMITÉ TÉCNICO CIENTÍFICO REVISOR DEL INIAF

Dr. Luis Acosta Arce Ph.D.

Ing. Alvaro Otondo Maldonado M.Sc.

Dra. Carmen Cabrera Montecinos M.Sc.

Ing. Juan José Vicente Rojas M.Sc.

Ing. José Campero Marañon M.Sc.

PROFESIONALES DE LA DIRECCIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN, INIAF

PERSONAL INIAF – DIRECCIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN

Ing. Hans Mercado Ríos
Director General Ejecutivo

Dr. Luis Acosta Arce
Director Nacional de Investigación

Ing. Alvaro Otondo Maldonado
Responsable Unidad de Recursos Genéticos

Dra. Carmen Cabrera Montecinos
Especialista en Recursos Genéticos

Ing. Juan José Vicente Rojas
Profesional en Recursos Genéticos - Biotecnología

Ing. José Campero Marañon
Profesional en Recursos Genéticos – Políticas

Ing. Yuri Zurita
Responsable Unidad de Investigación

Ing. Mirco Peñaranda Morante
Especialista en Investigación

Villam Aguilera Poma
Técnico en Investigación

PERSONAL INIAF – UNIDAD DE RECURSOS GENÉTICOS

Ing. Javier Claure
Encargado Estación Experimental de Toralapa

Ing. Edwin Iquize V
Profesional en Sistematización y Manejo de Datos Recursos Genéticos

Ing. Carolina Alanoca Q.
Profesional en Conservación Ex Situ RRGG granos altoandinos

Ing. Armando Mamani M.
Profesional en Conservación In Situ RRGG granos altoandinos

Ing. Enrique Patzi Q
Profesional en conservación Ex Situ de RRGG Cereales Y Leguminosas

Ing. Roger Rioja B.
Profesional en Conservación In Situ de RRGG Cereales Y Leguminosas

Ing. Ariel Antelo
Técnico en Conservación Ex Situ de RRGG Forestales

Ing. Víctor García
Profesional en Conservación In Situ de RRGG Forestales

Ing. Johnny Portugal
Profesional en Conservación Ex Situ de RRGG Frutales

Ing. Edson Foronda G.
Técnico en Conservación In Situ de Tubérculos y Raíces Andinas

Ing. Rosario Elena Lucero
Técnico en Conservación y Producción In Vitro de RRGG

Ing. Ana María Flores
Profesional en Conservación Ex Situ de RRGG Hortalizas

Ing. Genaro Condori
Profesional en Conservación In Situ de RRGG de Pastos

José Luis Quispe Huanca
Profesional en Conservación In Situ de RRGG Camélidos

Ruth Guzmán Quena
Técnico III en Conservación Ex situ de Recursos Genéticos de Tubérculos y Raíces Andinas

COMITE CIENTÍFICO DEL CONGRESO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE LA AGROBIDIVERSIDAD

Gonzalo Ávila Ph.D.	**(Fundación Simón I. Patiño)**
Nelson Joaquín Ph.D.	**(FV-UAGRM)**
Miguel Crespo MSc.	**(PROBIOMA)**
Luis Acosta Ph.D.	**(Director Nacional de Investigación del INIAF)**
Juan Risi Ph.D.	**(Representante del IICA en Bolivia)**

PRESENTACIÓN

A nivel mundial Bolivia está catalogada como uno de los países mega diversos del planeta, centro de origen de un gran número de especies de animales y vegetales silvestres y cultivadas; pero ante todo concentra a hombres y mujeres que desde el pasado remoto intuyeron que la conservación de los recursos genéticos en sus comunidades era la vía para la construcción de un Estado Plurinacional solidario con las necesidades de otros pueblos y naciones. Bajo esta filosofía, el Estado Plurinacional de Bolivia ha delegado al Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal –INIAF la conservación y administración *in situ* o en el lugar de origen y *ex situ* o fuera del lugar de origen de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad, parientes silvestres y microorganismos de las diferentes ecoregiones del país, con la finalidad de evitar la erosión genética y asegurar su disponibilidad como fuente de variabilidad genética (Ley 144), asimismo el D.S. 29611 de creación de INIAF en su Artículo 5º menciona que una de las funciones del INIAF es administrar el Sistema Nacional de Recursos Genéticos agrícolas, pecuarios, acuícolas y forestales, bancos de germoplasma y centros de investigación. En este sentido es que el INIAF en su rol articulador a través de la Dirección Nacional de Investigación y la Unidad de Recursos Genéticos ha liderado y encarado junto a sus aliados estratégicos la organización del "I CONGRESO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE LA AGROBIODIVERSIDAD". Fruto del trabajo coordinado de los actores del Sistema Nacional de Recursos Genéticos, es que ahora tenemos el agrado de presentar las Memorias del Congreso, en un esfuerzo por fortalecer el Sistema, incluir a otros actores y difundir la investigación científica ligada a la conservación, manejo y uso sostenible de los Recursos Genéticos. La calidad y cantidad de trabajos de investigación que hoy presentamos es una muestra de la capacidad de investigación tanto del INIAF como de los Aliados del Sistema Nacional de Recursos Genéticos y Centros de Investigación Nacionales; pero, ante todo es una muestra del potencial que tiene el país para adaptarse al cambio climático. Estamos seguros que los documentos plasmados en esta Memoria serán de utilidad para futuras investigaciones, fortalecerán el vínculo de la Red de Bancos de Recursos Genéticos y la Red de Centros de Agrobiodiversidad (conservación *in situ*) de comunidades, unidades productivas y agricultores custodios de la Agrobiodiversidad que existen en el territorio nacional y contribuirán hacia los objetivos de una Bolivia con Seguridad y con Soberanía Alimentaria.

Ing. Hans Mercado Ríos
Director General Ejecutivo
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal-INIAF

De la Edición

La Memoria del "I CONGRESO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE LA AGROBIODIVERSIDAD" ha procurado mantener un estilo homogéneo en su formato para todos los documentos presentados, siendo de exclusiva responsabilidad el contenido por parte de los autores. No se ha mantenido una rigidez estricta tratando de dar cabida a todos los trabajos siempre y cuando se enmarquen en la temática relacionada al Congreso.

Agradecimientos:

Al Comité Científico del "I CONGRESO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE LA AGROBIODIVERSIDAD" conformado por; Gonzalo Ávila Ph.D. (Fundación Simón I. Patiño), Nelson Joaquín Ph.D. (FV-UAGRM), Miguel Crespo MSc (PROBIOMA), Luis Acosta Ph.D (Director Nacional de Investigación del INIAF) y Juan Risi Ph.D. (Representante del IICA en Bolivia).

CONTENIDO

NOTA DEL EDITOR iii
PRESENTACIÓN ..... **x**
CONTENIDO ..... **xi**
RECURSOS FITOGENÉTICOS

"COSECHA DE PAPA COLECCIÓN CARIQUINA CON CONSERVADORES DE LA AGROBIODIVERSIDAD DE LA PAZ EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TORALAPA"
Edwin Iquize, Carol Rocabado, Edson Foronda, Victor Guzmán, Victor García, Ariel Antelo, Lisett Vaca, Rosario Lucero, Enrique Patzi y Zulma Canllavi. 1

"DIVERSIDAD MORFOLÓGICA Y FENOLÓGICA DE ECOTIPOS DE *Chenopodium quinoa* Willd. CONSERVADAS EN LA COMUNIDAD IRPANI, ALTIPLANO SUR"
Carolina Alanoca Quispe 6

"DINÁMICA EN SISTEMAS TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CULTIVOS ANDINOS EN MICROCENTRO DE AGROBIODIVERSIDAD TITIJONI, MUNICIPIO DESAGUADERO"
Armando Mamani, Víctor Cori Mamani 12

"AVANCES EN EL ESTUDIO MORFOLÓGICO DEL GÉNERO *Parastrephia* EN LA ECOREGIÓN DEL ALTIPLANO DE BOLIVIA"
Genaro Condori Choque 19

"DETERMINACIÓN DE UN MEDIO DE CULTIVO *IN VITRO* PARA ACCESIONES DE *Capsicum baccatum* CON BAJO PORCENTAJE DE GERMINACIÓN"
Rosario Lucero, Ana María Flores, Edwin Iquize 26

"ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DEL TOMATE SILVESTRE (*Solanum* spp.) BOLIVIANO CON MICROSATELITES"
Silene Veramendi, Ximena Cadima, Fernando Patiño, Andrea Torrico 33

"AVANCES EN LA CARACTERIZACIÓN VARIETAL DE CINCO ECOTIPOS DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.), MONTEAGUDO, CHUQUISACA"
Sergio D. Padilla T., Heriberto Reynoso M. 39

"CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA PRELIMINAR DE GERMOPLASMA DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ, BOLIVIA"
Víctor Hugo Vaca y Tito Anzoátegui 43

"CONSERVACIÓN *IN SITU* DE LA AGROBIODIVERSIDAD: LA EXPERIENCIA DE PROINPA EN COMUNIDADES CIRCUNLACUSTRES AL LAGO TITICACA"
Wilfredo Rojas, Juana Flores y Milton Pinto 48

"CONSERVACIÓN IN SITU Y REVALORIZACIÓN DE LA "PAPA ACHIRA" (*Canna edulis* Ker Gawl), RECURSO GENÉTICO PROMISORIO COMO FUENTE DE ALMIDÓN NATIVO PARA LA SOBERANÍA ALIMENTARIA"

Franz Terrazas, Héctor Lazarte, Víctor Iriarte 55

"CONSERVACION Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS FORRAJEROS DE LA PRADERA NATIVA ANDINA"

Jorge Gonzáles C., Franz Gutierrez, Katia Ramírez M, Ruddy Meneses, Hernan Campos, Susana Arrazola, Magaly Mercado, Jhonny Siles, Noelia Vidal, Ely Ovando 59

"DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN PRELIMINAR DE 28 ACCESIONES DE ISAÑO"

Yapu, W.; Yapu, G; Layme, E.; Choque, F.; Castro, J.; Chapi, L.; Marza, F. 64

"DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE LA COLECCIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* spp.) DEL BANCO DE GERMOPLASMA DEL INIAF-CNPSH y UMSS-FCAPFyV"

Shirley Rojas, Hans Mercado 70

"DIVERSIDAD Y USOS DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra* spp.) SILVESTRE Y CULTIVADO EN EL SUBTRÓPICO DE COLOMI – COCHABAMBA"

Rhimer Gonzales, Franz Terrazas, Ximena Cadima, Fernando Patiño, Silene Veramendi 77

"EL ANÁLISIS PARTICIPATIVO DE CINCO CAMPOS: UNA METODOLOGÍA PRÁCTICA PARA EL MONITOREO DE LA AGROBIODIVERSIDAD"

Milton Pinto, Juana Flores, Ronnie Mamani y Wilfredo Rojas 82

"MANEJO DE LA DIVERSIDAD DE PAPA CONSERVADA *IN SITU* EN EL CENTRO DE AGROBIODIVERSIDAD DEL ALTIPLANO NORTE (COMUNIDAD CARIQUINA GRANDE) DE BOLIVIA"

Eliseo Mamani y Franz Terrazas 88

"EVALUACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE ECOTIPOS DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.) EN PADILLA, BOLIVIA"

Teófilo Ramíres L. 94

"EVALUACION DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DEL GENERO PHASEOLUS"

Teresa Ávila, Matthew W. Blair, Ximena Reyes1 y Pierre Bertin 98

"EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE VIRUS EN 90 ACCESIONES, CUATRO VARIEDADES Y SEIS ESPECIES DE LA COLECCIÓN DE PAPAS DE BOLIVIA"

Carol Rocabado Espinoza y Edwin Iquize Villca 103

"EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO DE ECOTIPOS Y VARIEDADES DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.), EN CONDICIONES DE MANEJO AGROECOLÓGICO"

Iverth Cabrera C. Heriberto Reynoso M. 109

"FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GESTIÓN LOCAL DE LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft*)* EN LOS PRINCIPALES CENTROS DE DIVERSIFICACIÓN DEL CULTIVO EN BOLIVIA"

Rhimer Gonzales, Franz Terrazas, Ximena Cadima 113

"GERMOPLASMA DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DE LA REGIÓN DE ALTO BENI – LA PAZ"

Casto Ma*ldon*ado Fuentes 119

"IDENTIFICACIÓN PLANTAS DE CUPUAZU (*Teobroma grandiflorum* Wild ex Spreng Schum) CON CARACTERISTICAS SOBRESALIENTES EN PRODUCTIVIDAD, RENDIMIENTOS DE PULPA Y SEMILLA EN EL NORTE AMAZONICO DE BOLIVIA

Fortunato Angola, Armelinda Zonta, Abrahan Janco" 124

"AVANCES EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE DOCUMENTACIÓN GRIN-GLOBAL EN EL BANCO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE BOLIVIA"

Alfonso Blanco y Edwin Iquize 129

"INTRODUCCIÓN DE EMBRIONES CIGÓTICOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* W.) CON BAJO PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A *IN VITRO"*

Lisett Vaca Loayza, Edwin Iquize Villca 135

INTRODUCCIÓN DE LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO DEL CIMMYT EN EL ALTIPLANO DE LA PAZ

Quispe, F. y F. Marza 142

"LA AGROBIODIVERSIDAD DEL MANÍ EN CHUQUISACA, SU USO PARA LA OBTENCIÓN DE VARIEDADES"

Cresen*cio Calle* Cruz 147

"LOS AGRICULTORES CUSTODIOS: FORTALECIMIENTO DE LA CONSERVACIÓN *IN SITU* DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN BOLIVIA"

Wilfredo R*ojas, M*ilton Pinto, Juana Flores, Ronnie Mamani y Stefano Padulosi 152

"MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS Y NATURALES"

Marcia Céspedes, Teresa Ávila, Ximena Reyes, Leticia Cardona, Carmiña Montoya, José Baudoin 157

"MIGRACION ASISTIDA DE POBLACIONES AMENAZADAS DE MANI SILVESTRE"

Ximena Cadima, Fernando Patiño, Cresencio Calle, Margoth Atahuachi, David Williams, José Valls 160

"MORFOLOGÍA DE TUBÉRCULOS DE *Solanum tuberosum subsp. andigenum ..... (Juz. & Bukasov) Hawkes* DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE TUBÉRCULOS Y RAÍCES DE BOLIVIA"

Edwin Iquize Villca y Carol Rocabado Espinoza 165

"PROTOCOLO DE ESTABLECIMIENTO *IN VITRO* DE QUINUA *(Chenopodium quinoa* Willd.) CON FINES DE REFRESCAMIENTO"

Rosario Lucero, Carolina Alanoca, Juan José Vicente 170

"RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTALES DE CLIMA TEMPLADO MANEJADOS POR LA FUNDACIÓN PROINPA"

Alberto Centellas, Edwin Maita, Giovanna Plata 175

"SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) EN LA PAZ Y COCHABAMBA"

J*uan José Vicente R. , Franz Terrazas A., Carmen del Castillo G. , Gino Aguirre V.* 179

"SISTEMAS TRADICIONALES DIVERSIFICADOS DE CULTIVO CON FINES DE CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS GENÉTICOS EN EL SUBTRÓPICO DE COLOMI, COCHABAMBA"

Franz Terrazas, Victor Iriarte, Ximena Cadima 184

"USO DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE PAPA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO: LECCIONES Y DESAFÍOS"

Ximena Cadima, Julio Gabriel, Ada Angulo, Noel Ortuño, Ana Panta, René Gómez, Alberto Salas, Carolina Girón 191

"VARIABILIDAD GENÉTICA DE LA COLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE CAÑAHUA (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) DE BOLIVIA"

Milton Pinto y Wilfredo Rojas 197

RECURSOS DE ZOOGENÉTICOS

"CARACTERIZACIÓN DE FIBRA DE ALPACAS HUACAYA CONSERVADAS EN CONDICIÓN *IN SITU* EN LA REGION DE SAJAMA, ORURO – BOLIVIA"

José Luis Quispe 205

"CARACTERIZACIÓN DE LLAMAS T'AMPHULLI CONSERVADAS EN CONDICIÓN *IN SITU* EN LA COMUNIDAD DE QUETENA GRANDE, POTOSÍ – BOLIVIA"

José Luis Quispe 210

"CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y TONALIDADES DE COLOR EN LA FIBRA DE TIPOS DE LLAMA (*Lama glama*) DE LAS CONSERVACIONES *IN SITU* DEL BANCAMEL"

Vladi*mir Saavedr*a, Luis Gutiérrez 216

"DILUYENTES PARA LA CRIO CONSERVACIÓN DE SEMEN DE OVINOS (*Ovis aries*) DE LAS RAZAS CORRIEDALE Y EAST FRIESLAND EN EL CEAC"

Reyna *Condori M*amani, Zenobio Villca, Jhonny Mollo, Edwin Iquize 222

"DIVERSIDAD GENETICA Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *Vicugna Vicugna Mensalis* EN BOLIVIA"

Ana María Callisaya Ramos 227

"DIVERSIDAD GENÉTICA Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ALPACAS EN ULLA ULLA Y CATACORA, BOLIVIA"

Joely Echalar, Volga Iñiguez, Julia Barreta, Ana Callisaya, Fernando Romero 232

"ESTUDIO PRELIMINAR DE LAS BASES GENÉTICAS DEL TIPO Y COLORACIÓN DE PELO EN CUYES NATIVOS BOLIVIANOS DEL CENTRO MEJOCUY"

Claudia Rivas V. 238

"TIEMPO DE GESTACIÓN EN TIPOS DE LLAMA (*Lama glama*) Y ALPACA (*Vicugna pacos*) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGROPECUARIO CONDORIRI"

Gutiérrez R. Luis, Saavedra T. Vladimir 243

"VALORACIÓN Y CONSERVACIÓN DE UNA RESERVA GENÉTICA LOCAL Y ORIGINAL DE CUYES"

Elizabeth Rico Numbela 257

"LA GANADERÍA DEL BENI Y LA CALIDAD DE LOS PASTOS NATIVOS Vs. LOS PASTOS INTRODUCIDOS"

Carlos Montaño 252

"ANÁLISIS DEL ADN MITOCONDRIAL EN POBLACIONES DE LLAMAS, ALPACAS Y VICUÑAS: UNA CONTRIBUCIÓN A LA FILOGENIA DE LOS CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS"

Julia Barreta; Beatriz Gutiérrez-Gil; Volga Iñiguez; Vladimir Saavedra; Roberto Chiri; E. Latorre, Juan. J. Arranz. 257

RECURSOS DE MICROORGANISMOS

"EXPLORACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD MICROBIANA EN AMBIENTES SALINOS DE BOLIVIA Y SUS POTENCIALES APLICACIONES"

Daniel Guzmán 263

"LA DIVERSIDAD MICROBIANA AGRÍCOLA Y SU POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO INDUSTRIAL EN BOLIVIA"

Noel Ortuño, Mayra Claros, Giovanna Plata, Claudia Gutiérrez 267

SEGURIDAD ALIMENTARIA

"APROVECHAMIENTO DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES EN CHUQUISACA, BOLIVIA"

Winder Felipez y Martha Serrano 275

"CONOCIMIENTO LOCAL DEL PLÁTANO Y SU IMPORTANCIA EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA"

Gerónimo G. Aguirre G. Ibarra 281

"CONTRIBUCIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD A LAS ESTRATEGIAS DE VIDA DE FAMILIAS CAMPESINAS EN EL ALTIPLANO NORTE Y CABECERA DE VALLE DE LA PAZ"

Eliseo Mamani, Rolando Oros, Ximena Cadima 287

"DUPLICACIÓN CROMOSÓMICA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y SEMILLA EN LÍNEAS DE *Bromus catharticus* (CEBADILLA)"

Ruddy Meneses, Katia Ramírez, Karen Melgarejo, Jhonny Siles, Lorena Lazarte, Gino Aguirre 293

"EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE MICORRIZAS EN EL DESARROLLO DE MAJO *(Oenocarpus bataua* C. Martius) EN CONDICIONES DE VIVERO FORESTAL"

Armelinda Zonta, Fortunato Angola, Edson Corrales 299

"EVALUACIÓN DE LA EMERGENCIA DE SEMILLAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd.),* EN LA COMUNIDAD SAUCE MAYU. RAVELO. NORTE POTOSÍ"

Aleida Sandra Romero O. 305

"EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE 12 ACCESIONES DE PAPA NATIVA CON ABONO VERDE DE HOJA DE COCA TRITURADA"

Yapu, W.; Quía, J.;Churata, W.; Mendoza, V.; Casa, R.; Aliaga, X.; Marza, F. 310

"LA TOTORA Y SU ROL EN LOS SISTEMAS DE VIDA DEL CENTRO DE AGROBIODIVERSIDAD CACHILAYA"

Juana Flores, Milton Pinto, Ronnie Mamani, Franz Terrazas y Wilfredo Rojas 317

"LAS FERIAS DE BIODIVERSIDAD Y FESTIVALES DE COMIDAS: HERRAMIENTAS PARA REVALORAR LA DIVERSIDAD LOCAL Y LOS CONOCIMIENTOS TRADICIONALES"

Juana Flores, Milton Pinto, Ronnie Mamani, Vania Alarcón y Wilfredo Rojas 322

"PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO EN EL MUNICIPIO DE MONTEAGUDO, CHUQUISACA"

Heriberto Reynoso M. 327

"PROPAGACIÓN *IN VITRO* DE VARIEDADES LOCALES DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca* L.)"

G. Gerónimo1, G. Aguirre 332

"UTILIZACIÓN DE LA SELECCIÓN MASAL CONVERGENTE-DIVERGENTE EN VARIEDADES NATIVAS DE MAÍZ PRIORIZADAS POR PRODUCTORES"

Tito Claure, D. Saldaño, Elma Rodriguez, Walker Arandia, Ronald Quispe 337

"VALOR NUTRICIONAL DE CINCO ESPECIES DE FRUTALES NATIVOS AMAZÓNICOS"

Agustín Gonzáles, Guiuseppe Torres, Víctor Sotero 341



INIAF
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal

Congreso Nacional

Recursos Fitogenéticos

COSECHA DE PAPA COLECCIÓN CARIQUINA CON CONSERVADORES DE LA AGROBIODIVERSIDAD DE LA PAZ EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TORALAPA

Edwin Iquize, Carol Rocabado, Edson Foronda, Victor Guzman, Victor Garcia, Ariel Antelo, Lisett Vaca, Rosario Lucero, Enrique Patzi y Zulma Canllavi.

Resumen

En la Estación Experimental Toralapa (Tiraque-Cochabamba) dependiente del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF, se organizó la visita de productores conservadores de la agrobiodiversidad de ocho Comunidades de La Paz, con el objetivo de que experimenten y conozcan el manejo de las accesiones de papa del Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces de Bolivia, durante la cosecha de la Colección de Cariquina de La Paz. El 25 de abril del 2013, se cosechó 39 accesiones con la participación de 29 productores patrocinados por la Fundación PROINPA, Samaritans Purse y CARE- Bolivia. La visita se organizó en base a principios de metodologías participativas relacionadas con investigación o desarrollo de tecnologías. La experiencia fue completada con la visualización de otros Bancos de Germoplasma que se tienen en la Estación Experimental Toralapa. Los resultados observados respecto al rendimiento fueron desde 0.086 a 1,614 kg/planta que reflejan variabilidad y los rendimientos mayores a 0.8 kg/ha de algunas accesiones de papa que tienen el potencial para fitomejoramiento o comercialización. Adicionalmente visualizaron el manejo de los Recursos Genéticos *in vitro*, quinua, forestales, cereales y leguminosas. El interés expresado por los productores respecto a la Conservación de Recursos Genéticos *ex situ* radica en la posibilidad de organizar su material genético.

Palabras claves: *Asistencia técnica, rendimiento de papa, productores, conservadores de agrobiodiversidad, conservación ex situ e in situ.*

Introducción

La Estación Experimental de Toralapa dependiente del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF, recibe visitas de productores, estudiantes de secundaria, universitarios y profesionales de Bolivia, con la finalidad de apreciar y conocer los Recursos Genéticos que son conservados.

En función al interés de los visitantes, se visualizan los Recursos Genéticos iniciando el recorrido por el Laboratorio de Biotecnología (cultivo *in vitro*); invernaderos (tubérculos y raíces, y quinua); silo (tubérculos y raíces); bancos de conservación de semilla de granos altoandinos, cereales y leguminosas, forestales y hortalizas; e invernaderos para el secado de semillas. Se da énfasis del origen o procedencia de las accesiones, bondades y aptitudes.

El requerimiento de los Productores Conservadores de Agrobiodiversidad de comunidades de La Paz, vía la Fundación PROINPA, Samaritans Purse y CARE- Bolivia de conocer la colección de Papa del Banco de Germoplasma se organizó con un enfoque diferente, de tal forma que sea útil a los visitantes.

Según Jäckering (1994), en el área académico o educación, menciona si un profesor que utiliza una gran variedad de medios didácticos podrá promover el aprendizaje que tengan predominancia visual, auditiva, táctil, lenguaje, resumen y dialogó, es decir aprender haciendo (Figura 1). Nótese, cada una de ellas posee un nivel de asimilación y/o retención, pero combinadas aumentan el porcentaje de retención en la memoria, por lo cual decir con palabras propias y en especial hacer se obtiene el máximo porcentaje de retención previo a leer, oír y ver.



Figura 1. *Medios de comunicación y tasa de retención en la memoria.*

En trabajos de Investigación Participativa (Bellon, 2002), Desarrollo de Tecnología Participativa (Villavicencio y Chavez, 2000; Bentley, J. 2003), Escuelas de Campo (Pumisacho y Sherwood, 2005) donde incluye el criterio de Aprender-Haciendo además de la metodología de Rendimientos económicos (Bentley, J. 2003) desarrolladas en Bolivia, especialmente en el Trópico de Cochabamba (Colque, et al, 2006) en alguna medida se observó aceptación de los productores dedicados en el rubro de banano.

En ese sentido se organizó la visita con el objetivo que los productores tengan vivencia del manejo de las accesiones de papa del Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces de Bolivia.

Materiales y métodos

La Estación Experimental Toralapa está ubicada en el Departamento de Cochabamba, Provincia Tiraque, Primera Sección, Latitud 17° 28'35.22" S, Longitud 65°39'10.25" O, Altitud 3,536 msnm, a una distancia de 74 km de la ciudad de Cochabamba sobre la carretera antigua a Santa Cruz. La temperatura promedio es de 12.5 °C y con una precipitación pluvial de 552.0 mm/año (SENAMHI, 2014).

El 25 de abril del 2013, en la Estación Experimental se realizó la cosecha de 39 accesiones de papa (*Solanum sp*.) de la Colección de Cariquina de La Paz resguardada y conservada por el Banco de Tubérculos y Raíces. En la cosecha participaron 9 técnicos y 29 productores de ocho Comunidades (Rosapata, Milluni Llaullinca, Caquiaviri, Antoquiras, Cachilaya, Marca Achiri, Pucapaya y Coramata Media) de las Provincias Ingavi, Pacajes, Los Andes y Omasuyus del Departamento de La Paz. Esta visita fue coordinada con las Instituciones de: Fundación PROINPA, Samaritans Purse y CARE- Bolivia. El personal Técnico y de Apoyo del INIAF explicó sobre el manejo y conservación de los Recursos Genéticos de Bolivia.

Posterior a la cosecha, se pesaron la producción de tubérculos de 39 accesiones de papa. Y con estadística descriptiva se generó un reporte que fue compartida en una plenaria. Las interrogantes al procedimiento de cálculo fue resuelto con matemática simple y dinámicas. El tenor fue en base a la combinación de los principios de las metodologías citadas anteriormente. La experiencia fue completada con la visualización de otros Bancos de Germoplasma en la Estación Experimental Toralapa.

Resultados y discusión

Estand de Recursos Genéticos en la Estación Experimental Toralapa

Los productores visitantes manejan y conservan Recursos Genéticos *in situ*, los mismos visualizaron los Recursos Genéticos de Granos Altoandinos, Cereales-Leguminosas, Forestales, Tubérculos y Raíces y Cultivo *In vitro* administrados por el INIAF en la Estación Experimental Toralapa.





Fotografía 1. *Productores conservadores de Agrobiodiversidad de La Paz.*

Cosecha de papa

Se realizó la cosecha de la colección de papa entre productores y el personal de apoyo de INIAF bajo la supervisión de los Técnicos. Se registraron el peso y número de plantas de las accesiones. Así mismo se explicó la importancia sobre la selección de tubérculos representativos de la accesión, considerando forma, color, tamaño y sanidad. Esta selección recae en un número alrededor de 60 tubérculos por accesión. Cada accesión está identificada en el libro de campo y etiquetas de los tubérculos seleccionados, las mismas son organizadas en cajas de plástico y posteriormente en el Silo.





Fotografía 2. *Cosecha y explicación del Sr Victor Guzmán a Productores Conservadores de Agrobiodiversidad de La Paz.*

Presentación de resultados de la cosecha de papa

Se ha reportado en varias experiencias en trabajos de investigación participativa utilizando varias metodologías la omisión de resultados posterior al levantamiento de datos. Y en base a las recomendaciones de dichas experiencias se presentaron los resultados, con énfasis en el registro de datos y el uso de matemática simple (conteo, suma, resta, multiplicación y división) y estos resultados agronómicos expresarlos en dinero. Nótese el lenguaje del valor del dinero es manejada en una mayoría por la población humana y los productores también están insertos. Esta modalidad de presentar los resultados fue apoyada con el uso de dinámicas, por ejemplo el representar el valor menor, promedio y mayor.





Fotografía 3. *Presentación de resultados y dinámica con Productores Conservadores de Agrobiodiversidad de La Paz.*

De los resultados expuestos en el Cuadro 1, se tiene una estadística descriptiva donde refleja la variabilidad del comportamiento del rendimiento (kg/planta), la misma es confirmada por los valores mínimos y máximos.

Cuadro 1. Estadística descriptiva del rendimiento de papa de la Colección Cariquina - La Paz del Banco de Germoplasma de Bolivia, en la Estación Experimental Toralapa, Campaña agrícola 2012-2013.

Estadísticos	Valores
Número de accesiones	39
Promedio (kg/planta)	0.630
Desviación estándar (kg/planta)	0.298
Mínimo (kg/planta)	0.086
Máximo (kg/planta)	1.614

Los rendimientos de las accesiones de papa presentan variación (Figura 1), debido a la expresión fenotípica en el sitio y manejo que recibieron dichas accesiones de papa en la Estación Experimental Toralapa. Por otra parte, estos rendimientos expresados en toneladas/hectárea a una densidad por encima de las 20,000 plantas/ha visualizaría un potencial de estas accesiones, especialmente de las accesiones con un rendimiento por encima o próxima a 0.8 kg/planta.

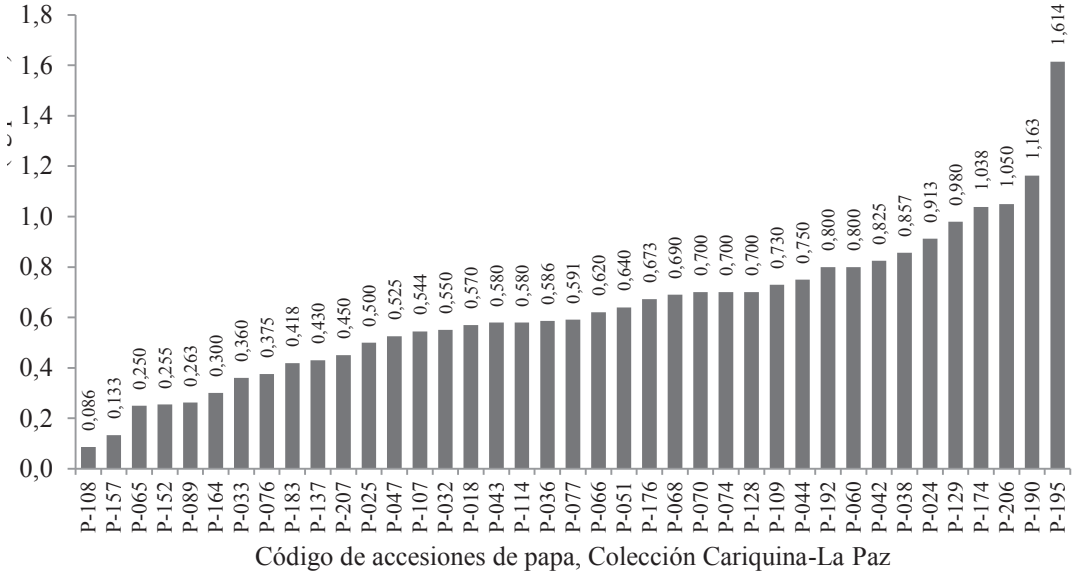


***Figura 2**. Rendimiento de papa de la Colección Cariquina - La Paz del Banco de Germoplasma de Bolivia, en la Estación Experimental Toralapa, Campaña agrícola 2012-2013.*

Otras colecciones

Los productores también observaron las colecciones de maíz (*Zea mays*), tarwi (*Lupinus mutabilis*), haba (*Vicia faba*), quinua (*Chenopodium quinoa*) y el invernadero de producción de semilla prebásica de papa en la Estación Experimental Toralapa.





***Fotografía 4**. Parcela de refrescamiento de tarwi, haba y maíz de altura; e invernadero para producción de semilla con plántulas provenientes de in vitro observadas por Productores Conservadores de Agrobiodiversidad de La Paz.*



***Fotografía 5.** Parcela de refrescamiento de accesiones de quinua observadas por Productores Conservadores de Agrobiodiversidad de La Paz.*

Conclusión

Los productores conocen y experimentaron el manejo de germoplasma de papa, al involucrarse (escuchar, ver y hacer) asimismo cuentan con información sobre la Conservación de Recursos Genéticos *ex situ* con la posibilidad de organizar su material genético en sus colecciones locales y comunales.

Referencias citadas

COLQUE, O; IQUIZE E; FERRUFINO, A. 2006. Efecto de la fertilización nitrogenada y potásica en la producción del banano Musa AAA en la región del Trópico de Cochabamba, Bolivia. XVII Reuniao Internacional ACORBAT. Bananos: Un negocio sustentable del 15 al 20 de octubre de 2006. Joinville-Santa Catarina-Brasil. p 616-623.

JÄCKERING WERNER S/A. Guía geral para docentes. Recomendações didácticas e metodológicas. Centro de Promoção da Administração Pública-Berlin. Fundação Alemã para o Desenvolvimiento Internacional DSE. 1994.

BELLON. M. R. 2002. Métodos de investigación participativa para cualquier tecnología. Manual para científicos que trabajan con agricultores. México, D.F.: CIMMYT.

PUMISACHO, M,; Y SHERWOOD, S. (EDS). 2005. Guía metodológica sobre Escuelas de Campo de Agricultores. CIP-INIAP-World Neighbors. Quito, Ecuador. 185 pp.

SENAMHI. 2014. Sistema de procesamiento de datos meteorológicos SISMET. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. La Paz Bolivia. http://www.senamhi.gob.bo/sismet/index.php

VILLAVICENCIO, R.; Y CHAVEZ, S. 2000, Aplicando desarrollo participativo de tecnologías DPT. Manual para técnicos. Centro IDEAS. Bolivia-Peru. p 166.

BENTLEY, J. 2003. Desarrollo participativo de tecnología en el Trópico de Cochabamba. Proyecto Desarrollo Alternativo CONCADE. Cochabamba Bolivia. p 84.

DIVERSIDAD MORFOLÓGICA Y FENOLÓGICA DE ECOTIPOS DE *Chenopodiumquinoa* Willd. CONSERVADAS EN LA COMUNIDAD IRPANI, ALTIPLANO SUR

Carolina Alanoca Quispe
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)
carol_aqc@hotmail.com

Resumen

En la campaña agrícola 2012 - 2013 en el Centro de Investigación y Producción Comunal (CIPROCOM) de la comunidad de IRPANI, se realizó el estudio de la diversidad morfológica y fenológica de 62 ecotipos de quinua real conservados en la comunidad de Irpani, este material incluye: cultivares locales y nativos. Los ecotipos fueron sembrados en 18 hoyos dispuestos en una superficie de 12 m^2 por ecotipo donde el germoplasma se distribuyó en 7 bloques. Para el registro de variables cualitativas y cuantitativas se consideró la lista de descriptores para quinua y sus parientes silvestres.

De acuerdo a la información generada, se determinó que el material vegetal estudiado presenta una amplia variabilidad genética considerando las características cuantitativas y cualitativas de planta y grano de procedencia de 20 comunidades y uno más (sin comunidad) del Intersalar de Ciposa y Uyuni. En el análisis cluster se identificó seis grupos muy diferenciados de plantas y granos de quinua. El Grupo 1 que contiene 30 ecotipos, el Grupo 2 con 12 ecotipos, el Grupo 3 con 6 ecotipos, el Grupo 4 con 7 ecotipos, el Grupo 5 con 6 ecotipos y el Grupo 6 con 1 ecotipo. De los 62 ecotipos se ha identificado 14 ecotipos de ciclo corto (179 días), los cuales tienden a ser variedades precoces, las misma servirían para adecuar a siembras tardías y cosechas tempranas para zona del Altiplano Sur.

Palabras clave: *Ecotipo, conservación, caracterización, evaluación.*

Introducción

La región andina es uno de los centros con mayor variabilidad de los recursos fitogenéticos que la humanidad puede utilizar para su provecho (Gandarillas, 1979). La quinua es un cultivo de origen andino, reconocida por su alta calidad nutricional de sus granos, para la seguridad y soberanía alimentaria además que presenta amplia adaptabilidad a las diferentes ecoregiones. En el caso particular de Bolivia, al estudiar la variabilidad genética de la colección de germoplasma de quinua, Rojas (2003) ha determinado seis subcentros de diversidad, cuatro de ellos ubicados en el altiplano de La Paz, Oruro y Potosí y que albergan la mayor diversidad genética y dos en los valles interandinos de Cochabamba, Chuquisaca y Potosí.

El cultivo de la quinua está en expansión, siendo sus principales productores Bolivia, Perú, Estados Unidos, Ecuador y Canadá. La quinua se cultiva también en Inglaterra, Suecia, Dinamarca, los Países Bajos, Italia y Francia. Recientemente Francia ha reportado superficies de 200 ha con rendimientos de 1.080 kg/ha y en Kenya se obtuvieron altos rendimientos en semilla (4 t/ha). En la región del Himalaya y en las planicies del Norte de la India el cultivo puede desarrollarse exitosamente y con altos niveles de rendimiento (FAO, 2011).

En Bolivia se conserva más de 3100 accesiones en el Banco de Germoplasma de Granos Andinos, ubicado en la Estación Experimental de Toralapa del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) (Iquize, 2013), la evaluación de variabilidad genética de quinua disponible de las diferentes regiones del país permitió agrupar a las quinuas en cinco grupos mayores según características de adaptación y morfológicas de alta heredabilidad fácilmente detectables y capaces de mantenerse de acuerdo (Rojas 2013). Quinuas: a nivel mar, valles interandinos, altiplano, salares y yungas o cejas de selva.

Para el manejo de bancos germoplasma de semillas, la principal actividad es la caracterización y la evaluación. Ante la falta de disponibilidad de información se determino la diversidad morfológica y fenológica de 62 ecotipos de quinua real (*Chenopodium quinoa* Willd.) del Centro de Investigación y Producción Comunal (CIPROCOM) de la comunidad de Irpani en el Altiplano Sur para conservación en el Banco Nacional de Granos Altoandinos - INIAF.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la comunidad de Irpani del Centro de Investigación y Producción Comunal "MikaTayka" (CIPROCOM), se encuentra localizado a una distancia 17.5 Km. de la población de Salinas de Garci Mendoza en la Provincia Ladislao Cabrera del departamento de Oruro. Geográficamente se encuentra situada a 19º38´ Latitud Sur y 67º 40´ Longitud Oeste a una altura de 3710 msnm.

Germoplasma de estudio

Se utilizó 102 ecotipos de quinua real de la colección de germoplasma de quinua de CIPROCOM de la comunidad de Irpani conformada por 262 ecotipos todas provenientes de 20 comunidades de Bolivia, Altiplano Sur, Departamento de Oruro.

El experimento se estableció con la siembra de los ecotipos en 18 hoyos de 12 m^2 a una distancia entre hoyos de 0.90 m distribución fue al azar, el experimento tuvo una superficie de 65 m de largo por 36 m de ancho, con pasillos de 1 m distribuidos en 7 bloques. Se realizaron las prácticas de manejo en el cultivo, fertilización, control de malezas y la aplicación preventivas de pesticidas orgánicos para disminuir la incidencia de plagas y enfermedades.

Para la evaluación de los descriptores morfológicos cualitativos y cuantitativos se estableció una parcela en franjas donde fueron distribuidos los ecotipos y evaluados los caracteres en 5 plantas elegidas al azar por ecotipos de acuerdo al descriptores de quinua (Bioversity, 2013). Para la evaluación fenológica se registro de acuerdo al número de días transcurridos desde la siembra hasta la madurez fisiológica, tomando en cuenta el porcentaje de plantas dispersas en la parcela.

Análisis estadístico

a) ***Estadística descriptiva***

Para estimar, describir y expresar el comportamiento de los diferentes ecotipos con relación a cada carácter, tales como: promedio, valor mínimo, máximo, desviación estándar y coeficiente de variación para variables cuantitativos. Las variables cualitativas fueron procesadas con distribución de frecuencias (Steel y Torrie, 1992).

b) ***Componentes principales***

La determinación de la variabilidad de las variables, éstas fueron procesadas con el análisis de componentes principales (PCA) para datos mixtos (cualitativos y cuantitativos). Se realizó una transformación monotónica de cada variable, con la restricción de que los lazos se conserven (Kruskal and Shepard, 1974; Young, 1981; Winsberg and Ramsay, 1983; citado por SAS institute Inc, 2013). Generándose una tabla del historial de iteraciones que muestra el máximo y el cambio absoluto medio de las puntuaciones de las variables estandarizadas calculadas sobre las variables transformadas de forma iterativa (Score y Correlaciones), el criterio que se ha optimizado, y el cambio de criterio, las variables analizadas fueron consideradas como ordinales.

c) ***Cluster***

El método se obtuvo mediante la especificación de MÉTODO = COMPLETO. La distancia entre las dos agrupaciones se definió por cualquier medida de distancia o disimilitud entre grupos ():

$$D_{KL} = \max_{i \in C_K} \max_{j \in C_L} d(x_i, x_j)$$

La fórmula combinatoria es

$$D_{JM} = \max(D_{JK}, D_{JL})$$

En vinculación completa, la distancia entre dos grupos es la distancia máxima entre una observación en un clúster y una observación en el otro clúster. Ligamiento completo está fuertemente sesgado hacia la producción de grupos, con aproximadamente el mismo diámetro (Milligan, 1980). La distancia entre conglomerados fue 1.1.

Resultados y Discusión

En función a la respuesta de los ecotipos de quinua se ha obtenido información completa (preliminar) de 62 ecotipos con 30 variables del total (106 ecotipos) sembrados inicialmente y el resto (44 ecotipos) no presento resistencia a factores adversos de sequia y helada. Mencionar que una de las características de sobrevivencia de los ecotipos fue la precocidad (propio del genotipo) durante la fase de floración y formación de grano, responsable para obtener datos y material genético refrescado.

Estadística descriptiva

Los resultados del análisis se presentan en el Cuadro 1, las variables cuantitativas relacionadas con la morfología del follaje (longitud de hoja, ancho de hoja, longitud de peciolo, número de dientes en la lámina, altura de planta, altura de panoja, diámetro de panoja, diámetro del tallo, numero de ramificación) tienen coeficientes de variación desde 14.58 a 32.01 %, esta relación de la desviación estándar respecto al promedio denota a una variación asociada al efecto ambiental y genotípica (Stanfiel, 1987).

En las variables relacionadas al rendimiento se tiene elevada variación, obsérvese los valores mínimos y máximos (Cuadro 1) de 6.18 a 344.76 g de semilla por planta de 62 ecotipos de quinua y el coeficiente de variación de 46.02%. Estos resultados son superiores al reporte de López (2012), obteniendo de 9.6 a 119.8 g de semilla por planta para ecotipos de quinua como mínimo y máximo rendimiento, con un coeficiente de variación de 61.04 %.

Cuadro 1. Estadística descriptiva de 62 ecotipos de quinua de variables cuantitativas

Variable	Cod.	Media	Dev Est	Mínimo	Máximo	CV (%)
Longitud de hoja (cm)	v1LH	6.18	0.9	4.28	9.67	14.58
Ancho de hoja (cm)	v1AH	5.32	0.85	3.78	7.67	16.01
Longitud de peciolo (cm)	v1LPe	3.81	0.91	2.02	6.1	23.74
Numero de dientes en la lamina	v1nDL	13.67	4.38	6.25	28	32.01
Altura de plantas (cm)	v1APL	111.4	16.99	73.5	143	15.25
Altura de panoja (cm)	v1LPa	39.04	8.54	20	58	21.89
Diámetro de panoja (mm)	v1DPa	50.92	13.98	17.67	80.3	27.45
Diámetro del tallo (mm)	v1DTa	17.23	3.99	5.9	27.79	23.13
N° de ramificación	v1NRa	22.43	4.58	11.5	38.8	20.41
Diámetro de grano (mm)	v2DGr	2.32	0.15	2.1	3.25	6.48
Espesor de grano (mm)	v2EGr	1.22	0.1	1.04	1.66	8.44
Peso de 100 semillas	v2P100	0.38	0.05	0.26	0.48	13.75
Peso de 5 plantas (gr.)	v3P5	272.59	203.99	19.6	910.9	74.84
Rendimiento de semilla (g/planta)	v3RSe	64.96	46.02	6.2	182.2	70.84
Peso total (gr.)	v3PT	578.94	515.76	19.6	2079.5	89.09
Rendimiento kg/ha	v3REND	709.59	567.17	30.9	2126	79.93

De acuerdo a las variables fenológicas el registro en cuanto a madurez fisiológica de plantas fue de 179 a 210 días de 62 ecotipos analizados, el coeficiente variación o varianza fue bajo (4.06).

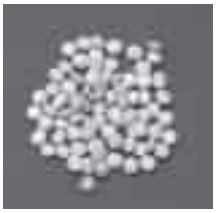
Los ecotipos de ciclo precoces fueron de 14 ecotipos (5, 11, 26, 28, 31, 40, 44, 47, 58, 69, 121, 124, 126, y 165) con 179 días, seguidamente de 47 ecotipos considerado semiprecoces de 191 a 203 días y un ecotipos (227) con ciclo tardío que alcanzaron 210 días hasta la madurez fisiológica. Según Rojas (2013) indica que esta característica es fuertemente dependiente del genotipo y el rango de variación del ciclo vegetativo como también está influenciada a la variabilidad de clima y cambio climático.

En las variables cualitativas se observó variación por la ocurrencia o distribución de frecuencias, así el aspecto de grano posee variación binomial y el color del pericarpio multinomial con 21

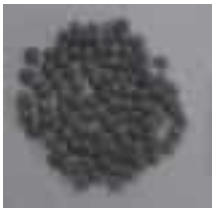
clases de acuerdo a la codificación establecida en la tabla de colores Munsell (1977), del total observado. Donde el 19.35% corresponde al color rosado y posteriormente el 16.13% al color habano y en menor proporción (1.61%) se presentó color café oscuro, amarillo, anaranjado y negro. Gandarillas (1979) indica que uno de los caracteres de la planta que más se ha tomado en cuenta para la clasificación de la quinua es el color del grano.

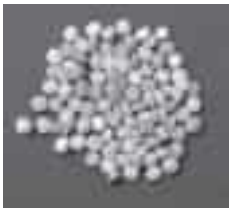
Cuadro 2. Distribución de frecuencia de 62 ecotipos de quinua del color del pericarpio (v2CPe)

Nº	Descripción	Número de ecotipos	Porcentaje
1	Café rojizo (5)	1	1.61
2	Rojo (7)	4	6.45
3	Púrpura pálido (12)	3	4.84
4	Rosado (15)	12	19.35
5	Café oscuro (51)	1	1.61
6	Café (55, 56 y 57)	5	8.06
7	Café amarillento (58)	1	1.61
8	Amarillo Claro (62 y 64)	2	3.22
9	Amarillo dorado (66 y67)	8	12.90
10	Café Claro (71 y 72)	3	4.84
11	Habano (74)	10	16.13
12	Pajizo (76)	2	3.23
13	Amarilla (82)	1	1.61
14	Anaranjado (83)	1	1.61
15	Plomizo (96)	7	11.29
16	Negro (100)	1	1.61


Ecotipo - 103


Ecotipo - 087


Ecotipo - 229


Ecotipo - 126

En la Figura 1 se observan las formas de panoja; amarantiforme cuando los glomérulos se encuentran en forma alargada; glomerulada cuando presentan una forma globosa e intermedio cuando las panojas se encuentran con ambas características glomerulada y amarantiforme.

Nº	Forma de panoja	Porcentaje
1	Glomerulada	16.13
2	Amarantiforme	82.26
3	Intermedia	1.61
	Total	100



Figura 1. *Formas panoja de 62 ecotipos de quinua*

Análisis de componentes principales

La variación explicada de las variables en los cuatro primeros componentes principales (Cuadro 3), en el primer componente se puede destacar ancho de hoja, número de dientes en la lámina, peso de 5 plantas, rendimiento de semilla (g/planta), peso total, rendimiento (kg/ha); en el componente principal 2 las variables con mayor variación explicada son altura de planta, longitud de panoja, diámetro de panoja y diámetro del tallo. En el componente principal 3 la longitud de peciolo y peso de 100 semillas. Y en el componente principal 4 están las variables color de pericarpio. Otras variables con menor variación explicada en los componentes principales, por lo cual puede definirse como variables de menor relevancia

Cuadro 3. Variación explicada de 30 variables en los cuatro primeros componentes

Variable		Prin1	Prin2	Prin3	Prin4	Total
Largo de hoja (cm)	v1LH	39.61	12.51	0.21	0.29	52.62
Ancho de hoja (cm)	v1AH	47.00	8.34	0.23	0.22	55.79
Longitud de peciolo (cm)	v1LPe	5.65	11.30	72.14	0.01	89.11
Número de dientes en la lamina	v1nDL	61.02	0.41	2.55	5.39	69.38
Altura de plantas (cm)	v1APL	10.66	51.47	5.61	19.47	87.20
Longitud de panoja (cm)	v1LPa	1.66	50.85	7.75	12.16	72.41
Diámetro de panoja (mm)	v1DPa	5.45	43.42	10.49	3.62	62.98
Diámetro del tallo (mm)	v1DTa	10.47	49.41	1.08	4.19	65.15
N° de ramificación	v1NRa	7.38	10.79	9.94	0.38	28.49
Diámetro de grano (mm)	v2DGr	6.99	7.10	8.63	10.17	32.89
Espesor de grano (mm)	v2EGr	5.19	2.83	15.88	0.06	23.97
Peso de 100 semillas	v2P100	4.18	10.56	73.07	0.00	87.80
Peso de 5 plantas (g)	v3P5	76.29	16.23	0.03	0.09	92.64
Rendimiento de semilla (g/planta)	v3RSe	69.51	22.07	0.00	0.81	92.39
Peso total (g)	v3PT	77.69	15.39	0.00	0.02	93.09
Rendimiento kg/ha	v3REND	56.84	22.39	0.17	3.14	82.53
Días a la madurez fisiológica	v4MADF	43.13	0.27	2.38	2.80	48.57

Dendrograma de 62 ecotipos de quinua real

Las variables cuantitativas de los ecotipos de quinua fueron promediadas por grupo o cluster, (Figura 2). Con respecto a las variables relacionadas con características morfológicas el grupos 6 presenta mayor tamaño de longitud y ancho de hoja, número de dientes en lamina, altura de planta, diámetro de tallo y numero de ramas con relación al grupo 1 que presentaron valores menores los otros grupos presentan características intermedias al grupo 3 y 6 respectivamente. Respecto al rendimiento (kg/ha) se tiene al grupo 6 con mayor valor, luego le continua el grupo 3, 4, 5, 2 y 1; respecto al rendimiento (g/planta) sobresale al grupo 6, seguida por el grupo 4, 3, 2, 5 y 1. Sobre los días a la madurez fisiológica el grupo 1 es tardío y el más precoz el grupo 3, nótese que existe una diferencia de 10 días.

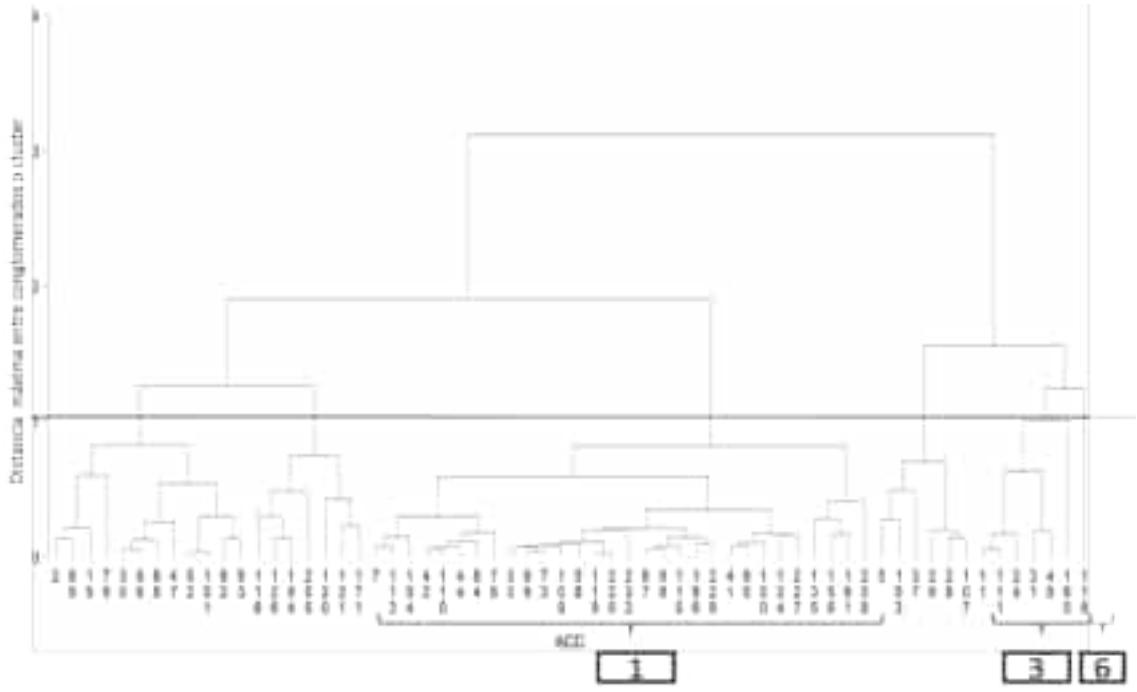


Figura 2. *Dendrograma de 62 ecotipos de quinua real*

Conclusiones

La variación morfológica arquitectura de planta de los ecotipos de quinua de caracteres cuantitativos tienen coeficientes de variación desde 14.58 a 89.09 %.

A través de la técnica jerarquica de cluster se ha determinado en 6 grupos de 62 ecotipos de quinua. El grupo 6 (un ecotipo) tiene mayor largo de hoja, ancho de hoja, longitud del peciolo, número de dientes en la lámina, altura de planta, diámetro de tallo, número de ramificaciones, y espesor del grano.

El grupo 3 (6 ecotipos) son cortas en cuanto al largo de hoja, angostas en la anchura de la hoja, peciolos cortos y menor número de dientes en la lámina de la hoja; en cuanto a la altura de planta, altura de panoja y diámetro de panoja son intermedias; los otros grupos presentan características intermedias al grupo 3 y 6 respectivamente.

De los 62 ecotipos que sobrevivieron a las condiciones climáticas adversas, se ha identificado 14 ecotipos (5, 11, 26, 28, 31, 40, 44, 47, 58, 69, 121, 124, 126, y 165) de ciclo corto (179 días), estos tienden a ser variedades precoces, las misma servirían para adecuar la siembras tardíos y cosechas tempranas para zona del Altiplano Sur.

Referencias citadas

Bioversity International, FAO, PROINPA, INIAF, FIDA (2013) Descriptores para quinua (Chenopodium quinoa Willd.) y sus parientes silvestres. Bioversity International, Roma, Italia; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. Fundación PROINPA, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. La Paz, Bolivia. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola. Roma, Italia. ISBN: 978-92-9043-927-1.

FAO (2011) La quinua: Cultivo Milenario para Contribuir a la Seguridad Alimentaria Mundial. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 58 p.

Gandarillas H (1979) Botánica. En: Cultivos andinos, la quinua y la kañiwa. IICA/IICA, Tapia, M. ed. Bogotá, Colombia pp. 20 - 33.

Iquize E, Alanoca C (2013) Catalogo de 274 accesiones del Banco de Germoplasma de Quinua de Bolivia. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Unidad de Recursos Genéticos. La Paz, Bolivia. 325 p.

López A (2013) Caracterización Agronómica y Calidad de Semilla de Diez Ecotipos de Quinua Real (Chenopodium quinoa Willd.) de Importancia Comercial en el Intersalara, Municipio de Salinas de Garci Mendoza. Tesis de Grado. Universidad Técnica de Oruro, Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias. Bolivia, Oruro pp. 58.

Munsell Color (1977) Munsell Color Charts for Plant Tissues, 2nd edition, revised. Munsell Color, Macbeth Division of Kollmorgen Corporation, 2441 North Calvert Street, Baltimore, MD 21218, EE.UU.

PROINPA (2003) Catalogo: Quinua Real. La Paz, Bolivia. Impresiones Poligraf. 51 p.

Rojas W. (2003) Multivariate analysis of genetic diversity of Bolivian quinoa germplasm. Food Reviews International. Vol. 19 (1-2), 9-23.

Stanfiel W (1987) Genética. Trad. Por Patricia Ramos. Mexico (D.F) Mc GRAW-HILL. 551 p.

DINÁMICA EN SISTEMAS TRADICIONALES DE PRODUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE CULTIVOS ANDINOS EN EL MICROCENTRO DE AGROBIODIVERSIDAD TITIJONI, MUNICIPIO DESAGUADERO

Armando Mamani[1], Víctor Cori Mamani[2]
[1]Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)
armandomamani.amm@gmail.com

Resumen

En actualidad la dinámica de sistemas tradicionales de producción está muy relacionada con la conservación de cultivos andinos en condiciones de *in situ*, distribuido en dos tipos*, aynuqas y sayañas*, estos sistemas tienen su propia particularidad. La dinámica en sistemas de tradicionales de producción en a*ynuqas* se caracterizan por ser tierras comunales donde la rotación del cultivo funciona casi con perfección y alberga una gran diversidad de cultivos, el sistema de producción *sayañas* es otro de los sistemas tradicionales de producción, se caracteriza por estar muy próximo a las viviendas, son predios donde se cultiva una amplia diversidad de especies entre nativas e introducidas, en estas dos sistemas de producción se encontraron 12 especies cultivadas que los agricultores manejan como parte del sistema de producción tradicional.

Palabras clave: *Dinámica, Sayañas, Aynuqas, Sistemas de producción y Conservación.*

Introducción

Bolivia es uno de los países considerados como genocentros más importantes del mundo, que tiene una gran biodiversidad genética, concentrada en zonas geográficas denominadas microcentros de biodiversidad y como parte de la región geotrópica rica en diversidad florística; sin embargo, no se cuenta con un inventario completo de la misma. Esta biodiversidad como el resultado de la evolución ocurrida hace millones de años, engloba la variabilidad de los organismos vivos, comprendiendo la diversidad de ecosistemas, especies, poblaciones y genes, con valor económico, cultural y calidad actual o potencial para la producción de alimentos, fibras, medicinas, tinturas y muchos otros (INIAF, 2010). Antes de la colonia por los años 1700, una persona normalmente tenía una longevidad de vida mayor a 100 años, debido a su alimentación de los productos naturales y nativos, asimismo eran resistentes a factores climáticos adversos; existía una biodiversidad con capacidad de resistir a plagas, enfermedades, heladas, sequías y otros; el control biológico se encontraban en equilibrio. La población humana en el mundo era reducida. Las principales causas para la erosión de la biodiversidad genética de cultivos andinos son: la inclusión de especies exóticas, la sobre explotación del suelo, manejo no adecuado, sobre pastoreo, cambio climático, uso indiscriminado de los productos agroquímicos y la posterior migración de gente joven del campo a la ciudad hacia los principales ciudades y fuera del país.

La comunidad Titijoni atraviesa todos estos problemas y características de una comunidad campesina, el mismo que acoge a variedades locales de diferentes formas, colores, tamaños y cualidades en 12 cultivos andinos, considerado como una riqueza importante; por tal efecto, en el año 2006 fue declarado por el Prefecto del Departamento de La Paz Dr. José Luis Paredes como: "Microcentro biocultural de Titijoni", junto a otras comunidades que se encuentran alrededor del lago Titicaca. En la zona de estudio no existen aún estrategias que fortalezcan el manejo y dinámica de conservación de cultivos andinos (germoplasma nativa) (*in situ* y *cum situ)*, socialmente y económicamente sostenible; es por eso que se hace tan necesario conocer, sistematizar y documentar los sucesos que ocurren cada gestión agrícola. Además no se conoce, con exactitud los conocimientos y saberes ancestrales, holísticas y etnobotánicos que

prevalecen en los agricultores de la región, el mismo que se debe comprender a fondo para realizar las proyecciones acertadas para la buena ejecución del propósito de conservación. En el ámbito actual, la humanidad está siendo sometida a la alimentación exótica (galletas, dulces, golosinas, productos con contenido de conservantes, fideo, pollo y otros), debiéndose a la carencia de conocimientos del valor nutritivo que tienen los cultivos de las alturas; por tanto es también de mucha importancia mantener la agrobiodiversidad, ya que forma parte de la seguridad y soberanía alimentaria de los pueblos. El objetivo del presente trabajo tuvo el objetivo de describir la dinámica de sistemas tradicionales de producción y la conservación de los cultivos andinos en microcentro de agrobiodiversidad Titijoni, municipio de Desaguadero.

Materiales y métodos

Ubicación geográfica

El área de estudio se localiza en el microcentro de biodiversidad Titijoni, que pertenece a la zona "A", cuarta sección del municipio de Desaguadero, provincia Ingavi del departamento de La Paz (PROINPA 2005), geográficamente situada a 16º34`02`` latitud sur, 69º03`34`` longitud oeste. Se encuentra a una altitud 3848 msnm y a una distancia de 107 km de La Paz sobre la carretera La Paz – Desaguadero. El microcentro contiene una población de origen aymará, la misma que advierte los idiomas "aymará como nativo" y castellano. La comunidad tiene una población de 242 habitantes.

Al inicio del trabajo se realizaron reuniones con autoridades originarias de la comunidad sobre la dinámica de sistemas tradicionales de producción y conservación de germoplasma "*in situ"* y con familias conservacionistas del microcentro Titijoni, con el fin de hacer conocer los objetivos del trabajo de investigación y coordinar acciones de trabajo conjunto. Para esta investigación se trabajó con a 12 familias, que representan a la población general como indica Spiegel (1990), que viven en la comunidad Titijoni, identificados como un foco de trabajo en la conservación de la biodiversidad, el mismo que representa el 19% en relación a las familias que se constituyen en la comunidad. Entrevistas informales; para recabar datos, se realizaron entrevistas de manera indirecta Esta técnica se aplicó en sus predios familiares, reuniones comunales y en parcelas de cultivos de los productores.

Se aplicaron dos formas de encuestas combinadas para recabar datos: encuestas con preguntas abiertas con los que se obtuvo información detallada, profundizada y cualitativa (actividades agrícolas, identificación de variedades por cultivo, roles y responsabilidades, formas de usos, lugar de mercadeo, manejo del cultivo y sistemas de producción tradicional) y encuestas con preguntas cerradas con las que se obtuvo información exacta y cuantitativa (número de variedades por cultivo, rendimiento por cultivo, superficie por cultivo, cantidad de oferta y demanda, cantidad de tiempo por persona, cantidad de insumo utilizados por cultivo, otros).

Se realizó el acompañamiento a cada componente de las familias muestra, en actividades de manejo, uso, ritualidades y festividades relacionados a los cultivos andinos, con enfoque de género y por grupo etario. Para cumplir con esta técnica se convivió en sus nichos prediales con cada uno de ellos, sin utilizar registros; por lo general se tomaran notas progresivamente después de las visitas.

Sistematización de datos Para organizar los resultados se ordenó de acuerdo a la posición de objetivos y grado de importancia entre los mismos. Para expresar los resultados, variaciones, dependencias e interrelaciones de cada y entre variables, se utilizó los parámetros de la estadística para los resultados cuantitativos (promedio o aritmética) y análisis descriptivo de frecuencias para resultados cualitativos.

Una vez recabada toda la información, se validó el trabajo con los productores, autoridades locales, y con el personal profesional implicado en el tema de investigación, en un taller final, después de la elaboración de un documento preliminar. Se analizaron los resultados obtenidos de la investigación, con el uso de las herramientas estadísticas, como Excel y SSPS V 11.5

Resultados y discusión

Dinámica de cultivos andinos

Los agricultores, en el ciclo agrícola 2009-2010, cultivaron 12 especies vegetales en total. Siendo la

papa (*Solanum tuberosum* sp.) la primera especie cultivada en 100% de los agricultores y además la especie con amplia diversidad y variabilidad genética con distintas formas de tubérculos: redondas, aplastadas, alargadas, ovoides o curveadas; varían la tonalidad de color en flores y hojas; la precocidad, contenido de proteínas, adaptación a suelos, precipitación, tolerancia a plagas y enfermedades. Como segunda especie en importancia por su mayor número de variedades locales esta la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), las demás especies como oca (*Oxalis tuberosa* Mol.), isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón), papalisa (*Ullucus tuberosus* Caldas), cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen), tarwi *(Lupinus mutabilis* Sweet*.),* haba (*Vicia faba* L.), arveja (*Pisum sativum* L.), maíz (*Zea mays* L.), cebada (*Hordeum vulgare* L.) y avena (*Avena sativa* L.) tienen poco número de variedades locales, como se muestra en la figura 1.

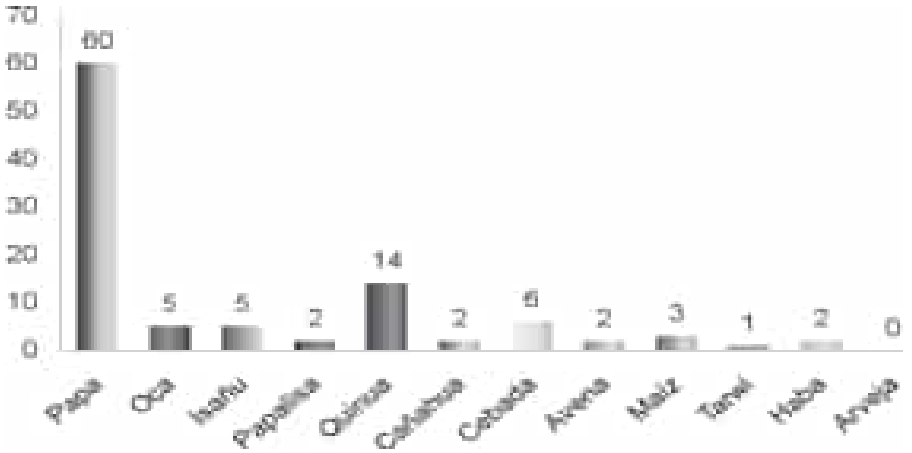


Figura 1. *Especies cultivadas y número de variedades locales, en el microcentro Titijoni, durante el ciclo agrícola 2009/10*

En la figura 1, se aprecia que en el cultivo de la papa se encontró 60 variedades locales cultivadas en el microcentro, le sigue la quinua con 14 variedades locales y cebada con 6 variedades locales, sin embargo las restantes 9 especies tienen una diversidad pequeña menor o igual a 5 variedades locales en relacion a las anteriores especies.

En la figura 2, se muestra los siguientes resultados: el total de número de variedades locales es 102, en las 12 especies encontradas en el microcentro de agrobiodiversidad Titijoni, de los cuales el 59% de las variedades locales pertenecen al cultivo de papa.



Figura 2. *Porcentaje de variedades locales por especie cultivada en el microcentro de agrobiodiversidad Titijoni, durante el ciclo agricola 2009/2010*

Existe mayor cantidad de variedades locales de papa porque son aptas a la zona, al ser primer cultivo en rotación recibe el abonamiento en la siembra el cual es depositado en el suelo removido donde infiltra con facilidad el agua; la quinua muestra rendimientos positivos porque es tolerante a la bajas precipitaciones; los cereales y las leguminosas del microcentro Titijoni requieren de mayor cantidad de agua para su crecimiento y desarrollo y la arveja no se cultivó en el ciclo agricola 2009/2010.

Distribucion de tierras cultivables en el microcentro de Titijoni

La distribucion de tierras cultivables en el microcentro de Titijoni esta de acuerdo a la disponibilidad de terreno que posee cada familia, o al número de descendientes que tenga una persona.



Figura 3. *Distribución de terreno cultivable en la comunidad*

Como se observa en la figura 3, la mayor cantidad de tierras cultivables se encuentran en el sistema tradicional de producción de *aynuqas* estas se caracterizar por ser tierras donde se encuentran cultivos con poca diversidad o predominancia cultivo principal y una cuarta parte en sistemas de *sayañas* que albergan una variedad de cultivos en diferentes especies desde nativos hasta introducidas. Como se observa en la siguiente figura el sistema de *ayñuqa* en el mencionado microcentro presenta seis sub sistemas de producción,

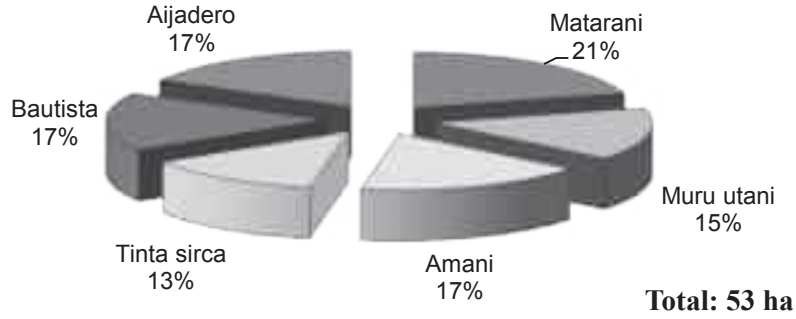


Figura 4. *Distribución porcentual de subsistemas del aynuqa según tamaño*

Así también para los cultivos al interior del subsistema *Aijadero* se tiene cronograma con respecto a la rotación de cultivos es el tipo de siembra presenta una asociación ó mezcla de cultivos entre granos y tubérculos. La rotación de cultivos se efectúa al interior de las

Dinámica de rotación de cultivos

Los agricultores del microcentro de estudio, practican rotación de cultivos en los subsistemas, al interior del sistema de producción *aynuqa* (figura 5), cada 4 años consecutivos, luego entra en descanso por dos años, en donde el suelo se restablece de manera espontánea; el manejo es para control de plagas yenfermedades, por otro lado mitigar la pérdida de la fertilidad del suelo debido por la actividad agrícola.

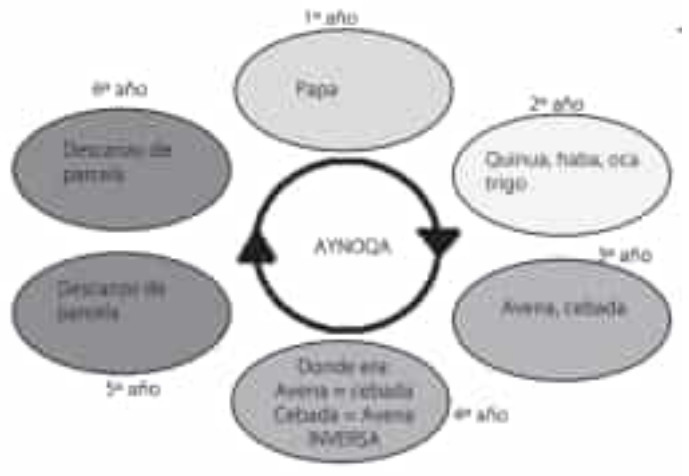


Figura 5. *Cronograma de rotación de cultivos en tiempo y espacio*

Por otro lado también se rescató del microcentro de estudio, que los agricultores prevalecen los conocimientos ancestrales, como los buenas prácticas de la agricultura, llamados así a las acciones controladas a favor de garantizar la producción de cultivos. Para el manejo tradicional de los cultivos andinos, esos saberes son calificados de mucha importancia por los agricultores conservacionistas.

Dinámica de los cultivos de tipo tubérculos

Mediante la sistematización de la información de cinco ciclos agrícolas se logró identificar al cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* sp.) como la especie en proceso de incremento en el número de variedades locales sembradas año tras año. Sin embargo los tubérculos menores muestran hasta el ciclo agrícola 2009/2010 una disminución en número de variedades locales, como se muestra siguiente figura.

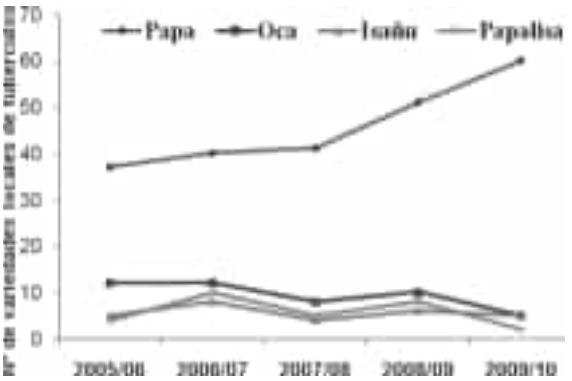


Figura 6. *Dinámica de la diversidad de tubérculos en la comunidad Titijoni*

Como se observa en caso del cultivo de papa asciende en número, con respecto a otros tres cultivos (oca, isaño papalisa) están proceso de descenso esto indica que hay una priorización al cultivo de papa.

Dinámica de los cultivos de tipo granos

En la figura 7, se aprecia la dinámica de quinua y cañahua, con un comportamiento aceptable de conservación, aunque la quinua aumento en el ciclo agrícola 2006/07 debido a la reintroducción de variedades de quinua por la fundación por PROINPA, en marco del programa SINARGEAA.

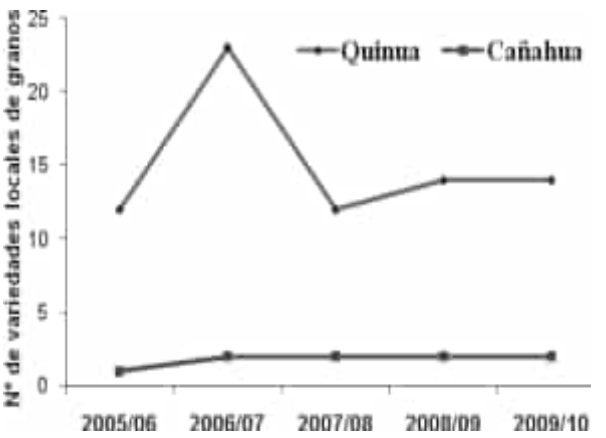


Figura 7. *Dinámica de la diversidad de granos cultivadas y conservadas en la comunidad Titijoni*

La dinámica de estos cultivos se mantiene porque son relativamente tolerantes a los escases de agua. Además estas especies son cultivadas en pequeñas parcelas y en alrededores del cultivo

de papa y otros, en caso de cañahua es cultivada de manera esporádica, por no tener bueno aceptación en el mercado.

Dinámica de los cultivos de tipo cereales

En la figura 8, se muestra la disminución de variedades locales de maíz en los últimos años, por ser una especie tardía; asimismo el de trigo no se siembra en los tres últimos ciclos agrícolas; sin embargo los cultivos de cebada y avena mantienen su diversidad en los años de seguimiento.

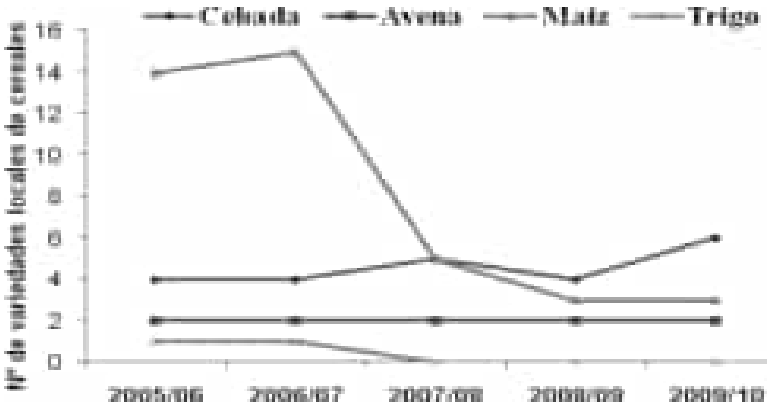


Figura 8. *Dinámica de la diversidad genética de los cereales cultivadas y conservadas en la comunidad Titijoni*

Las especies forrajeras son cultivadas por ser suplemento alimentación del ganado para la crianza de ganado.

Dinámica de los cultivos de tipo leguminosas

Como resultado de cinco años de seguimiento y monitoreo del microcentro de estudio, realizado por instituciones competentes, se observa que el comportamiento, está en disminución de las variedades locales de cultivos de tipo leguminosas, como se muestra en la figura 9.

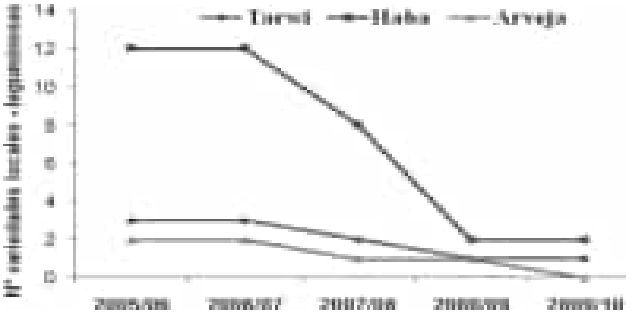


Figura 9. *Dinámica de la diversidad de cultivadasleguminosas y conservadas en la comunidad Titijoni*

La razón de estos cultivos requiere mayor cantidad de agua en el suelo para su buen desarrollo y son cultivos tardíos, por tanto se debería cultivar con aplicación de riego. Dinámica de los cultivos de tipo tubérculos, granos, cereales y leguminosas nos inducen a indicar que la dinámica los cultivos en sistemas tradicionales de producción a un permanecen casi de manera muy intacta en tiempo y espacio.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados de la dinámica de cultivos, la papa ocupa el lugar preferencial (variedades locales) por ser un cultivo de primera necesidad y su cultivo va ligado a las tradiciones y costumbres de la zona. En segundo lugar la quinua con 14 cultivares.

En cuanto a la dinámica temporal entre los

tubérculos la papa se ha incrementado en su cultivo entre las gestiones 2005/6 a 2009/10 no ocurriendo lo mismo con tubérculos menores como la oca, isaño, papalisa.

En la dinámica temporal el cultivo de quinua salvo la gestión agrícola 2006/07, se ha mantenido en cuanto al número de cultivares s sembrados por gestión.

Similar caso ocurre con cereales y leguminosas, en los que a excepción de gestión agrícola 2006/07, se incrementa el número de cultivares en haba y cebada, el resto de las gestiones se mantiene la tendencia en el número de cultivares sembrados por año.

Referencias citadas

FAO. 2009. (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). Informe Nacional sobre el Estado de los recursos Fitogenéticos para la Agricultura y Alimentación (RFAA) en Bolivia. Recuperado el 2011, de http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/Bolivia.pdf

Instituto Nacional de Innovación Agropecuario y Forestal (INIAF), 2010. Recursos Genéticos Bolivianos. *Boletín informativo*

Mamani F. 2008. Banco de Germoplasma de la Facultad de Agronomía – UMSA. El Diario, Bolivia Agraria. Año 11 (115) pp: 6.

Mamani, F. 2005. Proyecto: Conservación e investigación de recursos fitogenéticos de especies cultivadas y parientes silvestres con énfasis en los valles interandinos y altiplano de Bolivia. Facultad de Agronomía – UMSA. Prograno. La Paz, Bolivia. 11 p.

PROINPA 2007. Manejo, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de granos altoandinos, en el marco del SINARGEAA. *Informe anual de proyectos 2006-2007*

PROINPA, 2009. Nuestro compromiso es recuperar, desarrollar y promocionar tecnologías para la conservación y uso sostenible de los recursos genéticos. *Informe final comunidad Titijoni 2008-2009.*

Spiegel y Murray R. 1990. Estadística. Colección Schaum, 2da Ed. McGraw Hill.

AVANCES EN EL ESTUDIO MORFOLÓGICO DEL GÉNERO *Parastrephia* EN LA ECOREGIÓN DEL ALTIPLANO DE BOLIVIA

Genaro Condori Choque[1]
[1]Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Dirección Nacional de Investigación, Unidad de Recursos Genéticos Departamental Oruro, Calle Santa Cruz Nº 345. Oruro, Bolivia.
Email: gencond@hotmail.com

Resumen

Se realizó la caracterización morfológica *in situ* y evaluó la variación de los atributos forrajeros de poblaciones nativas del género *Parastrephia* localizados en Unidades Productivas de Conservación (UPC) de camélidos y pastos nativos de Llica – Potosí, Sajama – Oruro; Quetena G. – Potosí; y Rosario – Potosí. El análisis de datos muestra que existen correlaciones positivas ($P<0.05$) entre variables relacionadas con el porte de la planta, la variable diámetro de ramillas presenta una correlación inversamente proporcional con las variables relacionadas al porte. Tres componentes principales explican el 90% de la variabilidad total entre los ecotipos de *Parastrephia*, el primero agrupa variables relacionadas a la arquitectura del arbusto, y el segundo refleja características dimensionales de ramillas y su cantidad. El Análisis de Conglomerados Jerárquico (ACJ) permitió diferenciar a 4 grupos, G1 de Rosario, G2 de Sajama, G3 de Llica y Quetena y G4 de Rosario y Llica. Las variables aportantes al C-1 son AP, LRS, DRS, DRP, NNR, COB y AB y al C-2 fueron LTHE, NHER y AB. Los ecotipos del G-1 y G-2 se diferencian del resto por presentar mayores dimensiones en características de arquitectura de la planta. Los ecotipos del G-3 (Quetena y Llica) presentan un porte pequeño, con ramillas más gruesas que las de porte alto, corroborando la separación en *P. lepidophylla* y *P. quadrangularis*. Los ecotipos con características favorables para forraje pertenecen a los Grupos 1 y 2 por presentar mayor densidad de ramas, por tanto mayor número de ramillas con hojas escamiformes.

Palabras claves: *Caracterización, ecotipos, ACJ, Parastrephia, forraje.*

Introducción

Los ecosistemas del altiplano boliviano son peculiares por sus características climáticas extremas, sin embargo son capaces de albergar vida en un delicado equilibrio natural, la fauna y flora están representados en una diversidad única en las extensas superficies cubiertas por comunidades vegetales adaptadas a estas condiciones, entre ellas se destacan los t'olares dominado por especies de la familia asteráceas de hoja persistente en la que sobresalen el género *Parastrephia,* especies que tiene mayor frecuencia y están presentes casi en toda la ecoregión del altiplano.

Los t'olares se desarrollan en planicies y laderas secas, típica de suelos arenosos con napa freática poco profunda, a una altitud que varía desde los 3580 a 4600 m.s.n.m. (Zeballos *et al* 2003). Se caracterizan por ser arbustos siempre verdes y se encuentran generalmente en asociación con el género *Baccharis* y *Festuca,* los t'olares como especies forrajeras tienen un alto valor nutritivo con un buen porcentaje de proteína, excelente energía y alto contenido de materia seca, sin embargo la presencia de resinas y goma, perjudican su palatabilidad para el ganado (Alzerraca *et al* 2002), aun así, estas especies son mayormente consumidas por los camélidos cuando existe un déficit forrajero.

Ecológicamente cumple la función de cobertura vegetal natural y protege al suelo de los fuertes vientos al mismo tiempo sirve de protección natural a las precipitaciones torrenciales que ocasionalmente se presentan en el altiplano. Además es un agente que interviene en el mantenimiento de la fertilidad del suelo, en lugares semidesérticos y arenales, por su aporte de materia orgánica del orden de 24 a 450 KgMS/ha (Zeballos y Alzérreca, 1988, citado por Alzerraca 2002).

Como recurso forrajero nativo las t'olas tienen importantes potencialidades a ser aprovechadas y los estudio de las mismas deben basarse en la caracterización morfológica respecto a cobertura, envergadura y biomasa vegetal. Según Quero, *et al* (2003) citado por Morales (2008) una recolección eficiente de germoplasma en poblaciones nativas es la clave para iniciar programas de selección de material genético y su mejoramiento, la caracterización y la recolección en los centros de origen de la especie, aseguran la mayor diversidad. Por lo tanto se considera a las especies silvestres, que actualmente no tienen un uso reconocido, y especies cultivadas como recursos genéticos, debido a que son de uso actual y potencial (Pezoa, 2001, citado por Ramos 2009).

Por consiguiente el estudio de estas especies tienen por finalidad la conservación y el aprovechamiento como forraje en zonas áridas y semiáridas de nuestro país, por tanto el objetivo del estudio es caracterizar *in situ* la morfología de poblaciones nativas del género *Parastrephia* y evaluar la variación existente de los atributos forrajeros de las especies.

Materiales y métodos

Localización

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) a través de la Dirección Nacional de Investigación y la Unidad de Recursos Genéticos ha implementado Unidades Productivas de Conservación *in situ* (UPC) de camélidos y pastos nativos en distintas regiones del altiplano y son en estas Unidades donde se ha desarrollado la investigación y se localizan específicamente en cuatro lugares, Llica - Potosí, Sajama - Oruro, Quetena – Potosí y Rosario – Potosí (Figura 1). Dentro de las Grandes zonas biogeográficas de vegetación; las UPC se localizan en la Provincia de Puna xerofítica del altiplano (Navarro y Ferreira 2007). La información primaria para la caracterización morfológica de las especies nativas se colectó de las cuatro comunidades cuyas características climáticas y altitudes son detalladas en el Cuadro 1.

Metodología

Para la colección de datos se ha realizado el muestreo estratificado, que contempla en primer lugar la ecoregión de Puna – xerofítica del altiplano, posteriormente se identifican tres UPC, adicionalmente la región de Rosario, luego se separa en subgrupos o estratos que tienen cierta homogeneidad, los parámetros de estratificación son: la fisiografía y relieve, lugares casi planos con escasa pendiente (Mostacedo y Fredericksen 2000), y la dominancia del género *Parastrephia*. Según los mismos autores para las poblaciones vegetales que no cuentan con mucha información se aplica la metodología de muestreo aleatorio simple de los individuos a ser caracterizados. La colecta de datos se realizó en época húmeda entre los meses de febrero y marzo del 2014.

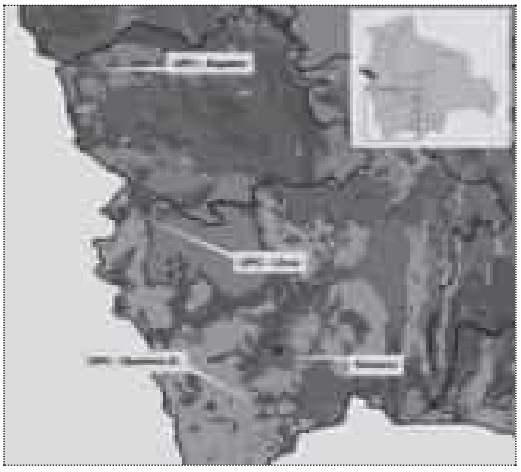


Figura 1. *Localización de las UPC de camélidos y pastos nativos*

Cuadro 1. Características climáticas y altitud de las UPC

Comunidad	Municipio y Departamento	Coordenadas		Altitud (m.s.n.m.)	Temperatura media (°C)	Precipitación media (mm)
		Latitud sur	Longitud oeste			
Challacollo	Llica – Potosí	19º46'14.02"	68º21'40.29"	3693	8.9*	325.4*
JilaUta Collana - Sajama	Curahuara de Carangas - Oruro	18º8'41.51"	68º57'51.70"	4245	10**	300**
Quetena Grande	San Pablo de Lipez – Potosí	22º16'46.94"	67º21'49.79"	4249	8.9 †	75 †
Rosario	San Agustín - Potosí	21º34'35.79"	67º17'3.34"	3837	9 ††	202 ††

** **SENAMHI (1986)** ** http://info.caserita.com/Parque-Nacional-del-Sajama-a237*

† http://es.wikipedia.org/wiki/Colcha_K †† http://es.wikipedia.org/wiki/Laguna_Colorada

Variables

Se ha realizado la medición de la variación morfológica en veinte individuos, en base a las propuesta de descriptor desarrollado y ajustado para la t'ola. Según Hidalgo (2003) el número de muestras está relacionado estrechamente con el error permisible y el coeficiente de variación (CV) asociado al descriptor del carácter en estudio que se considere más variable, el tamaño de la muestra guarda relación con el número de parcelas o repeticiones, para el presente caso se realizó la descripción de un carácter con cinco repeticiones por muestra con cinco muestras por ecotipo.

Las variables cuantitativas consideradas son las siguientes: Área Basal (AB), Altura de Planta (AP), Diámetro de Ramas Primarias (DRP), Diámetro de Ramas Secundarias (DRS), Longitud de Rama Secundaria (LRS), Diámetro de Ramillas con Hojas Escamiformes (DRHE), Longitud de Ramillas con Hojas Escamiformes (LRHE), Número de Hojas Escamiformes por Ramilla (NHER), Numero de Niveles de Ramificación (NNR) y Cobertura de copa (COB). La información primaria obtenida fue analizada a través del método multivariente de Componentes Principales (ACP) y la clasificación de los individuos mediante el Análisis de Conglomerados Jerárquico (ACJ) empleando como medida de disimilitud la distancia euclidiana y el método de Ward como algoritmo de ligamiento.

Las variables cuantitativas que se utilizaron para el ACP fueron aquellas que presentaron un coeficiente de variación superior al 20%. Debido a que esta medida de dispersión relativa define más intrínsecamente la magnitud de la variabilidad de los caracteres y facilita la comparación de la variabilidad de una misma característica en los grupos de accesiones o de caracteres medidos (Hidalgo 2003).

Resultados y Discusión

Al análisis de correlación de las variables cuantitativas los resultados muestran que existen correlaciones positivas significativas y altamente significativas entre la mayoría de las variables que están relacionadas con el porte y envergadura de la planta, con excepción de la variable LRHE que no tiene ninguna correlación con las demás variables (Cuadro 2). La variable DRHE presenta una correlación inversamente proporcional significativa con las variables que están relacionadas al porte y envergadura de la planta (AB, AP, DRP, DRS, LRS, COB y NNR) (Cuadro 2) lo que significa que una planta de mayor porte, presentará ramillas con hojas escamiformes delgadas.

El Análisis de Componentes Principales (ACP) permitió establecer un total de tres factores que explican el 90% de la variabilidad total entre los diferentes ecotipos de *Parastrephia*, (Cuadro 3) destacándose el primer componente con 67%. El primer componente principal se caracteriza por agrupar variables relacionadas con la arquitectura de la planta y la característica de las ramillas con hojas escamiformes; en cambio el segundo componente principal refleja las características dimensionales de las ramillas con hojas escamiformes y la cantidad de hojas escamiformes por ramilla (LRHE y NHER), así como el área basal de la planta. En el Cuadro 4 se presenta las correlaciones entre las variables y los componentes principales que según Navarro *et al* (2010) establece que las correlaciones altas son las variables que más aportan al CP.

Cuadro 2. Correlaciones de variables cuantitativas

Variables	AB	AP	DRP	DRS	LRS	DRHE	LRHE	NHER	COB	NNR
AB	**1**									
AP	**0,636**	**1**								
DRP	**0,596**	**0,798**	**1**							
DRS	**0,506**	**0,845**	**0,938**	**1**						
LRS	**0,568**	**0,974**	**0,823**	**0,895**	**1**					
DRHE	**-0,546**	**-0,922**	**-0,634**	**-0,718**	**-0,868**	**1**				
LRHE	0,403	-0,056	-0,055	-0,121	-0,128	0,014	**1**			
NHER	-0,235	**-0,678**	**-0,546**	**-0,571**	**-0,653**	**0,572**	**0,577**	**1**		
COB	**0,872**	**0,853**	**0,743**	**0,739**	**0,846**	**-0,725**	0,169	-0,436	**1**	
NNR	**0,464**	**0,835**	**0,812**	**0,903**	**0,878**	**-0,752**	-0,111	**-0,502**	**0,683**	**1**

Los valores en negrita son diferentes de 0 con un nivel de significación alfa=0,05

Cuadro 3. Valores propios y proporción de la varianza explicada por CP

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
Valor propio	6,78	1,69	0,58	0,43	0,20	0,11	0,10
Variabilidad (%)	67,82	16,94	5,86	4,57	2,07	1,17	1,00
% acumulado	67,82	84,76	90,63	95,17	97,23	98,40	99,41

Nota: *Los efectos de los CP 8, 9 y 10 no han sido adjuntados por su escasa contribución a la variabilidad total*

El primer Componente Principal (CP) está altamente correlacionado y de manera positiva con las variables AB, AP, DRP, DRS, LRS, DRHE, COB y NNR. Estas 8 variables califican a la arquitectura de la planta y determinan las diferencias entre ecotipos. La variable AP aporta en mayor magnitud al primer CP (97%) seguido de la LRS y DRS, este resultado es similar al reportado por Sánchez (2008) quien indica que la variable altura de planta y distribución de las ramas tiene un aporte significativo al primer CP relacionado a la característica del dosel de la especie *Psidium sp* (Guayabo). Por tanto la AP es una variable que discrimina a los ecotipos que según Acosta *et al* (2011), esta variable más el diámetro de fuste determinan la variación morfológica de la especie *Juglans pyriformis* Liebm. Este primer componente principal está altamente correlacionado pero de manera negativa con las variables DRHE y NHER. No presenta correlación con la variable LRHE. El segundo componente principal está correlacionado con AB, NHER y altamente correlacionado con LRHE, con el resto de las variables no presenta correlación (Cuadro 4).

El análisis de conglomerados con base en el análisis de componentes principales permite diferenciar 4 grupos (Figura 2 y 3), el Grupo 1 contiene al ecotipo de t'ola de la región de Rosario que se ubican en el cuadrante I (20%), el Grupo 2 contiene a los ecotipos de la región de Sajama localizados en el cuadrante IV (25%), el Grupo 3 contiene a la mayoría de los ecotipos de Llica y Quetena y se localizan tanto en el cuadrante II y III (45%) y finalmente el grupo 4 contiene a los ecotipos de Rosario y Llica localizados en el Cuadrante III (10%). Al análisis de los valores promedios, el Grupo 1 y 2 (Rosario y Sajama) presentaron valores superiores respecto a los Grupos 3 y 4 para las variables que describen características de envergadura de la planta (Cuadro 5).

Cuadro 4 Correlaciones entre las variables y los factores

	F1	F2
AB	0,68	0,57
AP	0,97	-0,01
DRP	0,89	0,00
DRS	0,92	-0,08
LRS	0,97	-0,07
DRHE	-0,87	-0,00
LRHE	-0,07	0,94
NHER	-0,66	0,58
COB	0,88	0,32
NNR	0,88	-0,07

Para la variable AP el promedio es 95.5 y 93.4 cm, para los Grupos 1 y 2 respectivamente; este valor se encuentra en el rango de 60 a 160 cm de altura reportado por Alzerreca *et al* (2002), Trivelli y Valdivia (2009) y Zamora (2008) para la *Parastrephia lepidophylla*.

La variable COB para el Grupo 1 (Rosario) presentó un área promedio de 2.38 m^2, el Grupo 2 (Sajama) 1.45 cm^2, comparados a los valores reportados por Alzerreca *et al* (2002) que indican un rango de 0.65 a 1.32 m^2 para plantas grandes de *Parastrephia lepidophylla*, el primer grupo es muy superior y el segundo ligeramente superior. Respecto a la variable AB los dos grupos presentaron un promedio de 1.36 y 0.25 m^2 para el primer y segundo grupo respectivamente (Cuadro 5).

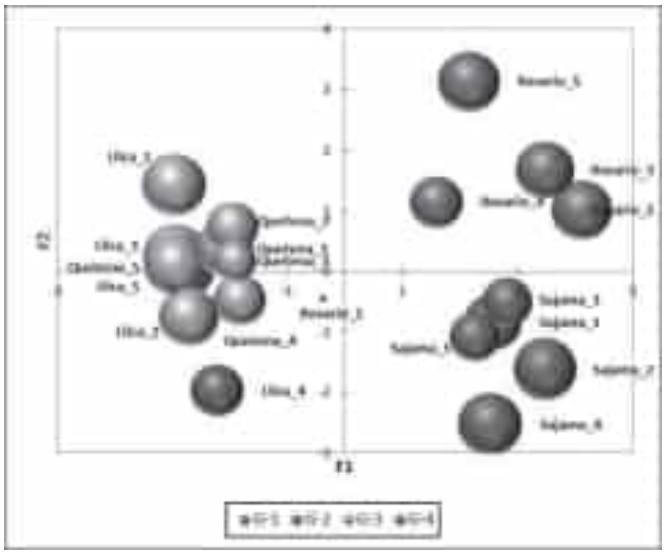


Figura 2. *Distribución de ecotipos del genero Parastrephia*

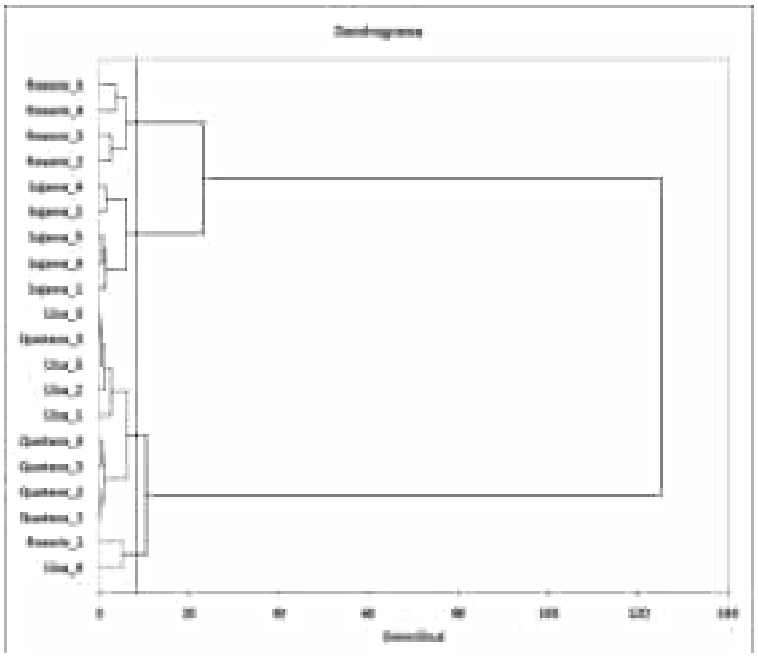


Figura 3. *Clasificación jerarquica de poblaciones del genero Parastrephia*

El Grupo 2 presenta las mayores longitudes de rama secundaria (LRS), mayores diámetros de rama secundaria (DRS) y mayores niveles de ramificación (NNR) lo que hace inferir que son t'olas con mayor ramificación respecto a los otros grupos.

Cuadro 5. Valores promedios de variables estudiadas por ecotipo

Grupos	Área basal (cm^2) AB	Altura de planta (cm) AP	Diámetro de ramas primarias (cm) DRP	Diámetro de ramas 2drias. (cm) DRS	Longitud de rama 2ria. (cm) LRS	Diámetro de ramillas hojas escam. (cm) DRHE	Longitud de ramillas con Hojas escam. (cm) LRHE	Nº de hojas escam./ ramilla (und) NHER	Cobertura (cm2) COB	Número de niveles de ramificación (und) NNR
G-1	13699	95,3	2,2	1,1	60,6	0,1	3,9	21,1	23898	4,0
G-2	2582	93,4	2,4	1,3	67,4	0,1	2,6	17,9	14500	5.0
G-3	191	18,4	1,2	0,5	15,7	0,2	3,4	25,5	688	2.0
G-4	696	46,0	1,1	0,4	25,4	0,2	2,8	17,5	2393	2.0

El Grupo 3 reúne a individuos que presentan medidas inferiores al resto de los grupos para las variables AB, AP, DRP, DRS, LRS y COB. Para la variable AP el promedio es 18.39 cm, valor que se encuentra en el rango de 15 a 50 cm de altura de planta reportado por Alzerreca *et al* (2002), Paca *et al* (2003) y Trivelli y Valdivia (2009) para la *Parastrephia quadrangularis* y una cobertura de área de copa (COB) de 668 cm^2. Este grupo presentó valores de DRHE de 0.22 cm superior a los demás grupos, este valor se encuentra dentro del rango de 0.20 a 0.25 cm reportado por Alzerreca *et al* (2002) para la *Parastrephia quadrangularis.* Otra de las variables que se destaca en este Grupo es el mayor número de hojas escamiformes por ramilla (NHER). El Grupo 4, reunió a 2 ecotipos pertenecientes a 2 regiones, Rosario y Llica, presentan el menor número de hojas escamiformes por ramilla que los diferencia del resto de los grupos.

Conclusión

- Existen correlaciones entre la mayoría de las variables relacionadas con el porte y envergadura de la planta, la variable DRHE presenta una correlación inversamente proporcional relacionada al porte lo que significa que una planta de mayor porte, presentará ramillas con hojas escamiformes delgadas.
- Las variable de mayor aporte al primer componente principal de manera positiva fueron AP, LRS, DRS, DRP, NNR, COB y AB y con una correlación negativa las variables DRHE y NHER y las variables de mayor aporte al segundo componente principal de manera positiva fueron AB, LTHE y NHER.
- Los ecotipos del Grupo 1 (Rosario) y del Grupo 2 (Sajama) se diferencian del resto por presentar mayores dimensiones en características de arquitectura de la planta, que se relaciona directamente con la biomasa vegetal, ambos pertenecen a la especie *Parastrephia lepidophylla.*
- Los ecotipos del Grupo 3 (Quetena y Llica) se caracterizan por presentar un porte pequeño en comparación a los otros grupos con ramillas con hojas escamiformes significativamente más gruesas que las de porte alto corroborando la pertenencia a *Parastrephia quadrangularis.*
- Los ecotipos que presentan características favorables para la producción forrajera forrajeras son las del Grupo 1 y 2, por presentar mayor densidad de ramas por tanto mayor número de ramillas con hojas escamiformes, adicionalmente significa mayor contenido de materia seca por planta, asimismo la mayor cobertura de copa confiere mayor protección al suelo y mayor provisión de materia orgánica.

Referencias citadas

Acosta, C.C., Luna, M., Noa, J.C., Galindo, J., Vásquez, S., Morales, Z. y Iglesias, L.G. 2011. Caracterización morfológica y dasométrica de la especie amenazada *Juglans pyriformis* Liebm. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. Nº 17. RCHSCFA. Chapingo Mexico. Pp 66.

Alzerreca, H., Laura, J., Prieto, G., Cespedes, J., Calle, P., Vargas, A., Cardozo, A. 2002. Estudio de la tola y su capacidad de soporte para ovinos y camelidos en el ambito boliviano del Sistema T.D.P.S. Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT). Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Asociación Integral de Ganaderos en Camélidos de los Andes Altos (AIGACAA). La Paz, Bolivia. pp 8, 15, 121, 131.

Hidalgo R. 2003. Variabilidad Genética y Caracterización de Especies Vegetales *In*: Análisis estadístico de datos de caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico Nº8. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. pp 14-15.

Morales, C., Quero, A., Pérez, J., Hernández, A. y Le-Blanc, O. 2008. Caracterización morfológica de poblaciones nativas de pasto banderita [Bouteloua curtipendula (Michx.) Torr.] en México. Revista Agrociencia Nº 42: Chihuahua, México. pp 768.

Mostacedo, B. y Fredericksen, T., S. (2000). Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). USAID, PL-480, MDSP, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. Pp 4-5.

Navarro, C., Bolaños, L.C. y Tulio, C. 2010. Caracterización morfoagronómica y molecular de 19 genotipos de papa guata y chaucha (*Solanum tuberosum* y *Solanum phureja* juz et buk) cultivados en el Departamento de Nariño. Revista de Agronomía, Vol. XXVII No. 1. Nariño, Colombia. pp 32.

Navarro, G. y Ferreira, W. 2007. Leyenda explicativa de las Unidades del Mapa de Vegetación de Bolivia a Escala 1:250 000. Rumbol S.R.L. Cochabamba, Bolivia.

Paca, F., Paca R., Palao A,. Canaza, D. y Bustinza H. 2003. Estudio de la thola y su capacidad de soporte para ovinos y camélidos en el ámbito peruano del sistema TDPS. In Conservación de la biodiversidad en la cuenca del lago Titicaca - Desaguadero – Poopo – Salar de Coipasa. Autoridad Binacional Autónoma del Sistema Hídrico T.D.P.S. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Instituto de Investigación, Producción, Servicios y Capacitación "QOLLASUYO" Puno – Perú. pp 2-4

Ramos. C. L. 2009. Estudio poblacional de especies silvestres del género arachis (maní) en Bolivia. Tesis de Grado, Presentada Para Optar al Diploma Académico de Licenciatura en Biología. Universidad Mayor de San Simón Facultad de Ciencias y Tecnología, Carrera de Biología, Cochabamba – Bolivia. pp 26.

Sánchez, A.B., Peña, C.B. Colmenares, C.B., Ortega, J. y Bracho, B.Y. 2008. Caracterización morfológica de variantes de dos especies de Psidium. I. Dosel, tallo y hojas. Rev. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Maracaibo, Venezuela. pp 20.

Trivelli, M.A. y Valdivia, V. 2009. Alcances sobre Flora y Vegetación de la Cordillera de Los Andes. Región de Arica y Parinacota y Región de Tarapacá. Segunda Edición. Ministerio de Agricultura. Servicio Agrícola y Ganadero. Santiago. pp 149.

Zamora, V. 2008. Estudio de aproximaciones etnobotánicas en áreas productoras del intersalar de quinua real del departamento de Potosí (parte I). Fundación FAUTAPO. Programa Quinua Altiplano Sur. DELA – Potosi, Bolivia. pp 50.

Zeballos, M., Garcia, E., Beck, S.G. 2003. Contribución al conocimiento de la flora del departamento de Oruro. Herbario Nacional de Bolivia. Convenio Instituto de Ecología – Mueseo Nacional de Historia Natural. La Paz, Bolivia. pp 57.

DETERMINACIÓN DE UN MEDIO DE CULTIVO *IN VITRO* PARA ACCESIONES DE *Capsicum baccatum* CON BAJO PORCENTAJE DE GERMINACIÓN

Rosario Lucero[1], Ana María Flores[1], Edwin Iquize[1]*
[1] Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal,
Av. Blanco Galindo Km 5.5, Casilla 832, Cochabamba, Bolivia
charito15lucerito@hotmail.com

Resumen

El Banco de Germoplasma de INIAF está regenerando accesiones de *Capsicum* spp. colectadas en diferentes partes de Bolivia hace más de dos décadas atrás. Muchas de estas accesiones mostraron bajo porcentaje de germinación. En este trabajo se plantea utilizar el cultivo de tejidos *in vitro* para promover la germinación de aquellas accesiones que no germinaron pero aún están viables. Se utilizaron semillas de accesiones de *Capsicum baccatum*. Se probaron tres tiempos de desinfección y tres medios de cultivo. Los resultados demostraron que utilizando Metanal (Formaldehido) por un periodo de 45 minutos se logró desinfectar semillas de esta especie para introducir a un medio de cultivo. A la vez el medio de cultivo M2 es el adecuado para la germinación *in vitro*. Este trabajo permitió identificar una alternativa rápida para la regeneración de accesiones con problemas en la germinación que puede ser probado en especies del género *Capsicum*.

Introducción

Una de las actividades de mayor importancia dentro del Banco de Germoplasma es de regenerar las accesiones conservadas cuando la germinación es menor al 85%, tal es el caso de especies ortodoxas conservadas en forma de semilla botánica. Se ha estado realizando regeneraciones de accesiones de especies de *Capsicum* spp., que han sido colectadas hace más de dos décadas atrás en diferentes partes de Bolivia, mismas que no fueron regeneradas desde su colecta. Como resultado de esta regeneración se pudo observar que la germinación dentro de las accesiones fue baja. Como antecedente es necesario mencionar que para la germinación de estas accesiones se dieron las condiciones necesarias de humedad, luz y temperatura en una cámara germinadora, pero aun así se tuvo bajos porcentajes de germinación. Esto podría deberse a que la semilla este muerta, la testa sea dura o posiblemente se encuentre en estado de dormancia debido al largo periodo conservado de conservación. Según Luca (2003) el hecho de que las semillas no hayan germinado puede deberse a que el medio no fue favorable para el crecimiento, llamando a este tipo de inhibición quiescencia. La otra posibilidad es que las condiciones del medio son adecuadas, pero el organismo de la planta tiene una combinación fisiológica compleja que impide su crecimiento, llamando a ese tipo de inhibición latencia o dormancia.

Según Acuña (2014), en un trabajo realizado en el Banco de Germoplasma de La Universidad Mayor Real Pontífice San Francisco Xavier de Chuquisaca (UMRSFXCH) se evaluó la viabilidad y germinación de accesiones que fueron conservadas por más de dos décadas atrás, los resultados demostraron que las semillas que no germinaron se encontraban viables aún, esto sugiere evaluar algunos tratamientos pre germinativos para favorecer a la germinación de estas accesiones que presentan germinaciones bajas (menor al 40%).

Bajo ese principio, en este trabajo se plantea utilizar el cultivo de tejidos *in vitro* para ayudar a la germinación de aquellas accesiones que no germinan. Esta es una alternativa donde existe mayor oportunidad a que las asemillas logren germinar en relación a los tratamientos convencionales debido a que las semillas se encontrarán en condiciones controladas ideales para la germinación. Según Luca (2003) la latencia es un mecanismo muy importante de las plantas que no logran germinar inmediatamente, pero cuando existe algún estímulo ambiental que anuncie que las condiciones son favorables para el desarrollo de la planta, estas semillas germinan. Martínez *et*

al., (2004) menciona que una elevada humedad relativa en el interior del tubo, adecuada intensidad lumínica, bajo intercambio gaseoso, abundante disponibilidad de nutrientes, una pequeña variación de la temperatura y un espacio libre de patógenos y enfermedades, son las condiciones ideales para el inicio del desarrollo de una planta.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el laboratorio de cultivo de tejidos *in vitro* del Banco de Germoplasma del INIAF que se encuentra en la Estación Experimental de Toralapa ubicado a 74 km de la ciudad de Cochabamba carretera antigua a Santa Cruz.

Diseño Experimental

Las variables de la ocurrencia del porcentaje de germinación y la desinfección de semillas fueron analizadas con el modelo lineal generalizado bajo el supuesto de distribución binomial en base a la estructura del diseño completamente al azar con arreglo factorial (Montgomery, 2003; Kachman, 2000; Steel y Torrie, 1992; SAS Institute Inc, 2014).

Metodología

El presente trabajo de investigación se realizó en tres etapas las cuales se detallan a continuación:

Etapa 1 *Desinfección de la semilla de Capsicum*

Etapa donde las semillas fueron desinfectadas para evitar la contaminación dentro del medio de cultivo una vez ya establecidas. Se utilizó Metanal (Formaldehido) al 37% de concentración, el cual fue utilizado en trabajos anteriores desinfectando accesiones de especies de Tubérculos y Raíces Andinas, logrando éxito en la desinfección. En tal sentido se probaron 3 tiempos de desinfección: T□ (25 min), T□ (35 min) y T□ (45 min). Se colocaron las semillas de cada accesión en pocillos pequeños, que luego se introdujeron a otro pocillo más grande con tapa el cual contenía 1 ml de formaldehido. En este medio las semillas fueron expuestas en tres tiempos diferentes con el propósito de probar el tiempo ideal de exposición al formaldehido. Se utilizaron 15 semillas por accesión tal como se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Accesiones utilizadas para la prueba de desinfección en Metanal (Formaldehido) al 37%.

Accesión	Especie	Año de colecta	Germinación (%)
BOL7439HR	*Capsicum baccatum* var. *pendulum*	1983	88
BOL7438HR	*Capsicum baccatum* var. *pendulum*	1983	90
BOL7441HR	*Capsicum baccatum* var. *pendulum*	1983	90

Las semillas desinfectadas fueron sembradas en 4 ml de medio de cultivo (medio basal de Murashige y Skoog, 1962) si adición de fitohormonas (Figura 1). Las variables de respuesta evaluadas fueron el porcentaje de semillas contaminadas y no contaminadas.



Figura 1. *Desinfección de semillas de Capsicum en tres diferentes tiempos de exposición al Metanal (Formaldehido) al 37% de concentración*

Etapa 2 *Establecimiento*

Las accesiones utilizadas en esta etapa fueron las mismas que se utilizaron en la etapa 1 las cuales presentan un alto porcentaje de germinación, esto con el propósito de verificar si las semillas que no germinan es debido al medio y no así a problemas de germinación de las semillas.

Se probaron 3 medios de cultivo M1, M2 y M3 que se detallan en el Cuadro 2, Las variables de respuesta evaluadas fueron el porcentaje de semillas germinadas, no germinadas evaluadas a los 5 y 10 días después de la siembra.

Cuadro 2. Medios de cultivo *in vitro* probados en *Capsicum baccatum*

Componentes	Unidad (X l)	M 1	M 2	M 3
Macro nutrientes	ml	100	100	100
Micro nutrientes	ml	10	10	10
Fe EDTA	ml	5	5	5
Thiamina	mg	0.4	0.4	0.4
Myoinositol	mg	100	100	100
Pantotenato de Calcio	mg	2	4	6
Acidogiberelico	mg	0.1	0.3	06
Kinetina	mg	-	0.02	0.04
Azúcar	g	25	25	25

Medio basal (Murashige y Skoog, 1962), M = Medio de cultivo

Etapa 3 *Introducción de accesiones con bajo porcentaje de germinación*

Se introdujo 3 accesiones al medio de cultivo de mejor comportamiento identificado en la etapa 2. Para esta etapa se eligió accesiones con baja germinación los mismos que en un estudio anterior fueron analizadas con tetrazolio donde mostraron que las semillas que no germinaron se encontraban viables aún (Acuña, 2014). Las accesiones utilizadas en esta etapa se detallan en el cuadro 3. Las variables de respuesta evaluadas fueron el porcentaje de germinación a los 10 y 15 días después de la siembra en el medio de cultivo.

Cuadro 3. Germinación y viabilidad de *Capsicum spp*

Accesión	Especie	Año de colecta	Germinación (%)	Viabilidad (%)
BOL7308HR	*Capsicum baccatum* var. *pendulum*	1983	52	74
BOL7316HR	*Capsicum baccatum* var. *pendulum*	1983	30	62
BOL7332HR	*Capsicum baccatum* var. *pendulum*	1983	30	59



Figura 2. *Introducción de accesiones de baja germinación al medio de cultivo*

Resultados y discusión
Etapa 1

En relación a las semillas desinfectadas se tiene diferencias altamente significativas entre los tiempos de desinfección a una probabilidad de 0.01. Entre tanto, no existen diferencias entre las accesiones ni significancia en la interacción de tiempo de desinfección por accesión a una probabilidad de 0.05; es decir las accesiones tienen respuesta independiente del tiempo de desinfección del formaldehido (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de Wald para la relación de semillas de *Capsicum baccatum* desinfectadas

Fuente variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Tiempos de desinfección	2	59.55**	<.0001
Accesión	2	1.64ns	0.4408
Tiempos*Accesión	4	1.44ns	0.8380

***: Significativo a P: 0.01, ns: No significativo a P: 0.05*

En base la figura 1 se tiene mayor porcentaje de semillas limpias y germinadas en un tiempo de 45 minutos de desinfección en Metanal (formaldehido) al 37%. Este tiempo de desinfección se encuentra dentro rangos establecidos por Revees (1986) quien probó tiempos de desinfección de 45, 55 y 65 minutos los cuales son aptos para que el material como ser segmentos nodales, yemas apicales, yemas axilares y semillas puedan mantenerse los vivos sin intoxicarse y morir.

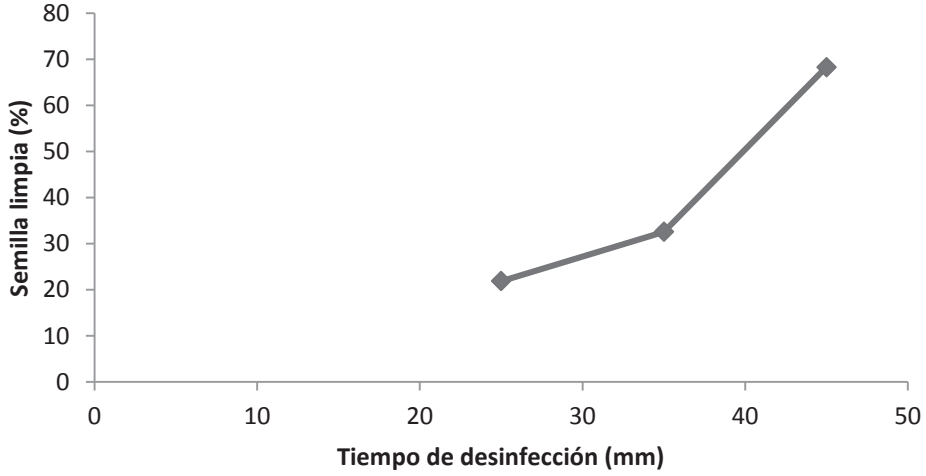


Figura 1. *Efecto del tiempo de desinfección con formaldehido al 37% sobre semillas de accesiones de Capsicum baccatum*

Etapa 2

Porcentaje de germinación

En relación a las semillas germinadas a los 5 días existen diferencias entre medios de cultivo a la probabilidad de 0.001. Así mismo existen diferencias significativas entre accesiones. Respecto a la interacción de medios y accesiones es significativa a la probabilidad de 0.001; es decir que las accesiones tiene un comportamiento diferenciado para cada medio (Cuadro 4).

Cuadro 4. Prueba de Wald para la relación de semillas germinadas a los 5 días

Fuente variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Medio	2	139.60 **	<.0001
Accesión	2	121.82 **	<.0001
Medio*Accesión	3	250.32 **	<.0001

***: Significativo a P: 0.001, ns: No significativo a P: 0.05*

Los mejores comportamientos en relación a la germinación se observaron con el medio M2 para las accesiones BOL74391HR y BOL7441HR. Luego el M2 y M3 son aptos para la BOL7438HR (Figura 2). Estos resultados se deben a que el M2 tiene valores intermedios del pantotenato de calcio (4 mg/l), ácido giberélico (0.3 mg/l) y kinetina (0.02 mg/l), las misma coinciden con reportes donde la adición de vitaminas en cantidades adecuadas han demostrado tener buenos resultados. Según Hartmann y Kester (1995), se puede tener un efecto positivo en el crecimiento in vitro cuando se utiliza Pantotenato calcico, Piridoxina (B6), Acido nicotínico (B3), Riboflavina, Prolina y Glicina. En relación al ácido giberelico estas hormonas causan la producción de α-amilasas y otras enzimas hidrolíticas en las células de la capa de aleurona dispuesta por debajo de la cubierta seminal, encima del endosperma y embrión contiguo. En el proceso se sabe también que la nueva α-amilasa es sólo sintetizada en presencia de Giberelinas. La secuencia de eventos conducentes por giberelinas desde la síntesis de α-amilasas en la capa de aleurona hasta su secreción al endosperma sería tentativamente la siguiente: GA proveniente del embrión es percibido primero por el receptor a nivel superficial iniciando señales como la activación de una proteína heterotrimérica G (Ueguchi- Tanaka 2000). Una señal de Ca+2 provocaría que el "receptor-GA activado" se ligue a un represor DELLA, el cual a su vez será transportado al núcleo y degradado. Con esto se puede transcribir y procesar el gene GAMYB, un factor de transcripción que reconocerá y activará promotores de genes de α-amilasas y otras enzimas hidrolíticas (Gubler et al. 2002, Ho et al. 2003). Estas son sintetizadas en el retículo endoplásmico, se acumulan en el Golgi (como vesículas) y luego son secretadas hacia el endosperma. En definitiva se asume que giberelinas mediante proteólisis de los represores de señales transcripcionales DELLA, provocarían una la transcripción de varios genes (Fu et al. 2002). Por consiguiente Klerk et al. (1992) menciona que las giberelinas ayudan a romper la dormancia, degradan las reservas en las semillas, promueven la floración, la formación de brotes, cormos, bulbos y el alargamiento de tallos y los más usados son el GA3, GA1,GA4 y GA7.

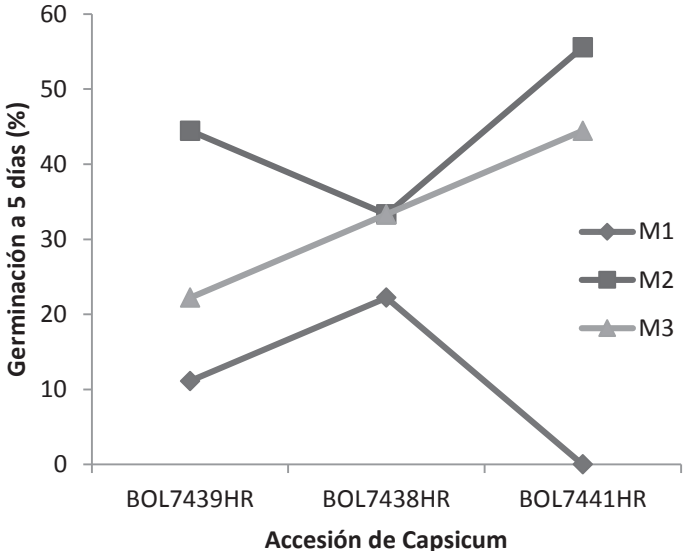


Figura 2. *Efecto de medios de cultivo y accesiones de Capsicum sobre la germinación in vitro a los 5 días de la siembra en el medio de cultivo*

En relación a la germinación a los 10 días después de la siembra en el medio en los 3 medios de cultivo no fueron significativos a una probabilidad de 0.05; es decir las accesiones tienen una respuesta independiente o no son influidas por los medios para la germinación.

Etapa 3

Introducción de accesiones con bajo porcentaje de germinación

De acuerdo a la prueba de Wald las tres accesiones son similares a una probabilidad de 0.05 para las

semillas germinadas a los 10 y 15 días. Nótese que las accesiones tienen un porcentaje de germinación por encima del 60% en un periodo de 10 días incrementando aproximadamente en un 4% a los 15 días. (Cuadro 5, figura 2A y 2B).

Cuadro 5. Prueba de Wald para la relación de semillas germinadas a 10 días

N° días	Fuente variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
10	Accesión	2	0.53 ns	0.7674
15	Accesión	2	1.31 ns	0.5184

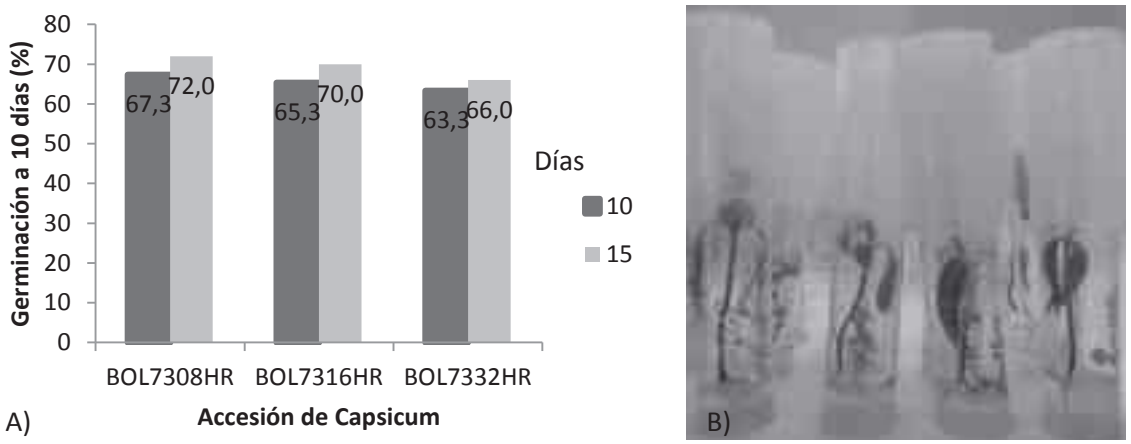


Figura 2. *A) Efecto de accesiones sobre la germinación en medio de cultivo evaluada a los 10 y 15 días después de la siembra al medio de cultivo. B) Germinación de accesiones de Capsicum baccatum en el medio de cultivo M2.*

Conclusiones

Este trabajo permitió identificar una alternativa rápida para la regeneración de accesiones Capsicum spp utilizando un medio de cultivo idóneo que puede ser utilizado en accesiones con problemas en la germinación.

Este resultado orienta a que el medio de cultivo M2 y el tiempo de desinfección con formaldehido en un periodo 45 min puede ser el adecuado para generar un protocolo de regeneración de accesiones de Capsicum spp.

Referencias citadas

Acuña, H. 2014. Efecto de tratamientos pre germinativos en accesiones de Capsicum spp del Banco de germoplasma del Sur de Bolivia y del Banco de Germoplasma del INIAF. Datos preliminares. Tesis de grado. Universidad Mayor Real San Francisco Xavier de Chuquisaca.15p.

Hartmannt, H. y Kester, D. 1995. Propagación de plantas. Ediciones Continentales, México. D.F. 597-598p.

Hernández, S. 2004. Efecto de la luz, temperatura y ácido giberélico sobre la germinación de semillas de poblaciones de chiles silvestres. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de Sinaloa. Primer Convenio Mundial del Chile. 441p.

Hurtado, D. y Merino, M. 1994. Cultivo de tejidos vegetales. Ediciones Trillas. México.70-71p.

Jordial M. y Caseretto J. 2006. Fisiología Vegetal F.A. Squeo & L. Cardemil, eds. Hormonas y Reguladores del Crecimiento: Auxinas, Giberelinas y Citocininas. Capitulo XV. Ediciones Universidad de La Serena, Chile. 15p.

Klerk, J; van Dijk, A; van het Schip, D; Zonnenberg, B; van Rijk P. 1992. Pharmocokinetics of rhenium-186 after administration of rhenium-186-HEDP to patients with bone

metastases. J Nucl Med 33: 646–651.

Kachman, S. 2000. An introduction to generalized linear mixed models. Department of Biometry,University of Nebraska–Lincoln. 15 p. http://statistics.unl.edu/faculty/steve/glmm/paper.pdf

Luca, N. 2011.Caracterización de las semillas, tratamientos pre germinativos, técnicas de recolección y almacenamiento. Universidad Nacional de La Plata. Argentina. 9p.

Martínez, J.; Ortiz, L.; Tornero, C. 2004. Variedades de albaricoquero autoenraizadas mediante el cultivo in vitro: Una alternativa de propagación al injerto. 41- 44p.

Montgomery, D. 2003. Diseño y análisis de experimentos. Trad. Rodolfo Piña García. Limusa Wiley México DF. 686.

Reeves, D. 1986. Influence of concentration on micronutrient imbalances in vitro pagated Prunus rootstock. Bajaj, Y. P. S. (ed.).7p.

SAS Institute Inc. 2014. Documentation for SAS, Version 9.2. www.sas.com

Steel R. y Torrie, J. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill, México DF. 621 p.

ANÁLISIS DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DEL TOMATE SILVESTRE (*Solanum spp.*) BOLIVIANO CON MICROSATELITES

Silene Veramendi[1], Ximena Cadima[1], Fernando Patiño[1], Andrea Torrico[1]
[1] ***Fundación PROINPA, Casilla 4285, Cochabamba, Bolivia.***
s.veramendi@proinpa.org

Resumen

Especies silvestres de tomate constituyen recursos genéticos de gran valor en el desarrollo de nuevas variedades y son fuente de genes útiles de interés agronómico. En Bolivia fueron encontradas las especies *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* y *S. chmielewskii*. Se hicieron colectas de estas especies en distintos pisos agroecológicos de Bolivia en el periodo 2010 - 2012, y se obtuvo también material donado por el Centro de Recursos Genéticos de Tomate (TGRC por sus siglas en inglés)" de California, Estados Unidos que incluyó germoplasma de *S. neorickii,* considerada especie hermana de *S. chmielewskii*. Con el objetivo de conocer la diversidad genética de estos parientes silvestres de tomate de origen boliviano, se realizó un estudio a nivel molecular utilizando trece marcadores microsatélites (SSR). Los resultados mostraron que estos marcadores son altamente informativos para discriminar la diversidad genética de tomate silvestre porque presentan un alto nivel de polimorfismo, siendo TOM236 el SSR más polimórfico con valores de PIC (índice de contenido polimórfico) hasta 0.83, se encontraron un total de 123 alelos, con un rango de 5 a 17 alelos por locus y tamaño que va de 155 a 294 pb. El análisis de conglomerados y de coordenadas principales reveló la formación de dos grupos claramente definidos, uno correspondiente a *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* y un segundo grupo conformado por *S. neorickii* y *S. chmielewskii*, confirmando de esta forma la cercanía genética de estas dos especies. Se logró identificar accesiones potencialmente duplicadas dentro el grupo de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme*.

Palabras claves: *Diversidad genética, tomate silvestre, microsatélites.*

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas de mayor consumo y ocupa la mayor superficie sembrada a nivel mundial (4.412.757 hectáreas) por su gran importancia económica y social (FAOSTAT 2012).

El centro de origen del tomate es la región andina de Perú, Ecuador, Bolivia, el norte de Chile y las islas Galápagos, donde se encuentran materiales cultivados y silvestres adaptados a una amplia variedad de condiciones climáticas y geográficas. *S .lycopersicum* var. *cerasiforme*, que crece espontáneamente en las regiones tropicales y subtropicales de América, es considerado el ancestro común de las formas domesticadas (Peralta & Spooner 2007; Bai *&* Lindhout 2007).

La producción de tomate en Bolivia se ve afectada por factores abióticos como sequías y temperaturas extremas, y por factores bióticos como plagas y enfermedades. Por su importancia económica, se realizan fuertes inversiones para el control de plagas que además de elevar los costos de producción, causan graves alteraciones al medio ambiente, la salud y la calidad de vida de los agricultores y consumidores (Crespo 2010).

Las especies silvestres de tomate son una fuente rica de variación genética necesaria para los programas de mejoramiento para obtener nuevas variedades con resistencia a los diferentes estreses que afectan el cultivo. Se ha identificado por ejemplo a *Solanum hirsutum* con resistencia a insectos y virus, y tolerancia al frío; *S. cheesmanii* con tolerancia a estrés salino; *S. pennellii* con tolerancia a la salinidad, y resistencia a *Phytophtora infestans*; *S. chilense* con tolerancia a sequía, resistencia viral y nemátodos y *S. peruvianum* con tolerancia a TSWV y al frío (Soler & Nuez, 2004; Gabriel *et al* 2013).

En Bolivia el número de especies silvestres de tomate es reducida, a la fecha se han reportado solo dos, *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* y *S. chmielewskii* (Peralta *et al*. 2008), pero con aparente diversidad dentro de cada especie. Es por ello que consideramos que es importante realizar un análisis de la diversidad genética de los parientes silvestres de tomate encontrados en Bolivia para conocer la variabilidad existente en los materiales colectados y hacer un uso eficiente de los recursos genéticos disponibles.

Los microsatelites (SSR) son los marcadores moleculares de elección para análisis de diversidad genética debido a sus características de elevado polimorfismo, codominancia y multialelismo (He *et al.* 2003).

Por lo mencionado los objetivos propuestos en el presente trabajo desarrollado en el marco del proyecto "Desarrollo y valoración de recursos genéticos de tomate para su utilización en mejoramiento genético de Solanáceas frente a estrés biótico y abiótico", ejecutado por la Fundación PROINPA con el financiamiento del Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria (FONTAGRO) fueron: analizar la diversidad genética del tomate silvestre (*Solanum* spp.) boliviano a nivel molecular con microsatélites, determinar la estructura genética de la colección e identificar materiales potencialmente duplicados al interior de la colección evaluada.

Materiales y métodos

El material evaluado estuvo constituido por colectas provenientes de distintos pisos agroecológicos del país y por accesiones donadas del Centro de Recursos Genéticos de Tomate (TGRC por sus siglas en inglés)" de California, Estados Unidos que incluyó germoplasma de *S. neorickii,* considerada especie hermana de *S. chmielewskii*. En total se analizaron 54 accesiones de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme,* 3 de *S. neorickii* y 10 de *S. chmileweski.*

La extracción de ADN genómico se realizó mediante el protocolo de CTAB 2X (hexadecil bromuro de trimetil amonio) de Doyle y Doyle (1990). La cuantificación de ADN se hizo por electroforesis en geles de agarosa al 1% visualizado con bromuro de etidio y digitalizado en presencia de luz ultravioleta con un fotodocumentador Chemidoc XRS (Bio-Rad, Hercules, CA, USA) utilizando el programa Quantity One. Los microsatélites se compendiaron de la base de datos Tomato Mapping Resource Database (www.tomatomap.net/), y la amplificación de fragmentos se realizó en un termociclador GeneAmp PCR System 9700 (Applied Biosystems, USA).

Los perfiles moleculares producto de la amplificación de microsatélites fueron transformados a matrices binarias (1 presencia y 0 ausencia), con las que se logró generar la matriz de distancias mediante coeficiente de similitud de Jaccard con el programa NTSyS PC-2.10 (Zambrano *et al*. 2003). Con la matriz generada se hizo el cálculo de los índices de diversidad como el índice de contenido polimórfico (PIC), heterocigocidad (H) y frecuencias alélicas.

Para los análisis de conglomerados se utilizó el método de ligamiento promedio UPGMA (Unweighted Pair-Group with Arithmetic Mean). También se realizó el análisis de Coordenadas Principales mediante el paquete estadístico NTSYS-PC 2.10.

Resultados y Discusión

La frecuencia alélica es una medida de la presencia continua o asidua de un alelo en una población, o de la proporción que representa de todos los alelos de un gen (Vicente *et al.,* 2004). En el Cuadro 1 se presentan las frecuencias alélicas y el tamaño en pares de bases (pb) de los alelos amplificados para cada uno de los microsatélites utilizados. Se encontró un rango de tamaño que va de 155 a 294 pb., en general se trata de fragmentos pesados, similar al encontrado por García *et al (*2006). Las frecuencias alélicas son parámetros importantes para medir el polimorfismo de cada iniciador, en este caso nos indican que el número de alelos detectados depende de la cantidad y diversidad del material evaluado.

Cuadro 1. Frecuencias alélicas y tamaño en pares de base (pb) para los 13 marcadores microsatélites utilizados en el análisis de diversidad genética de tomate silvestre

Nº	SSR349A		SSR47		TOM184		SSR318		SSR96		SSR383		SSR63		TOM152		TOM49		LEVCOH		TOM188		TOM236		SSR333	
	Frec. A	T.-pb	Frec. A	T.-pb	Frec. A	T.-pb	Frec. A	T.-pb	Frec. A	T.-pb	Frec. A	T.-pb	Frec. A	T.-pb	Frec. A	T.-pb	Frec. A	T.-pb	Frec. A	T.-pb	Frec. A	T.-pb	Frec. A	T.-pb	Frec. A	T.-pb
1	0,0541	249	0,2030	191	0,0226	176	0,0720	268	0,0088	226	0,1224	206	0,2756	204	0,2131	221	0,1812	205	0,0240	167	0,0178	155	0,2936	173	0,0136	212
2	0,2072	253	0,0677	195	0,3083	182	0,1840	278	0,7699	229	0,0680	220	0,0630	216	0,0246	223	0,0145	207	0,0480	169	0,0178	159	0,0459	175	0,0204	218
3	0,0811	255	0,0376	203	0,4060	185	0,0560	280	0,0354	233	0,1224	222	0,3386	224	0,3443	229	0,0362	209	0,0160	171	0,1065	161	0,0092	177	0,1565	220
4	0,6486	257	0,2256	205	0,1203	191	0,0240	284	0,0619	235	0,1769	229	0,0472	226	0,2705	231	0,0435	217	0,1840	173	0,1716	175	0,0826	184	0,4150	222
5	0,0090	261	0,1805	207	0,1203	194	0,1120	288	0,0265	237	0,0476	231	0,1732	230	0,0738	233	0,2029	221	0,0160	175	0,0118	177	0,0183	193	0,0340	224
6			0,2857	209	0,0226	197	0,0480	290	0,0796	241	0,2109	258	0,0236	232	0,0246	235	0,3188	223	0,2560	177	0,0473	185	0,0367	195	0,0884	230
7							0,5040	294	0,0177	265	0,2313	260	0,0472	234	0,0246	245	0,0072	225	0,0400	179	0,2544	187	0,0092	201	0,0680	232
8											0,0204	262	0,0315	240	0,0246	248	0,0072	233	0,0560	181	0,0355	189	0,0275	207	0,0408	236
9																	0,1232	242	0,0240	185	0,0059	191	0,1376	209	0,0272	238
10																	0,0072	251	0,2960	187	0,2189	193	0,1284	211	0,0272	240
11																	0,0145	253	0,0080	189	0,0592	195	0,1468	229	0,0136	242
12																	0,0435	266	0,0160	201	0,0473	211	0,0459	233	0,0204	246
13																			0,0160	207	0,0059	221	0,0183	237	0,0068	252
14																									0,0136	256
15																									0,0068	260
16																									0,0408	262
17																									0,0068	266

Frec. A=Frecuencia Alelica; T.-pb=Tamaño en pares de bases.

En conjunto los 13 marcadores detectaron un total de 123 alelos en las 67 accesiones analizadas, obteniendo un rango de 5 a 17 alelos por locus y un promedio de 9,4 (Cuadro 2).

En el Cuadro 2 se observa que los marcadores con mayor número de alelos son SSR333 con 17 alelos, LEVCOH15, TOM236 y TOM188 con 13 alelos y TOM49 con 12 alelos. Los SSR con menor número de alelos son el SSR349 con 5 alelos, TOM184 y SSR47 con 6 alelos, este último con valores mayores a lo reportado por Savo *et al.* (2012).

El valor de PIC es similar al valor de heterocigosidad y oscila entre 0 y 1. Este índice evalúa la informatividad de un marcador en la población de acuerdo a las frecuencias de los alelos (Aranguren, 2005). B- *S. chmielewskii* y *S. neorickii*

Comparando el valor de polimorfismo para cada microsatélite generado en la población se observa que el microsatélite TOM236 es el más polimórfico con un valor de 0.83 y 0.84 para el PIC y H respectivamente, con un total de 13 alelos que van de 173 a 237 pb, seguido en forma descendente por TOM188, SSR383, TOM49, LEVCOH15, SSR333, SSR47, SSR63, TOM152, TOM184, TOM 318, SSR349 y SSR96 (ver Cuadro 2).

Para el marcador TOM236 nuestros resultados son coincidentes con lo reportado por Forrest (2008). Yang *et al.* (2004) sugirieron que estos microsatélites son buenos por su alto polimorfismo lo cual se confirmó en este estudio.

En cambio los marcadores con el PIC más bajo corresponden al SSR96 con valores de 0.38 y 0.39, y al SSR349 con 0.48 y 0.53 para el PIC y H respectivamente, estos últimos con valores bajos respecto a lo reportado por Forrest (2008), esto puede ser debido a que la mayoría de estos microsatélites fueron probados en variedades de tomate cultivado *S. lycopersicum* y en otras especies de tomate silvestre como *S. pimpinelifolium, S. habrochaites* y *S. penneli.*

Cuadro 2. Análisis de diversidad genética de tomate silvestre para 13 SSR.

Nº	Locus	Forward Primer	Reverse Primer	Nº alelos	Ae	H	PIC
1	LEVCOH15	GCAACCACCAATGTTCATTACA	AAGCTAAATCTGGCTTGTGGAG	13	5,09	0,80	0,78
2	SSR318	GCAGAGGATATTGCATTCGC	CAAACCGAACTCATCAAGGG	7	3,21	0,69	0,66
3	SSR333	GTTCCCGCTTGAGAAACAAC	CCAATGCTGGGACAGAAGAT	17	4,62	0,78	0,77
4	SSR349A	GAGTGATCATCCATCCTCTCA	GGAAGAGACTTTGGACTAAGGGA	5	2,11	0,53	0,48
5	SSR383	ATTGTACAAAGACCCGTGGC	GTTGCACACTGGATCAATGC	8	6,00	0,83	0,81
6	SSR47	TCCTCAAGAAATGAAGCTCTGA	CCTTGGAGATAACAACCACAA	6	4,71	0,79	0,75
7	SSR63	CCACAAACAATTCCATCTCA	GCTTCCGCCATACTGATACG	8	4,34	0,77	0,74
8	SSR96	GGGTTATCAATGATGCAATGG	CCTTTATGTCAGCCGGTGTT	7	1,65	0,39	0,38
9	TOM152	ATTCAAGGAACTTTTAGCTCC	TGCATTAAGGTTCATAAATGA	8	4,08	0,76	0,72
10	TOM184	CAACCCCTCTCCTATTCT	CTGCTTTGTCGAGTTTGAA	6	3,45	0,71	0,66
11	TOM188	CCCACCTTTTTACCTCTCCC	GGAAGATGGTATTTTTGGAAA	13	6,11	0,84	0,82
12	TOM236	GTTTTTTCAACATCAAAGAGCT	GGATAGGTTTCGTTAGTGAACT	13	6,36	0,84	0,83
13	TOM49	AAGAAACTTTTTGAATGTTGC	ATTACAATTTAGAGAGTCAAGG	12	5,09	0,80	0,78

Donde: *Ae = Número efectivo de alelos. PIC = Contenido de información polimórfica para la discriminación de las accesiones, H= Nivel de heterocigosidad para cada marcador microsatélite.*

El análisis de agrupamiento (UPGMA) de los datos de la matriz de distancia genética utilizando el coeficiente de Jaccard, generó un dendrograma que muestra una estructura genética bien definida ya que se puede distinguir un grupo grande conformado por (A) *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (asilvestradas) **y** otro grupo pequeño conformado por (B) *S. neorickii* y S. *chmielewskii* (silvestres) (Fig. 1.), apreciándose que los dos grupos formados son genéticamente distintos. Se resalta también que en la agrupación formada por la especie *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* se distinguen sub-grupos formados por accesiones colectadas en Bolivia y accesiones donadas por el TGRC, donde existe una amplia diversidad genética con un coeficiente de similitud entre 0.6 y 0.7. A diferencia de estudios de Peteira *et al.* (2001) y Arias *et al.* (2010) que obtuvieron una baja diversidad genética en los materiales *cerasiformes*.

Las accesiones del grupo (A) recientemente colectadas CL005, CL008 y CL010 presentan una similitud genética con las accesiones donadas LA2077 y LA2807, esta similitud genética puede ser debido a que todas ellas provienen de la zona de los Yungas de La Paz y Beni (PROINPA, 2014).

En cambio las accesiones LA2095 de Ecuador y la LA1385 de Perú del TGRC presentan una distancia genética alejada diferenciándose de los materiales de origen boliviano.

El análisis también permite identificar accesiones potencialmente duplicadas, como es el caso de las accesiones CL001, CL012; CL012, CL013; CMP 017 y CMP031 que se encuentran por par en una sola rama, lo que indica que son genéticamente cercanas.

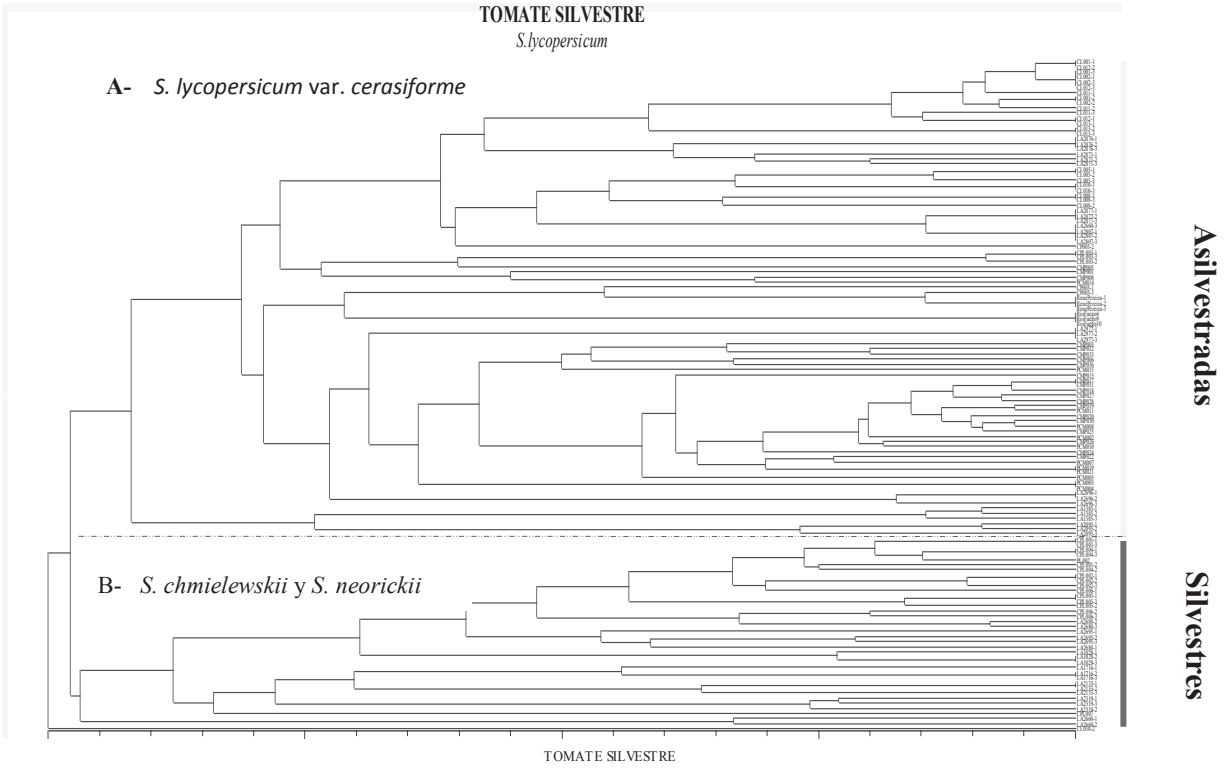


***Figura 1**. Dendrograma generado por el programa NTSYS PC 2.10 mediante el análisis de UPGMA y coeficiente de similitud de Jaccard a partir de datos de 13 marcadores microsatélites en accesiones de (A) S. lycopersicum var cerasiforme, y (B) S. neorickii y S. chmielewskii.*

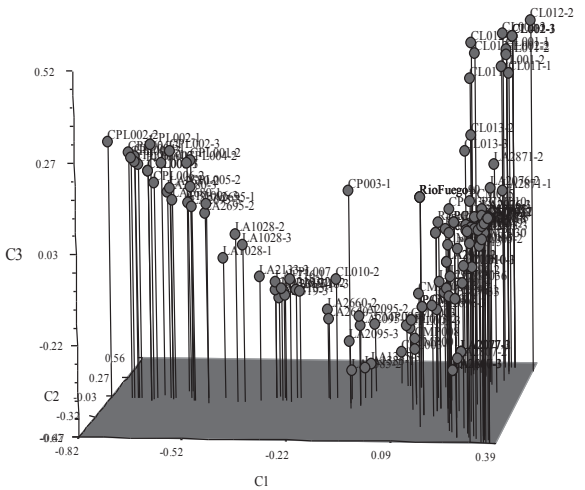


***Figura 2.** Coordenadas principales 3D de tomate silvestre Solanum spp.*

En la Figura 2 del análisis de Coordenadas Principales, los puntos representados en el espacio tridimensional revelan una estructura genética definida con la agrupación de las accesiones de tomate silvestre en dos grupos alargados en forma vertical que corresponden a las denominadas asilvestradas y silvestres lo que confirma la estructura del dendrograma de la Figura 1.

Conclusiones

Los microsatélites utilizados en esta evaluación fueron altamente informativos para discriminar la diversidad genética de tomate silvestre porque resultaron tener un alto nivel de polimorfismo ya que presentan valores de índice de contenido polimórfico (PIC) de 0.83 a 0.72 siendo los más polimórficos TOM236, TOM188, SSR383, TOM49, LEVCOH15, SSR333, SSR47, SSR63 y TOM152.

El análisis molecular denota una amplia diversidad genética dentro el grupo de *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* distinguiéndose al menos 16 agrupaciones que varían de 0.6 a 0.7 según el coeficiente de Jaccard.

El dendrograma generado a partir de datos moleculares muestran una estructura poblacional claramente definida donde se observa que las accesiones evaluadas forman grupos diferenciados, siendo *S. lycopersicum* var. *cerasiforme* (asilvestrada) genéticamente diferente de *S. neorickii* y *S. chmielewskii* (silvestres), y éstas dos últimas genéticamente similares entre sí, lo que es confirmado por el análisis de coordenadas principales.

Se logró identificar accesiones potencialmente duplicadas dentro del grupo de las *cerasiformes*: CL001, CL012; CL012, CL013; CMP017 y CMP031 porque son cercanas genéticamente.

Referencias citadas

Aranguren-Méndez JA, Román-Bravo R, Isea W, Villasmil Y, Jordana J. 2005. Los microsatélites (STR's), marcadores moleculares de ADN por excelencia para programas de conservación: una revisión. Archivos Latinoamericanos de Producción Animal, 13(1):30-42

Arias Y., Peteira B., González I., Martínez Y., Miranda I. 2010. Variabilidad Genética entre Genotipos Promisorios de Tomate (*Solanum lycopersicum*) Obtenidos en Programas de Mejoramiento Frente al Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria, Revista de Protección Vegetal, Havana Cuba, 25:3.

Bai Y, Lindhout P. 2007. Domestication and Breeding of Tomatoes: What have We Gained and What Can We Gain in the Future? Annals of Botany, 100:1085-1094

Crespo M. 2010. Guía en el manejo del cultivo de tomate en invernadero. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia.

Doyle J., Doyle J. 1990. Isolation of plant DNA from fresh tissue Focus 12(1):13

FAOSTAT. 2012. FAO Statistical Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. http://faostat.fao.org. (consulta Enero 2013).

Forrest HS. 2008. Inheritance and mapping of resistance to bacterial spot race t4 xanthomonas perforans in tomato, and its relationship to race t3 hypersensitivity, and inheritance of race t3 hypersensitivity from pi 126932. University of Florida.

Gabriel J., Sanabria D., Veramendi S., Plata G., Angulo A., Crespo M .2013. Resistencia genética de híbridos de tomate (s*olanum lycopersicum*. (Mill.) al virus del bronceado (tswv). Rev. Agronomía Costarricense 37(1): 61-69.

García-Martínez S, Andreani L, García-Gusano M, Geuna F, Ruiz J. 2006. Evaluation of amplified fragment length polymorphism and simple sequence repeats for tomato germplasm fingerprinting: utility for grouping closely related traditionalcultivars. Genome 49:648–656.

He C., Poysa V., and Yu K. 2003. Development and characterization of simple sequence repeat (SSR) markers and their use in determining relationships among Lycopersicon esculentum cultivars, Theoretical and Applied Genetics, 106(2): 363–373.

Peralta I. E. & D. M. Spooner. 2007. History, Origin and Early Cultivation of Tomato (Solanaceae). *In*: M. K. Razdan and A. K. Mattoo (eds). Genetic Improvement of Solanaceous Crop, Vol. 2: Tomato. Science Publishers. Enfield, New Hampshire, USA. pp:1-24.

Peralta I., Spooner M., Knapp S. 2008. Systematic botany Monographs, Taxonomy of Wild

Tomatoes and their Relatives (Solanum sect. Lycopersicoides, sect. Juglandifolia, sect. Lycopersicon; Solanaceae), vol:84.

Peteira B., Fernández E., González–Chavez M., Shagarodsky T., Miranda I. 2001. Aplicación de marcadores RAPD al estudio de la diversidad genetica en variedades de tomate y especies salvajes relacionadas en Cuba, Departamento de Fitopatología, División de Protección de Plantas, Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA), 16 : 84-91.

PROINPA, 2014. Informe técnico final Proyecto SolSil. Componente 2: Caracterización de colecciones de germoplasma. Cochabamba-Bolivia.

Savo ML, Marmiroli MMarta, Maestri E, Marmiroli N. 2012. Genetic characterization of Italian tomato varieties and their traceability in tomato food products. Food Science & Nutrition 1(1):54–62

Soler S., Nuez F. 2004. Genes de Resistencia en cultivos hortícolas. Resistencia genética a patógenos vegetales. Editorial de la UPV. 393-463.

Vicente M.C; Lopez C.; Fulton,T. 2004. Análisis de la Diversidad Genética Utilizando Datos de Marcadores Moleculares: Módulo de Aprendizaje. 1 Ed. Vol2. Instituto Internacional de Recursos Filogenéticos (IPGRII), Roma – Italia.

Yang W., Sacks E. J., Lewis M. L. Ivey, Miller S. A., and Francis D. M. 2004. Resistance in Lycopersicon esculentum Intraspecific Crosses to Race T1 Strains of Xanthomonas campestris pv. Vesicatoria Causing Bacterial Spot of Tomato, Department of Horticulture and Crop Science, and third and fourth authors: Department of Plant Pathology, The Ohio State University, Ohio Agricultural Research and Development Center. 95:519-527.

Zambrano A.Y, Demey J.R., Fuenmayor F., Segovia V., Gutiérrez Z. 2003. Diversidad genética de una colección de yuca a través de marcadores moleculares RAPDS. Agronomía Trop., Venezuela 2 (53): 155-174.

AVANCES EN LA CARACTERIZACIÓN VARIETAL DE CINCO ECOTIPOS DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.), MONTEAGUDO, CHUQUISACA

Sergio D. Padilla T.[1] & Heriberto Reynoso M.[1]
[1]Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria.
Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca.
Email: serginho_dennis@hotmail.com.

Resumen

La domesticación del maní se inició hace unos 4.000 años, en el sur de Bolivia y el noroeste de Argentina. Hoy en día se lo cultiva en todos los países tropicales y subtropicales. El objetivo de la investigación fue evaluar y caracterizar la diversidad varietal de cinco ecotipos de maní en la zona agroecológica productora de maní del Municipio de Monteagudo localizada en la comunidad del Zapallar. Se utilizó dos descriptores IBPGR e ICRISAT para evaluar características cualitativas y cuantitativas. De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo establecer y validar un descriptor varietal local para los ecotipos de maní. Se determinó diferencias significativas en cada una de sus características cualitativas y cuantitativas entre los ecotipos Overo Guarayo, Overo Baicua, Colorado de Roldana; los ecotipos Coloradito Ingre y Coloradito Chiquitano no fueron estadísticamente diferentes en sus características cuantitativas. Los resultados favorecen crear condiciones para diversidad de este cultivo que genera ventajas competitivas de acceso a mercados y las sostenibilidad de los sistemas productivos de los agricultores de maní, en comunidades productoras de los Municipios de Monteagudo, Villa Vaca Guzmán y Huacareta.

Palabras claves: *caracterización, centro genético, varietal.*

Introducción

El cultivo de maní al ser centro de origen, en Bolivia es realizado por pequeños agricultores y en pequeñas extensiones (de una a dos hectáreas). Se distribuye en diferentes regiones del territorio, entre las zonas productoras se encuentran los valles interandinos de occidente, los valles orientales y la zona sur del país, siendo el polo más importante de producción la región del Chaco, (Krapovickas et al. 2009).

Entre los aspectos más importantes a considerar en los programas de mejoramiento de este cultivo, a nivel internacional y a nivel nacional, está la obtención de genotipos con buen comportamiento agronómico, lo que incluye características como el porte, la uniformidad en la maduración, la estabilidad, las condiciones estéticas de vainas y semillas, el contenido de proteína y aceite en el grano y el tamaño del mismo; otro de los aspectos considerados es su resistencia, o al menos tolerancia a las principales enfermedades que afectan al mismo en las diferentes condiciones ecológicas donde se desarrollará su producción (Pedelini 2008).

Este trabajo de investigación, forma parte de las actividades del proyecto BEISA 3, y el Gobierno Autónomo Municipal de Monteagudo, con el cual se plantea contar con nuevo material genético de mayor rendimiento, como cultivo potencial de la región que garanticen la alta calidad requerida, para diferentes formas de consumo humano del maní.

Materiales y métodos

Material vegetal manejo agronómico

Los ecotipos de maní bajo estudio, actualmente en proceso de mejoramiento por el proyecto BEISA-3, en su componente de Agroecología, paralelamente se viene incrementado la semilla en parcelas de selección con agricultores cooperadores. En la tabla 1 se muestra los ecotipos sujetos de estudio.

Tabla 1. Ecotipos de maní caracterizados morfológicamente en la gestión 2013-2014

Ecotipo	Origen	Tipo
Coloradito Ingre	Rosario del Ingre (Huacareta)	Virginia
Coloradito Chiquitano	Santa Cruz	Virginia
Colorado Roldana	Roldana (Monteagudo)	Virginia
Overo Guarayo	Rosario del Ingre (Huacareta)	Virginia
Overo Baicua	Iguembe (Villa Vaca Guzmán)	Virginia

Ubicación del ensayo

Se evaluó y caracterizó morfológicamente 5 ecotipos de maní, germoplasma que fue recolectado de diferentes comunidades de los Municipios de Monteagudo, Villa Vaca Guzmán y Huacareta, el trabajo de investigación fue establecido en la parcela comunal de El Zapallar, distante a 5 km de la localidad de Monteagudo.

La comunidad de San Pedro del Zapallar, se encuentra ubicada cerca al centro poblado de Monteagudo, se ubica entre las siguientes coordenadas geográficas: 63º53´28´´ de longitud Oeste de Greenwich y en el paralelo 19º48´37,4´´ de Latitud Sud. Presenta rangos de altitud de 1137 m.s.n.m. se tiene una temperatura media de 20,40ºC, presentan un clima predominante, sub-húmedo y húmedo, las características del suelo son arcillosos, arcillo-arenoso y muestra una precipitación media anual de 1009 mm/año (PDM Monteagudo 2007-2011).

Manejo agronómico

El presente trabajo de investigación se estableció en parcela de una superficie de 250 m^2. El manejo agronómico se hizo la siembra manual, el control de plagas, enfermedades se hizo con químicos. El control de malezas se realizó con la ayuda de un azadón en varias oportunidades.

Diseño estadístico y variables estudiadas

Se ajustó a un diseño completamente al azar (DCA), evaluando las siguientes variables: Durante la primera etapa de evaluación a la fecha se ha obtenido datos de las variables o características agronómicas cualitativas y cuantitativas evaluadas en cada uno de los ecotipos de maní, según IBPGR e ICRISAT (1992), además considerando las aseveraciones científicas respecto al efecto de genotipo más ambiente, su influencia en las manifestaciones fenotípicas según SAGARPA (2013), que se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Descriptores para maní (*Arachis hipoogaea* L.) IBPGR e ICRISAT (1992)

Características morfológicas cualitativas	Características morfológicas cuantitativas
Habito de crecimiento	Altura del tallo principal (cm)
Disposición de las ramas	Ancho de la planta (cm)
Pigmentación del tallo	Longitud del foliolo (cm)
Tipo de inflorescencia	Ancho del foliolo (cm)
Color del contorno del estandarte	Largo del peciolo (cm)
Color del ala de la flor	Números de semilla por vaina
Pigmentación de los ginóforos	Largo de la vaina (mm)
Forma del foliolo	Ancho de la vaina (mm)
Forma del peciolo	Alto de la vaina (mm)
Superficie del peciolo	
Punta de la vaina	
Estrangulamiento de la vaina	
Reticulación de la vaina	

Se realizó el seguimiento a cada planta de manera individual y para cada uno de los caracteres cuantitativos se realizó los valores medios poblacionales, así como otros estadísticos como la desviación típica, intervalo de confianza para la media (al 95%) y el coeficiente de variación.

Resultados y discusión

Al finalizar la campaña agrícola 2013-2014 y después de aplicar los descriptores durante el desarrollo morfológico de los ecotipos de maní en estudio, se obtuvieron los siguientes datos de las medias para cada una de las características morfológicas cualitativas y cuantitativas, según se muestran en las tablas 3 y 4, quedando pendiente la evaluación de otras variables que complementaran la presente investigación, entre estos el rendimiento.

Tabla 3. Características cualitativas de 5 ecotipos de maní (Gestión agrícola 2013-2014)

Descripción	Ecotipos				
	Coloradito Ingre	Coloradito Chiquitano	Colorado de Roldana	Overo Guarayo	Overo Baicua
Habito de crecimiento	Decumbente-1(rastrero-1)	Decumbente-1 (rastrero-1)	Erecto	Decumbente-3	Decumbente-3
Disposición de las ramas	alterna	Alterna	Alterna	alterna	alterna
Pigmentación del tallo	presente	Presente	presente	presente	presente
Superficie del tallo	Densamente pubescente	Densamente pubescente	Poco pubescente	Poco pubescente	Densamente pubescente
Tipo de inflorescencia	compuesta	compuesta	compuesta	compuesta	compuesta
Color del contorno del estandarte	21-A. naranja-amarillento	17-A. Naranja-amarillento	23-A. Naranja-amarillento.	20-A. Naranja-amarillento.	15-A. Naranja-amarillento.
Color del ala de la flor	8-B. Amarillo-claro	2-A. Amarillo.	9-A Amarillo.	9-B. Amarillo.	7-A Amarillo.
Pigmentación de los ginoforos	Presente.	Presente.	Presente.	Presente.	Presente.
Forma del foliolo	Elíptico-Ancho.	Elíptico-Ancho.	Elíptico-oblongo. (orbicular)	suborbicular	Elíptico-ancho
Forma del peciolo	No acanalado	Acanalado	acanalado	Poco acanalado	Poco acanalado
Superficie del peciolo	Densamente pubescente	Densamente pubescente	Poco pubescente	Poco pubescente	Densamente pubescente
Punta de la vaina	Sin punta	Sin punta	Moderado	Prominente	Moderado
Estrangulamiento de la vaina	Sin estrangulamiento	Sin estrangulamiento	moderada	Profundo	Sin estrangulamiento
Reticulación de la vaina	Prominente	Prominente	Moderado	Moderado	Moderado

Tabla 4. Características cuantitativas de 5 ecotipos de maní (Gestión agrícola 2013-2014)

Característica	Ecotipos					CV
	Coloradito Ingre	Coloradito Chiquitano	Colorado de Roldana	Overo Guarayo	Overo Baicua	
Altura del tallo principal (cm)	14,97	15,80	26,93	36,13	25,60	23,89 36,68
Ancho de la planta (cm)	59,87	55,57	36,13	60,03	60,30	54,38 19,10
Longitud del foliolo (cm)	4,92	4,38	4,80	5,47	5,48	5,01 9,37
Ancho del foliolo (cm)	2,2	2,04	2,20	2,35	2,31	2,20 5,43
Largo del peciolo (cm)	3,95	3,68	4,96	4,38	5,36	4,47 15,57
Números de semilla por vaina	2,01	2,03	2,05	2,23	2,76	2,22 14,28
Largo de la vaina (mm)	33,65	34,14	44,13	41,96	50,18	40,81 17,15
Ancho de la vaina (mm)	15,42	15,50	16,65	16,51	18,19	16,45 6,82
Alto de la vaina (mm)	16,56	16,74	18,62	18,36	19,86	18,03 7,66

Conclusiones

A partir de los descriptores del IBPGR e ICRISAT, se ha adecuado y validado un descriptor varietal local para los ecotipos de maní en producción, apropiadas para las comunidades productoras del Municipio de Monteagudo.

Se obtuvieron diferencias en cada una de sus características cualitativas y cuantitativas entre los ecotipos Overo Guarayo, Overo Baicua, Colorado de Roldana; los ecotipos Coloradito Ingre y Coloradito Chiquitano no fueron estadísticamente diferentes en sus características cuantitativas.

Referencias citadas

IBPGR e ICRISAT. 1992. Descriptores para maní. International Board for Plant Genetic Resources, Roma; Italia, International Crops Research Institute for the Semi-AridTropics, Patancheru, India. 50 p.

Krapovickas, A., Ricardo, O., José R., David, E., Williams & E. Charles. 2009. Las razas de Maní de Bolivia, La Paz – Bolivia.

Pedelini R. 2008. Maní - Guía para su cultivo. INTA. Argentina

SAGARPA 2013.Guía para la descripción varietal. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, D.F.

CARACTERIZACIÓN MORFOAGRONÓMICA PRELIMINAR DE GERMOPLASMA DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) EN EL DEPARTAMENTO DE SANTA CRUZ, BOLIVIA

Victor Hugo Vaca y Tito Anzoategui
Instituto de Investigaciones Agrícolas El Vallecito, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia. Email: vh_val@hotmail.com

Resumen

La yuca es uno de los cultivos tropicales importantes en el departamento de Santa Cruz. El objetivo de este estudio fue caracterizar preliminarmente las características fenotípicas y agronómicas de 20 clones de yuca, además de evaluar sus atributos productivos. Se evaluaron las características de los tallos, raíces, además del rendimiento y la producción de materia seca. El ensayo se realizó en los predios del Instituto de Investigaciones Agrícolas El Vallecito. En cuanto a la evaluación de las características morfológicas se observaron expresiones de diversidad genética entre los diferentes materiales en estudio. Se pudo observar que la totalidad de los clones tienen pubescencia en el tallo y son de hábito de crecimiento recto. El 55% de los clones tienen ramificación tricotómica. De la misma manera respecto la capacidad productiva se observaron diferencias entre materiales con rendimiento sobresalientes como el clon Rama Verde (UVY 012) en las dos evaluaciones 48 y 50 tn/ha, seguido por Negro (UVY 014) que tuvo un rendimiento de 38 y 41 tn/ha respectivamente. Con respecto al contenido de materia seca el germoplasma que más sobresalió fue Chaparral (UVY 015). También se pudo observar una diferenciación marcada en rendimiento y producción de materia seca en el tiempo de cosecha. La información generada sobre las características fenotípicas y agronómicas es muy importante para que el agricultor pueda considerar para fines de producción en las diferentes zonas del departamento.

Palabras claves: *Germoplasma, rendimiento, materia seca, características morfológicas.*

Introducción

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz), proporciona el sustento de 500 millones de agricultores y un sin número de procesadores y comerciantes de todo el mundo. Es el alimento básico para centenares de millones de personas en el cinturón tropical y subtropical, además de ser una materia prima para numerosas aplicaciones industriales (FAO, 2003).

Por otra parte es una fuente de la seguridad alimentaria, no solo porque se puede cultivar en tierras menos productivas, sino porque es una fuente de ingresos para los productores, y en general una fuente de bajo costo de los alimentos (FAO, 2003).

Existen más de 6.000 variedades de yuca y más de 20.000 accesiones distribuidas en los bancos de germoplasma a nivel mundial (Franco 2007, Ceballos y Cruz 2002). Bolivia en toda su geografía cuenta con alrededor de una variabilidad de clones locales que contribuyen a engrandecer esta diversidad genética, los cuales pueden llegar a 200 clones distribuidos en toda la zona tropical y subtropical del país. (Vargas M., Comunicación personal).

La biodiversidad representa un importante bien socioeconómico y, dentro de este contexto, la zona de los llanos de Bolivia se configura como un gran depositario de recursos genéticos de yuca. Las variedades colectadas en la zona subtropical de Santa Cruz tienen un alto valor, calidad y adaptación a las condiciones ecológicos locales que podría aumentar la posibilidad de que en un futuro próximo, esta especie cumplirá con las demandas de la alimentación humana (yuca fresca, almidón, harinas) y alimentación animal (como parte del alimento balanceado), además de otros subproductos.

Desde los años 90´s, el Instituto de Investigaciones Agrícolas El Vallecito (IIA El Vallecito), ha estado trabajando en la colecta y conservación de la variabilidad de clones existentes en el departamento y en el país. El objetivo de este estudio fue caracterizar y documentar fenotípica y agronómicamente el germoplasma de yuca. La caracterización, el uso y la conservación de la diversidad de material genético de yuca tienen la meta final que las potencialidades de las características particulares de cada material

genético, puedan ser aprovechadas por los agricultores con fines alimenticios o económicos en el marco de un enfoque de sostenibilidad. El banco de germoplasma de yuca del IIA El Vallecito es considerado único en Bolivia.

Materiales y Métodos

Ubicación

El ensayo fue establecido en el Instituto de Investigaciones Agrícolas "El Vallecito", en un suelo de textura franco arenoso de baja fertilidad, que anteriormente se encontraba con cultivo de frejol. El IIA "EL Vallecito" está situado a 17°42'11'' de latitud sur y 63°08'52'' de longitud oeste, está a una altitud de 398 msnm, con una precipitación media anual de 1433 mm distribuidos mayormente entre los meses de octubre a abril, la temperatura media anual es de 24,6 °C.

Material vegetal

Para este estudio, se utilizaron 20 accesiones de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) perteneciente a la colección del banco de germoplasma del I.I.A "El Vallecito" (Cuadro 1).

Cuadro 1. Germoplasma de yuca que se evaluó en la campaña 2011-2012

CÓDIGO	ORIGEN O PROCEDENCIA	NOMBRE COMÚN DEL CLON
UVY 001	Warnes-SC	Rama negra
UVY 002	Minero-SC	Collita
UVY 003	S. J. Chiquitos-SC	Amarilla
UVY 004	Norte -SC	Morada
UVY 005	S. J. Chiquitos-SC	Josesana
UVY 006	S. J. Chiquitos-SC	Porteña
UVY 007	Norte -SC	Piraquiña
UVY 008	Cotoca-SC	Moja rosada
UVY 009	4 cañadas-SC	Paraguayita
UVY 010	Porongo-SC	Porongueña
UVY 011	Paurito-SC	Cogollo morado
UVY 012	Paurito-SC	Rama verde
UVY 013	Portachuelo-SC	Gancho
UVY 014	Paurito-SC	Negra
UVY 015	La Bélgica-SC	Chaparral
UVY 016	Brecha Sur-SC	Blanca
UVY 017	Brasil	Brasil-1
UVY 018	Brasil	Brasil-2
UVY 019	Brasil	Brasil-3
UVY 020	Brasil	Brasil-4

Establecimiento del ensayo

El suelo para la siembra fue preparado con anterioridad mediante una pasada de arado profundo y dos pasadas de rastra para dejar el terreno adecuado para la siembra. La siembra se realizó en el mes de agosto de junio del año 2011 bajo el diseño experimental de bloques en franjas. Cada variedad fue establecida en 2 surcos de 14 m de longitud, se establecieron un total de 20 accesiones de germoplasmas de yuca perteneciente a la colección que conserva el IIA "El Vallecito". La distancia de plantación para todas las accesiones de germoplasma fue de un metro entre surco y sobre surco obteniendo una población de 10.000 plantas por hectárea.

Rendimiento en yuca fresca

Con el propósito de estimar los rendimientos por unidad de superficie, los datos sobre producción de raíces se realizó la evaluación mediante una balanza, pesándose la cantidad de raíces totales, obteniendo el promedio en base al peso de 16

plantas del centro, cosechadas a los 11 y 12 meses, para luego transformar el rendimiento en tn/ha.

Contenido de materia seca

Para determinar el contenido de materia seca de las raíces de yuca se procedió a evaluar a los once y doce meses de su plantación inicial por medio del método de la gravedad específica. Este método consistió en pesar 3 kg de yuca fresca recién cosechada y pesar los mismos 3 kg en un recipiente con agua, este resultado viene a ser el peso específico de la yuca. Una vez conocido el peso específico de cada clon se hizo una correlación con el contenido de materia seca, con una aproximación del 95 %, con el uso de tablas de conversión proporcionadas por el CIAT de Colombia.

Resultados y Discusión

El presente estudio describe características relacionadas al tallo, a la raíz y a la capacidad productiva del germoplasma.

Características del tallo

Del germoplasma evaluado, todos presentaron pubescencia, el cual es un carácter cualitativo muy importante pues la pubescencia estaría estrechamente relacionada con la resistencia a algunas plagas de la parte aérea de la planta (Cuadro 2), con diferencia en concentración o mayor presencia que otros.

El hábito de crecimiento observado en todo el germoplasma muestra una clasificación ideal para el manejo y producción del cultivo (clase recta), lo que facilita la cosecha, almacenamiento y manejo del mismo como semilla para la nueva plantación. Otro factor es el hábito de ramificación y los niveles de la misma, observándose tres grupos de planta según ésta característica, además estos factores influyen sobre la disponibilidad de tallos primarios y secundarios, que son los más usados como material para una próxima siembra. En los clones analizados se observaron ramificaciones tricotómica (55%), dicotómica (5%) y tipo erecto (40%).

Características de la raíz

En el material evaluado se observan características de la raíz que se adecuan a los requeridos para consumo directo, como también para la industria en una diversidad de caracteres morfológicos y de interés agronómico. Caracteres como la coloración externa de la pulpa, textura y facilidad de pelado, si bien hay patrones similares, tienen particularidades que hacen una valoración especial del germoplasma en estudio. El 85% tiene fácil desprendimiento de la corteza, el 95 % es de pulpa blanca, el 90% presentó el color marrón oscuro en su parte externa, y el 75% es de textura lisa (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características del tallo y raíces de germoplasma de yuca, evaluados en la campaña 2011-2012

CÓDIGO	Nombre común	Característica Tallo			Característica Raíz			
		Pubescencia	Hábito crecimiento	Hábito ramificación	Color externo raíz	Color pulpa	Facilidad pelado	Textura raíz
UVY 001	Rama negra	presente	recto	tricotómica	marrón oscuro	blanca	difícil	rugosa
UVY 002	Collita	presente	recto	tricotómica	marrón oscuro	blanca	fácil	rugosa
UVY 003	Amarilla	presente	recto	tricotómica	marrón oscuro	blanca	fácil	rugosa
UVY 004	Morada	presente	recto	tricotómica	marrón oscuro	blanca	fácil	rugosa
UVY 005	Josesana	presente	recto	erecto	marrón oscuro	blanca	fácil	rugosa
UVY 006	Porteña	presente	recto	tricotómica	marrón oscuro	blanca	fácil	lisa
UVY 007	Piraquiña	presente	recto	erecto	marrón oscuro	amarilla	fácil	rugosa
UVY 008	Moja rosada	presente	recto	tricotómica	marrón oscuro	blanca	fácil	rugosa
UVY OO9	Paraguayita	presente	recto	erecto	blanca crema	blanca	fácil	lisa
UVY 010	Porongueña	presente	recto	dicotómica	marrón oscuro	blanca	fácil	rugosa
UVY O11	Cogollo morado	presente	recto	tricotómica	marrón oscuro	blanca	fácil	rugosa
UVY 012	Rama verde	presente	recto	tricotómica	marrón oscuro	blanca	fácil	rugosa
UVY 013	Gancho	presente	recto	tricotómica	marrón oscuro	blanca	difícil	rugosa

UVY 014	Negra	presente	recto	tricotómica	marrón oscuro	blanca	fácil	rugosa
UVY 015	Chaparral	presente	recto	tricotómica	marrón oscuro	blanca	difícil	rugosa
UVY 016	Blanca	presente	recto	erecto	blanca crema	blanca	fácil	lisa
UVY 017	Brasil-1	presente	recto	erecto	marrón oscuro	blanca	fácil	lisa
UVY 018	Brasil-2	presente	recto	erecto	marrón oscuro	blanca	fácil	rugosa
UVY 019	Brasil-3	presente	recto	erecto	marrón oscuro	blanca	fácil	lisa
UVY 020	Brasil-4	presente	recto	erecto	marrón oscuro	blanca	difícil	rugosa

Rendimiento en yuca fresca y contenido de materia seca

En relación a los rendimientos en yuca fresca se observa que existe un amplia diversidad de respuestas desde 10 hasta 48 tn/ha inicialmente a los once meses (Figura 1), mientras que a los doce meses se observa un mayor rendimiento (12 y 50 tn/ha) para la mayoría de los materiales en estudio. Sin embargo también se observa que hay otros que muestras una reducción respecto a los once meses de cosecha. El rendimiento mínimo fue observado en los clones collita, morada, gancho y josesana con 12, 18 y 21tn/ha, respectivamente. Por otra parte los valores máximos estuvieron en los clones rama verde, negra y cogollo morado con 50, 41 y 35 tn/ha respectivamente.

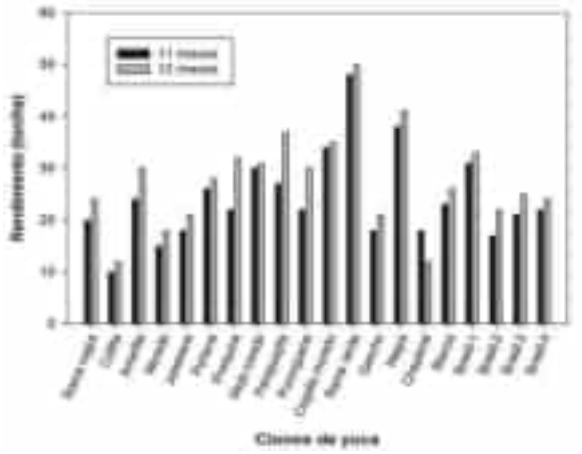


Figura 1. *Comparación del rendimiento de yuca fresca (tn/ha) a los once y doce meses de 20 accesiones de Germoplasma de yuca en el IIA El Vallecito, 2011/2012.*

Para el contenido de materia seca existe una respuesta diferenciada del germoplasma, observándose una respuesta favorable a la cosecha a los doce meses respecto a la inicial de los once meses (Figura 2). Los resultados indican que la cosecha de yuca a los 11 meses, las variedades de yuca en su generalidad y bajo las condiciones de suelo arenoso, presentan un contenido de materia seca en un rango de 20 a 27%. Estos valores son considerados relativamente bajos. En cambio en yuca cosechada a los 12 meses, los contenidos de materia seca se incrementaron significativamente, tanto que el rango de valores se encuentra entre 25 y 41%, siendo que la mayoría de las variedades presentan valores por encima de 30%.

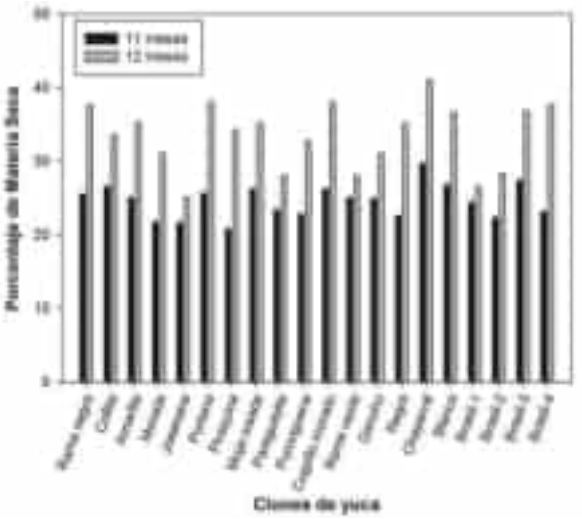


Figura 2. *Comparación en contenido de Materia Seca (%) a los once y doce meses de 20 accesiones de germoplasma de yuca en el IIA El Vallecito, 2011/2012.*

El contenido de MS depende de factores tales como la variedad, tipo de suelo y la edad de las raíces al momento de la cosecha, con los datos de rendimiento de yuca fresca y los análisis de materia seca, se puede determinar que la respuesta de estas variables estaría relacionada a la característica intrínseca de cada material utilizado y al manejo agronómico realizado.

Altura de la primera ramificación

La altura de ramificación de los clones de yuca es muy variable. Por ejemplo, la variedad Chaparral (UVY 015) es la que ramifica a la menor altura del suelo (30 cm de altura). En cambio, las variedades, Amarilla (UVY 003), Morada (UVY 004) y Porteña (UVY 006), presentan pequeñas ramificaciones a

los 9 meses de desarrollo, a una altura de más de 150 cm (Figura 3). Este factor es importante, pues constituye una característica muy estable para la descripción varietal y además determina en gran medida la arquitectura propia de la planta.

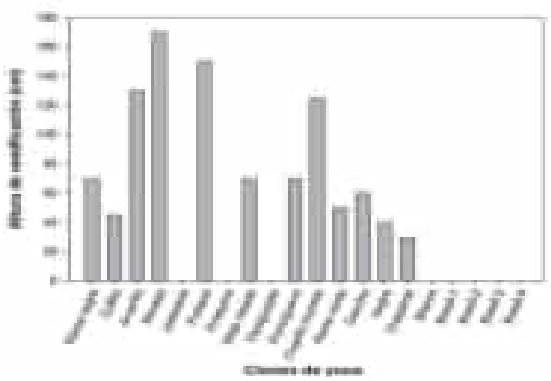


Figura 3. Altura de la primera ramificación de 20 accesiones de germoplasma evaluadas en el IIA El Vallecito, 2011/2012.

En las variedades con ramificación tardía, la proporción de tallos primarios es mayor que en clones con ramificación temprana, obteniéndose por lo tanto, un mayor número de semillas y de mayor peso promedio. La altura de la primera ramificación permite la asociación con otras especies en el proceso productivo, facilitando inclusive las tareas de limpieza del cultivo.

Las variedades que presentan una ramificación alta y las de tallo único que no ramifican pueden ser establecidas a distancias más cortas y obtener mayor población y por consiguiente incrementar rendimientos. En cambio, las que tienen ramificación baja, tienen la desventaja de dificultar el trabajo de limpieza y cuidado del cultivo.

Conclusiones

Existe variabilidad de manifestación de caracteres morfológicos y agronómicos que permiten a la yuca adaptarse a condiciones diversas de producción de cultivos en asociación o mixtos. También existen características asociadas a la calidad nutricional del germoplasma. Se ha observado que existen materiales de amplia adaptabilidad, con características de mercado de amplia aceptación, además de capacidad de producción.

Al ser un estudio preliminar es necesario seguir evaluando el germoplasma de yuca en diferentes ambientes, condiciones de suelo, en diferentes sistemas de manejo del cultivo. Asimismo, es necesario evaluar la capacidad de rendimiento en función a la edad más apropiada para los diferentes materiales.

Referencias citadas

DOMÍNGUEZ, C.E. (COMPILADOR). 1990. Yuca: Investigación, Producción y Utilización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali Colombia

FUKUDA, W Y GUEVARA, C.L. 1998. Descriptores morfológicos y agronómicos para la caracterización de la yuca (Manihot esculenta Crantz). Documentos 78, EMBRAPA-CNPMF. Brasil.

OSPINA, B. Y CEBALLOS, H. 2002. La Yuca en el Tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia.

TORRES, L. 2010 Caracterización morfológica de 37 accesiones de yuca (Manihot esculenta Crantz) del banco de germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) Turrialba, Costa Rica,.

VARGAS, M. 1998. Caracterización botánica de variedades de yuca. IIA El Vallecito", Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.

VARGAS M. 2008 Programa Raíces y Tubérculos. Informes de Trabajo IIA "El Vallecito", Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.

CONSERVACIÓN *IN SITU* DE LA AGROBIODIVERSIDAD: LA EXPERIENCIA DE PROINPA EN COMUNIDADES CIRCUNLACUSTRES AL LAGO TITICACA

Wilfredo Rojas, Juana Flores y Milton Pinto
Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia
E-mail: w.rojas@proinpa.org

Resumen

Desde la década de los 90' diversos esfuerzos en diferentes partes del mundo se realizan para tener un mejor conocimiento y comprensión de las estrategias de conservación *in situ* de la agrobiodiversidad. Las investigaciones están estudiando los enfoques de conservación usados por los agricultores y en comprender las dinámicas locales asociadas a la conservación y uso de la diversidad de cultivos, los cuales se basan firmemente en sus conocimientos. Detrás de las estrategias usadas por los agricultores hay una falta de documentación del conocimiento local, acompañado de presiones socio-económicas que están ocasionando no solo la pérdida del conocimiento ancestral, sino también de la diversidad de cultivos locales. En el presente artículo se comparte la experiencia desarrollada por la Fundación PROINPA en comunidades circundantes al lago Titicaca en más de doce años de trabajo. El 2001 se inició el trabajo de conservación *in situ* con el propósito de vincularlas con las actividades de conservación *ex situ*. Durante el proceso hubo cambios de enfoque, al comienzo centrado en quinua y cañahua, luego a la conservación de la agrobiodiversidad y, actualmente, el enfoque se centra en los sistemas de vida, como elemento fundamental de la Ley de la Madre Tierra para el Desarrollo Integral y el Vivir Bien. Producto del trabajo, se ha desarrollado una estrategia de conservación *in situ* para el manejo y uso de la agrobiodiversidad en centros o zonas de agrobiodiversidad. Estos centros son estratégicos para su implementación en el marco de una estrategia nacional de conservación como es el Sistema Nacional de Recursos Genéticos (SNRG).

Palabras clave: *conservación in situ, sistemas tradicionales, agrobiodiversidad, estrategia*

Introducción

Los Andes constituyen uno de los sistemas montañosos más importantes del mundo, esta gran ecoregión contiene muchos nichos especiales con gran cantidad de asociaciones de plantas. El hombre desarrolló culturas significativas desde el año 2000 a.c. en adelante, producto de ello existen alrededor de 70 especies en diferentes estados de domesticación y de uso (Sukoup, 1987; Cardenas, 1989, citados por Holle, 1996). Las familias que habitan estas áreas altamente variables, crían las plantas, mantienen su uso original y manejan su variabilidad al azar.

Estas características propias de la región han permitido el desarrollo de la mayor diversidad genética de quinua y otros cultivos andinos. Los sistemas tradicionales de cultivo, también conocidos como chacras o fincas son considerados espacios locales de conservación *in situ* de la agrobiodiversidad. En estos espacios las familias de agricultores desempeñan un rol importante en armonía con la naturaleza, en donde interactúan una serie de factores externos e internos que inciden en la decisión de ellos para continuar sembrando o no una determinada variedad. Son dinámicas locales que se dan en aquellos espacios de alta diversidad, conocidos también como 'centros o zonas de agrobiodiversidad'.

En el presente artículo se comparte una síntesis de la experiencia que desarrolló la Fundación PROINPA en más de doce años de trabajo en comunidades circundantes al lago Titicaca. Desde el año 2001 se inició el trabajo de conservación *in situ* con el propósito de vincular con las actividades de conservación *ex situ* que se realizó con las colecciones de quinua y cañahua del Banco de Germoplasma de Granos Andinos. Corresponde a una etapa donde diversos esfuerzos a nivel mundial se iniciaron para tener un mejor conocimiento y comprensión de las estrategias de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos.

Durante el proceso que se ha seguido hubo cambios de enfoque, al inicio con un trabajo centrado en quinua y cañahua, que permitió generar las primeras experiencias de conservación en sistemas tradicionales de cultivo y posteriormente con un trabajo dirigido a la conservación de la agrobiodiversidad. Actualmente, el enfoque se centra en los sistemas de vida, como elemento fundamental de la Ley de la Madre Tierra para el Desarrollo Integral y el Vivir Bien. En todos los casos, a través de un trabajo complementario con las formas tradicionales de conservación y uso que realizan los agricultores, los cuales se basan firmemente en sus conocimientos y en armonía con la naturaleza.

Material y Métodos

El trabajo se realizó en comunidades de provincias de La Paz, del área circundante al Lago Titicaca (Ingavi, Los Andes, Omasuyos, Camacho, Manco Kapac y Pacajes). La primera etapa, entre 2001 y 2010 en el marco de las actividades del Banco de Germoplasma de Granos Andinos, periodo en el que estuvo a cargo de la Fundación PROINPA y a través de la ejecución de los proyectos: 'Manejo, Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Genéticos de Granos Andinos en el marco del SINARGEAA'; UNEP/GEF 'Conservación complementaria *ex situ – in situ* de especies silvestres de quinua y cañahua'; 'Quinua un Cultivo Subutilizado de la Región Andina – McKnight'; y NUS IFAD "Especies Olvidadas y Subutilizadas" – Fases I y II.

La segunda etapa entre 2010 y 2014 a través de los proyectos: NUS IFAD III 'Fortalecimiento de la resiliencia en comunidades rurales pobres ante la inseguridad alimentaria, pobreza y cambio climático, a través de conservación de la agrobiodiversidad local en finca'; 'Uso apropiado de cultivos andinos de alto valor – Andescrop – Danida' y; 'Biocultura – COSUDE', ejecutados por la Fundación PROINPA. Los métodos aplicados fueron: verificación *in situ* de quinua y cañahua, encuestas, acompañamiento a familias en sus actividades locales, reuniones, talleres y la aplicación de evaluaciones participativas.

Resultados y discusión

1. Cómo inició el trabajo de conservación in situ

La experiencia boliviana en manejo de recursos genéticos de quinua ha estado vinculada principalmente a la conservación *ex situ* desde que se iniciaron las primeras colectas de germoplasma en la década de los 60'. Sin embargo, los trabajos de conservación *in situ* no tuvieron el mismo énfasis, debido a que los sistemas tradicionales de cultivo recién han sido reconocidos a partir de la década de los 90'.

Desde el año 2002 se llevaron a cabo los primeros trabajos dirigidos a conocer la diversidad de variedades de quinua y cañahua conservadas *in situ* en los sistemas tradicionales de cultivo en las cinco provincias de La Paz, que circundan al lago Titicaca y a averiguar los factores que están influenciando en la decisión de los agricultores de sembrar y conservar dicha diversidad. Se registró en condiciones *in situ* 40 variedades de quinua y 20 variedades de cañahua, el resultado mostró una importante disminución de la diversidad local en comparación a la variabilidad genética conservada *ex situ* en el Banco de Germoplasma de Granos Andinos. (Rojas *et al*. 2003; Rojas *et al*. 2004).

Luego entre 2003 y 2005 se realizó estudios de caso en las comunidades Patarani y Belén Pituta (Provincia Ingavi); Coromata Media y Coromata Alta (Provincia Omasuyos) y a través de entrevistas y acompañamientos a las familias en sus actividades agrícolas se generó información sobre: infraestructura y servicios básicos, sistemas de producción y variedades, labores del cultivo y tiempo que destinan, formas y cantidad de consumo, destino de la producción, costos de producción y otros. Aspectos que preliminarmente han contribuido a percibir sobre los factores que están influyendo en la conservación *in situ* de las variedades de quinua y cañahua (Flores *et al*. 2004).

2. Conservación in situ: de la quinua y cañahua a la agrobiodiversidad

Fue en este proceso que los agricultores plantearon trabajar con el conjunto de cultivos que ellos de manera tradicional acostumbran a manejar y usar sus variedades. De esta forma y como corresponde en este tipo de situaciones, se hicieron ajustes al plan de trabajo del Banco de Germoplasma de Granos Andinos y a partir del año agrícola 2005-06 se comenzó a trabajar con el enfoque de agrobiodiversidad y en tres comunidades, denominadas 'centros de agrobiodiversidad' del área circundante al lago Titicaca (Titijoni -

Provincia Ingavi, Cachilaya - Provincia Los Andes y Cariquina Grande - Provincia Camacho).

En estos ´centros de agrobiodiversidad´ por cuatro años consecutivos se estudió los patrones de comportamiento de la diversidad de cultivos y variedades en función al espacio y tiempo, la rotación en los agroecosistemas, las labores de cultivo y los sitios de almacenamiento. Se sistematizaron los conocimientos tradicionales asociados al manejo de la agrobiodiversidad, las formas de uso y consumo de los productos, se caracterizaron los roles de cada componente de la familia en el manejo y uso de la agrobiodiversidad y se caracterizaron los factores socioculturales y ambientales que influyen en las familias para el manejo y conservación de sus cultivos y variedades.

Las tres comunidades manejan y conservan la agrobiodiversidad bajo agroecosistemas tradicionales diferentes y complementarios. Las 'aynokas' son tierras comunitarias y las familias siembran diferentes cultivos, su manejo es en rotación y con años de descanso. Las 'sayañas' son tierras de propiedad de las familias y ubicadas alrededor de sus viviendas, su manejo es intensivo y diversificando con varios cultivos. Los 'kjochi irana' se caracterizan por estar a la orilla del lago Titicaca y se usan para siembras tempranas. Los 'uyus' son pequeñas parcelas rodeadas de muros de piedra y que en algún periodo del año son corrales para animales. Para cada agroecosistema existe un calendario agrícola relativamente diferente, el periodo agrícola empieza en julio con la preparación del terreno y concluye en junio con las labores de poscosecha, asimismo cada actividad de manejo de la agrobiodiversidad está asociada con periodos lluviosos y secos del año.

Entre los factores socioculturales relevantes se tiene al sistema de organización comunal, donde el 'Yapu Kamni' tiene una responsabilidad anual de cuidar los cultivos en beneficio de la comunidad, esta persona es respetada y festejada en la fiesta de los cultivos (carnavales). Se realizan rituales y festividades para la protección y agradecimiento a la agrobiodiversidad, para los achachilas (cerros) como una forma de pago para evitar el granizo, la challa a la semilla y a los nuevos frutos, todas estas actividades son llevadas a cabo por las familias en forma comunitaria y conviviendo en armonía con la naturaleza. En el factor ambiental, las precipitaciones y temperaturas influyen en la crianza de las plantas, la falta de lluvia y presencia de temperaturas mínimas causan daños a la agrobiodiversidad, este comportamiento se muestra con mayor riesgo en Titijoni, en menor grado en Cachilaya y muy poco en Cariquina Grande (Mamani *et al*. 2007).

3. Relacionamiento ex situ e in situ

Como parte de la estrategia de incorporar progresivamente el trabajo de conservación *in situ* en el plan de trabajo del Banco de Germoplasma de Granos Andinos, se llevaron a cabo una serie de actividades que tienen que ver con el mecanismo de relacionamiento *ex situ* e *in situ*, como son la introducción y/o reintroducción de germoplasma, intercambio de experiencias y conocimientos tradicionales, ferias y concursos de agrobiodiversidad y visita al banco de germoplasma.

3.1 Introducción y/o reintroducción de germoplasma

Entre 2003 y 2008 en 15 comunidades del altiplano norte y centro se realizaron evaluaciones participativas de quinua, donde el rol de los agricultores fue fundamental en la toma de decisiones y selección del material genético para su comunidad. De esta forma, se ha contribuido a generar y ajustar metodologías participativas para la identificación, selección, introducción y/o reintroducción de germoplasma de quinua en comunidades del altiplano.

Se evaluaron 32 materiales genéticos, entre accesiones y variedades mejoradas y nativas de quinua. Se aplicó la 'evaluación absoluta' en fase de floración del cultivo y la 'evaluación de orden de preferencias' en las fases de cosecha (grano) y poscosecha (preparados alimenticios). Según los criterios de agricultores varones (60%) y mujeres (40%) los materiales preferidos fueron: las accesiones 2943, 2031, 2857, 1667, 2516, 1560, 1474 y 2401 y las variedades Surumi, Jacha Grano, Intinaira, Patacamaya, Sayaña, Kurmi y tres variedades nativas. Los criterios de selección más frecuentes fueron: plantas altas, panojas grandes, de maduración rápida, tolerancia a heladas, tamaño grande y color blanco del grano, y buen rendimiento.

3.2 Intercambio de experiencias y conocimientos tradicionales

Para los pueblos indígenas de los Andes todas las

cosas que suceden en su espacio tienen vida y la visión del Vivir Bien es el alma de los pueblos. Los cerros son deidades tutelares que al igual que cualquier miembro de la comunidad, hablan, crían animales y son autoridades. La tierra es apreciada como la 'pachamama', un ser vivo que posee la particularidad también de ser madre de todo cuanto existe. El viento, la piedra, el granizo y los ríos también tienen vida, es común escuchar que: 'los ríos caminan' o que 'los cerros nos crían', las cosas para el andino por definición tienen vida. En los Andes toda la vida gira alrededor de la crianza de la chacra, la cultura andina es agrocéntrica, las labores desde la siembra, aporques, cosecha e incluso el almacenamiento de productos tienen un carácter ritual, entendiendo por ritualidad a la actitud de sumo respeto y cariño que el andino manifiesta con mayor intensidad en determinados momentos (Mendoza *et al*. 2007b).

Estos elementos son fundamentales en la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad y a través del trabajo de los 'intercambios de experiencia y conocimientos tradicionales' promovidos entre 2006 y 2009 fue posible profundizar éstas dinámicas, consideradas vitales en el manejo de las chacras. Se realizaron 4 encuentros y la organización estuvo a cargo de las autoridades originarias y agricultores de cada comunidad anfitriona y se siguieron las costumbres locales. El 2006 fue en Viacha, el 2007 en Cachilaya, el 2008 en Cariquina Grande y el 2009 en Titijoni, las comunidades que participaron fueron: Antarani y Kalla Centro (Provincia Pacajes), Titijoni, Erbencalla y Patarani (Provincia Ingavi), Cutusuma, Cutusuma Alta y Cachilaya (Provincia Los Andes), Coromata Media (Provincia Omasuyos), Carquinua Grande, Jutilaya y Santiago de Okola (Provincia Camacho).

3.3 Ferias y concursos de agrobiodiversidad y usos tradicionales

Se organizaron entre 2002 y 2004 ferias de diversidad de semillas y usos diversificados de quinua – cañahua y entre 2005 y 2010 las ferias y concursos de agrobiodiversidad en tres categorías 'diversidad de semillas', 'usos diversificados' y 'artesanías'. Los eventos fueron realizados con una amplia participación de expositores locales, estudiantes y docentes de unidades educativas, representantes de instituciones, de los gobiernos municipales y visitantes provenientes de diferentes comunidades vecinas (Mendoza *et al*. 2007a).

Con la implementación de las ferias y concursos se ha contribuido a mostrar y difundir la riqueza genética de cultivos de las comunidades y el rol estratégico que desempeñan las familias en la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad. Estos eventos también ayudan a visibilizar a aquellos agricultores que mantienen cantidades importantes de variedades, su desprendimiento en el intercambio de semillas y de sus conocimientos tradicionales asociados a la agrobiodiversidad. Asimismo, la participación de las mujeres en las ferias contribuye a recuperar los conocimientos tradicionales asociados a las cualidades culinarias de los cultivos y a sus diversas formas de uso en la alimentación, medicina y rituales.

3.4 Visitas al Banco de Germoplasma de Granos Andinos

Desde la implementación del SINARGEAA en el año 2003 se promovieron visitas de agricultores y otros actores al Banco de Germoplasma de Granos Andinos (BGGA), como así también la participación del BGGA en diferentes ferias rurales y urbanas. Esta actividad ha permitido difundir e intercambiar el rol que juega el banco de germoplasma en la conservación de la diversidad de variedades de quinua, cañahua y otras colecciones de granos andinos.

La presencia del BGGA en las comunidades llamó la atención de los agricultores, pensaban que era un banco que maneja dinero y la primera pregunta que hicieron fue del porqué se llama banco, la experiencia permitió explicar que está asociado al valor que tienen las semillas y los recursos genéticos. Con mucho agrado los agricultores expresaron su interés para que sus variedades formen parte de esta forma de conservación y que cuando alguna familia de la comunidad por algún motivo tenga que migrar pueda dejar sus semillas al banco y a su vuelta podría usar de nuevo.

4. Reconocimientos a comunidades y agricultores

4.1 Reconocimiento a comunidades agro-biodiversas

Durante el proceso que se siguió con el trabajo de conservación de la agrobiodiversidad, en el año 2007 los municipios de Puerto Perez, Desaguadero y Mocomoco a través de sesiones de sus Honorables

Consejos y en uso de sus atribuciones conferidas por la Ley N° 2028 de Municipalidades emitieron una Resolución Municipal declarando a Cachilaya, Titijoni y Cariquina Grande, respectivamente, como 'patrimonio biocultural de sus jurisdicciones'.

Por otra parte, en julio de 2007 la primera autoridad del Departamento de La Paz, actual Gobernación de La Paz, llevó a cabo un reconocimiento a las tres comunidades o microcentros (Cachilaya - Provincia Los Andes, Titijoni - Provincia Ingavi y Cariquina Grande - Provincia Camacho) por la labor milenaria de conservar la diversidad de cultivos, las variedades nativas y sus conocimientos tradicionales asociados a la misma, quien en su discurso pondero el trabajo que vienen realizando las comunidades.

El artículo único emitido por la Gobernación de La Paz indica: "Declarar a las comunidades de Cariquina Grande, Cachilaya y Titijoni, como patrimonio Cultural por la labor milenaria que viene realizando a favor de la conservación de los cultivos andinos, tejidos autóctonos, manejo de los bioindicadores, rituales y por las fiestas autóctonas para recibir y despedir a los cultivos andinos, considerados como componente cultural que se ha heredado y que es la memoria oral e intangible de la comunidad" (Mendoza *et al*. 2007a).

4.2 Reconocimiento a Agricultores Custodios

Esta iniciativa se trabajó entre 2011 y 2014 con la participación de CARE Bolivia, Samaritan's Purse, CETHA Tupac Katari y la Fundación PROINPA. En el marco de esta iniciativa, el gobierno boliviano a través del Instituto Nacional de Innovación Agropecuara y Forestal - INIAF el 30 de abril de 2014 reconoció por primera vez, el papel de los 'Agricultores Custodios de la Agrobiodiversidad' de ocho comunidades circundantes al lago Titicaca como contribuyentes claves para la conservación de la biodiversidad, la seguridad alimentaria y los ingresos, tanto en el presente como en el futuro, para sustentar y cuidar el planeta. Asimismo, el INIAF en este reconocimiento formal hizo la presentación de un ***Manifiesto de Gratitud***, de esta forma se da un paso trascendental al incorporar a los 'Agricultores Custodios de la Agrobiodiversidad' como parte del Sistema Nacional de Recursos Genéticos (SNRG).

Sin duda, estos reconocimientos y manifiestos son fundamentales para visibilizar el trabajo que realizan las comunidades y los 'agricultores custodios' en favor de la conservación de la agrobiodiversidad. Se constituyen en las primeras iniciativas de esta naturaleza que contribuyen a la construcción del Sistema Nacional de Recursos Genéticos (SNRG) y a evidenciar elementos claves en la conservación *in situ* de los sistemas tradicionales de cultivo para generar políticas de apoyo desde el Estado Boliviano, como sucede y cobra importancia en otros países como México, India y Nepal.

5. Estrategia de conservación in situ

Producto del trabajo realizado por PROINPA, se ha generado una estrategia de conservación *in situ* que fue desarrollada para centros o zonas de agrobiodiversidad. Estos centros son reservas de diversidad genética de especies cultivadas y silvestres de importancia local y que constituyen un patrimonio local y nacional. En estos centros existe una estrecha relación de la familia y entre familias con el ecosistema y el uso de la agrobiodiversidad en entornos difíciles.

La estrategia se basa en los sistemas de vida, como elemento fundamental de la Ley de la Madre Tierra para el Desarrollo Integral y el Vivir Bien. El trabajo se desarrolla en el marco una sociedad comunitaria (vivir en común y en unidad), con una visión del Vivir Bien en esa relación del ser humano con la naturaleza y la retribución a la Madre Tierra; contempla el vivir bien entre las familias ese espacio geográfico, a nivel familiar y con uno mismo (Suma Qamaña, Suma Jakaru y Suma Qumara).

En las estrategias locales de gestión de la agrobiodiversidad, el componente cultural y social es esencial para la sostenibilidad de la conservación y uso de la diversidad cultivos y variedades. El vivir bien es el alma de los pueblos indígenas y cada pueblo ha desarrollado conocimientos especializados sobre los atributos de las especies y sus variedades y tienen estilos de vida asociados a patrones de su entorno, a la crianza, nutrición y consumo de los productos de la agrobiodiversidad, basados en ciclos anuales colectivos y determinando complejos sistemas bioculturales que se constituyen en el escenario para la implementación de estrategias de fortalecimiento de la conservación *in situ*.

En ese marco una estrategia puede adquirir diferentes connotaciones. La estrategia de fortalecimiento de la conservación *in situ* desarrollada por la Fundación

PROINPA es holística y multidimensional y propone el desarrollo de un conjunto de actividades en los ámbitos del ecosistema, económico y productivo, sociocultural y de organización. La estrategia consiste en cuatro fases: 1) identificación del centro, 2) caracterización del centro, 3) dinámica del centro y, 4) fortalecimiento del centro. Cada fase incluye diferentes acciones que facilitan la gestión de la información, la comprensión de la dinámica en los centros de agrobiodiversidad y donde se necesitan períodos largos de seguimiento y de intervención para obtener resultados (Cadima *et al*. 2009).

Fase I. Identificación de centros de agrobiodiversidad

Una primera aproximación para la identificación de un centro de agrobiodiversidad se obtiene mediante el análisis de la información disponible de fuentes históricas, geográficas, agroecológicas, culturales, sociales y económicas. Con base a esta información se realiza la delimitación preliminar de los posibles centros. Una información importante para esta etapa previa, constituye los datos de pasaporte de las misiones de recolección de germoplasma llevadas a cabo en el país, lo cual permitirá identificar los sitios donde se han colectado un mayor número de variedades. Posteriormente se profundiza esta información con visitas a los sitios preliminarmente seleccionados. Las ferias locales o comunales son una fuente de información muy valiosa que ayuda a precisar los centros de agrobiodiversidad potenciales.

Fase II. Caracterización del centro de agrobiodiversidad

Considera diversos factores, entre ellos, la organización de la producción enfatizando el uso de los recursos naturales como el suelo, agua y energía solar, fisiografía de la zona, microcuencas y pisos ecológicos. Asimismo, los aspectos demográficos y étnicos como idioma, población en términos de cantidad, género, organizaciones locales, flujos y migración, tecnologías tradicionales, mecanismo de cuidado y crianza, agroecosistemas y tipologías de productores – 'agricultores custodios'. La identificación de factores limitantes y/o favorables para la conservación, los aspectos organizacionales de las familias y las comunidades. La estimación de la agrobiodiversidad, por medio de acompañamientos, ferias o concursos de semillas. La variabilidad fenotípica debe contemplar la morfología de la planta, nombres de variedades, procedencia y rasgos principales de adaptación y usos.

Fase III. Dinámica de los centros de agrobiodiversidad

La unidad de análisis de la gestión local de la agrobiodiversidad constituye la familia que es la propietaria de la diversidad y quien toma las decisiones sobre el manejo, uso y conservación de estos recursos. La dinámica de la conservación in situ de la familia está basada en el movimiento del material genético que se da en tiempo y espacio. Prácticas ancestrales como el trueque, regalo o pago por trabajo con semillas, generan flujos de semilla intra e intercomunales. Las prácticas de selección de las semillas que realizan las familias afectan la estructura de las poblaciones y la frecuencia de los genes de carácter adaptativo que son constituyentes importantes de la dinámica de los centros. El análisis de la dinámica de conservación considera tres niveles jerárquicos: familiar, comunal y cuenca o región.

Fase IV. Fortalecimiento de los centros de agrobiodiversidad

Cuando se dispone de información suficiente para comprender la dinámica de los centros se pueden plantear acciones de intervención y medidas de adaptación para fortalecer los esfuerzos de conservación que realizan los agricultores. La conservación *in situ* es tan antigua como la agricultura misma pero ciertos cambios en los sistemas sociales y productivos han introducido elementos que han debilitado o vulnerado la sostenibilidad de la conservación. Por ello las acciones de intervención no deben ir en contra ruta con las prácticas tradicionales y los conocimientos locales, sino deben contribuir a mejorar la sostenibilidad de la conservación y los medios de vida de los agricultores.

Conclusiones

La agrobiodiversidad juega un rol importante en la seguridad y soberanía alimentaria de los pueblos y contribuyen significativamente a las necesidades básicas de la humanidad. Es parte del patrimonio ancestral y cultural del país y por tanto su conservación y uso sostenible es responsabilidad de la sociedad en su conjunto.

En el periodo que PROINPA estuvo a cargo del Banco de Germoplasma de Granos Andinos, no solo contribuyó a mejorar la calidad del manejo y conservación *ex situ* de las colecciones de quinua y cañahua, sino se interactuó fuertemente con las comunidades y se incorporó de forma progresiva el trabajo de conservación *in situ* con el propósito de contribuir a la complementariedad de ambos enfoques porque las desventajas de uno se compensan con las ventajas del otro componente de conservación.

Producto del trabajo realizado en forma continua y por más de 12 años se ha desarrollado una estrategia de conservación *in situ* para el manejo y uso de la agrobiodiversidad en sistemas tradicionales de cultivo y consiste en la identificación, caracterización, comprender las dinámicas y el fortalecimiento de los centros o zonas de agrobiodiversidad.

En el país el INIAF está conformando el Sistema Nacional de Recursos Genéticos (SNRG) con la participación de los diferentes actores que trabajan con conservación *ex situ* e *in situ*. En la estructura del SNRG, los centros de agrobiodiversidad y los agricultores custodios están considerados como los pilares del componente *in situ*, el desafío está en generar los mecanismos de sostenibilidad y lograr la complementariedad de ambos enfoques de conservación.

Referencias citadas

CADIMA X., F. TERRAZAS Y W. ROJAS. 2009. Módulo 2: Estrategias de manejo y conservación *ex situ* e *in situ* de recursos genéticos vegetales. En: Cursos sobre "Recursos Fitogenéticos, Riqueza Estratégica para el Desarrollo del País". COSUDE – DANIDA, Bioversity International, INIAF, Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 30 p.

FLORES J., C. ALANOCA, J.L. SOTO, M. PINTO Y W. ROJAS. 2004. Estudios de Caso de la variabilidad genética de cañahua en el área circundante al Lago Titicaca. Informe Anual 2003/2004. Proyecto SIBTA-SINARGEAA. Fundación PROINPA. pp 102-108.

HOLLE M. 1996. Biodiversidad y los Recursos Genéticos en los Andes. En: Alimentos del Mundo Andino (eds.) G. Alfaro y S. Salas. Ciclo de conferencias sobre Alimentos Andinos 8 – 11 de abril, 1996, Cochabamba, Bolivia. pp 9 – 21.

MAMANI E., J. FLORES, C. ALANOCA, H. MENDOZA Y W. ROJAS. 2007. Caracterización de la diversidad de cultivos en tres microcentros de la zona del Lago Titicaca. En: W. Rojas (ed) Informe Anual 2006/2007. Proyecto SIBTA-SINARGEAA. MDRAMA - Fundación PROINPA. pp 127-138.

MENDOZA H., E. MAMANI, C. ALANOCA, J. FLORES Y W. ROJAS. 2007A. Concursos de agrobiodiversidad y usos de los cultivos andinos. En: W. Rojas (ed) Informe Anual 2006/2007. Proyecto SIBTA-SINARGEAA. MDRAMA - Fundación PROINPA. pp 139-156.

MENDOZA H., E. MAMANI, C. ALANOCA, J. FLORES, M. PINTO Y W. ROJAS. 2007B. Intercambio de experiencias y conocimientos tradicionales entre agricultores sobre cultivos andinos. En: W. Rojas (ed) Informe Anual 2006/2007. Proyecto SIBTA-SINARGEAA. MDRAMA - Fundación PROINPA. pp 157-164.

ROJAS W., M. PINTO Y J.L. SOTO. 2004. Genetic erosion of cañahua. LEISA Magazine on Low External Input and Sustainable Agriculture. March 2004. Volume 20 Nº1.

ROJAS W., M. PINTO Y JL. SOTO. 2003. Estudio de la variabilidad genética de quinua en el área circundante al Lago Titicaca. Informe Anual 2002/2003. Proyecto Mcknight. Fundación PROINPA. 8 p.

CONSERVACIÓN IN SITU Y REVALORIZACIÓN DE LA "PAPA ACHIRA"(*Canna edulis* Ker Gawl), RECURSO GENÉTICO PROMISORIO COMO FUENTE DE ALMIDÓN NATIVO PARA LA SOBERANÍA ALIMENTARIA

Franz Terrazas, Hector Lazarte[1], Victor Iriarte[1]
[1]Fundación PROINPA
f.terrazas@proinpa.org

Resumen

La papa achira, es un cultivo rústico poco conocido que presenta una diversidad genética importante en el país por ser parte del centro de origen de esta especie. El uso del cultivo limitado al consumo familiar en pocas comunidades rurales de la región andina determina la vulnerabilidad de la especie que esta gradualmente desapareciendo por la falta de valorización económica. Las pruebas iniciales de producción y contenido de almidón realizadas en la zona de Colomi muestran que la achira tiene un potencial importante e inexplorado. El almidón de achira tiene múltiples aplicaciones en la industria alimentaria y farmacéutica.

Palabras Clave: *Achira, recursos genéticos, conservación in situ, revalorización, almidón.*

Introducción

Generalmente estamos familiarizados con la achira ornamental de flores vistosas y hermosas que se puede ver en parques, plazas y jardines de la ciudad, pero la mayoría desconocemos que en las zonas rurales de los andes bolivianos, los agricultores cultivan ésta planta para la producción de cormos comestibles y le llaman "papa achira". La achira ornamental y la papa achira, fueron domesticadas para diferentes usos, aunque pertenecen a la misma especie que es originaria de la región andina de Sud América (Cárdenas 1948; Seminario 2000).

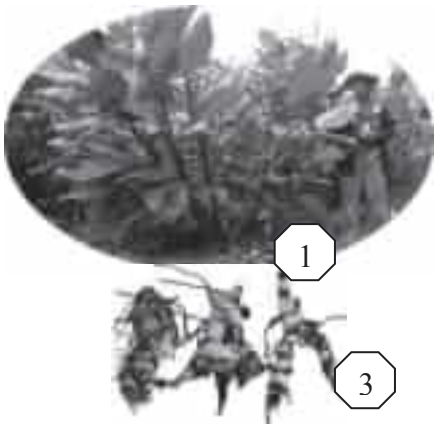
El género *Canna* contiene cerca de 55 especies que son nativas de las indias occidentales y de América subtropical y tropical. La especie, *Canna edulis* Ker-Gawl, conocida con el nombre quechua "Achira"[1], "papa achira" o "Chiri" en aimara, es cultivada desde Colombia a Bolivia, generalmente entre los 2000 y 3100 metros de altitud.

Su origen constituyen los andes centrales por las evidencias arqueológicas encontradas en la costa peruana como cerámicas de arcilla en forma de rizomas de achira cerca de Nasca, Trujillo y Chimbote (Herrera 1934).

Ruiz y Pavón citan a la achira confundiéndola con *C. indica* L, una especie relacionada pero de pequeño crecimiento y flores rojas más brillantes. En 1823 Ker-Gawler, la reconoció como una planta distinta y la llamó *C. edulis*. Este último binomial fue conservado por Kränzlin en 1912 (Citado por Ochoa, 2006; Cárdenas, 1948).

En Colombia y Vietnam, la achira es un cultivo que se encuentra en proceso de industrialización por el almidón que posee en sus rizomas, mientras que en Bolivia este tipo de aprovechamiento es casi desconocido. Siendo Bolivia, un país que importa más del 90 % del almidón que consume, la achira se constituye en una alternativa promisoria como fuente de almidón nativo y puede contribuir a la soberanía alimentaria del país. En ése marco, se realizaron investigaciones de evaluación de germoplasma nativo de achira para determinar su potencial de aprovechamiento, cuyos resultados se presentan a continuación.

1 En 1609, el fraile Bernabé Cobo realizó la primera descripción de la achira en el Cuzco, Perú: "En quechua, el nombre de achira se le da a una planta cuyas raíces sirven para alimentar a los indios. Le antecede unas flores rojizas, encantadoras a la vista, y cercanas a éstas unas pequeñas cabezas o vainas que, cuando no están maduras, se parecen a las frezas. La raíz es grande y blanca como el nabo, pero no tan tierna"





La planta de la papa achira es herbácea y alcanza una altura que varía entre 1 y 1.70 m, con hojas grandes elípticas u ovaladas (1). A diferencia de la forma ornamental posee flores pequeñas que varían de color rojo púrpura a anaranjado (2). Bajo el suelo, produce rizomas alargados, redondos y ovalados (3).

Materiales y métodos

Metodología

Se ha realizado una revisión bibliográfica básica referida a la taxonomía, origen y diversidad genética de la achira. Complementariamente se ha compilado información sobre el aprovechamiento de la achira como fuente de almidón basado especialmente en la experiencia de Colombia por ser la experiencia más próxima a Bolivia. La literatura consultada incluye investigaciones imprescindibles como las investigaciones realizadas por Cárdenas, Rea, Ochoa, PROINPA, Seminario, CIP, Caicedo y otros en el contexto andino desarrollaron experiencias muy valiosas.

Evaluación de momentos de cosecha y rendimiento en almidón

La variabilidad morfológica de ésta especie es reducida y por sus características comunes se reconocen solamente tres morfotipos diferentes. El material evaluado fueron tres accesiones de achira provenientes del Banco Nacional de Tubérculos y Raíces Andinas de donde las accesiones BOL-5931 y BOL-5223 provienen del departamento de La Paz y la accesión BOL-5137 es un material local proveniente del Subtrópico de Colomi.

La evaluación de momentos de cosecha y rendimiento en almidón fue realizada en Cochabamba (Bolivia), en el ciclo agrícola 2006 – 2007. La fase de campo se ejecuto en la localidad de Tablas Monte y la fase de laboratorio (obtención de almidón), fue realizada en la estación experimental de Toralapa. Se evaluaron 5 momentos de cosecha a partir del sexto mes después de la siembra (181 días), luego a los 215, 243, 278 y 306 días después de la siembra respectivamente, bajo un diseño experimental de "Bloques Completos al Azar con Parcelas Divididas" y tres repeticiones.

En Laboratorio se evalúo el contenido de almidón en los rizomas en cada accesión por momento de cosecha. La extracción de almidón se realizó moliendo el cormo y decantando el almidón en agua.

Resultados y discusión

Diversidad genética y conservación *in situ*



Figura 1. Distribución actual de la papa achira en Bolivia.

La papa achira se cultiva generalmente en los huertos familiares, (es muy raro encontrar parcelas con más de mil metros cuadrados) para el consumo propio de los cormos y eventualmente se usan las hojas como envoltura para la cocción de ciertos alimentos.

La zona agroecológica adecuada para la producción de achira, se encuentra en eco-regiones de yungas y valles interandinos entre 1600 y 3000 metros de altitud. Su distribución es amplia y abarca los departamentos de La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, Potosí y Tarija (Figura 1)

Características agro-productivas

La achira se adapta a diversas condiciones ecológicas tanto de los valles interandinos (2400 – 3000 m de altitud) como de zonas más húmedas de la eco-región de los yungas de La Paz y Cochabamba (1600 – 2300 m de altitud). En estos sitios, se aprecia la robustez del cultivo frente a plagas, enfermedades y factores climáticos adversos (sequía y anegamiento) lo cual la convierte en una planta con potencial de adaptación al cambio climático. El potencial productivo fue evaluado en la zona subtropical de Colomi (Cochabamba) durante cuatro campañas agrícolas, revela que las variedades nativas alcanzan rendimientos promedios que varían de 20 a más de 90 tn/ha en cormos, dependiendo el tipo de año.

Uso tradicional y agroindustrial de la achira

La achira tradicionalmente se utiliza en la comida cocinándolo al horno, hervido o en wathía. El rizoma de la achira después de la cocción es de textura almidonada y sabor agradable. No obstante la cáscara del rizoma que es muy fibrosa retarda considerablemente la cocción, siendo este aspecto considerado una desventaja para los agricultores.

Cárdenas (1948) reporta que el consumo de la achira en la región andina del país está tradicionalmente asociado con la fiesta de *Corpus Christi*, también señala que las semillas de achira, bajo el nombre de "chiri", eran utilizadas en las regiones auríferas de Larecaja (La Paz), para pesar pequeñas cantidades de oro con una equivalencia aproximada al Adarme. Las hojas de la achira son muy útiles en los hogares rurales como envoltura para la cocción de humintas (elaborado con maíz tierno molido), éste uso está ampliamente difundido en el norte del departamento de La Paz y en Chuquisaca.

Uso de la achira como fuente de almidón

En otros países como Ecuador y Colombia la extracción de almidón a partir de los cormos de achira es muy común (Gálvez *et al.*, 1998, Caicedo *et al.*, 2000). En Bolivia éste uso es prácticamente desconocido. Se ha estimado que los cormos poseen una media de 10 % de contenido almidón que representa 2 a 5 tn de almidón por hectárea.

Al respecto, investigaciones realizadas con tres accesiones de achira en la zona subtropical de Colomi (Cochabamba) reportan rendimientos máximos de rizomas de 29 tn/ha para la accesión BOL-5223 en el 9no mds, mientras que la accesión BOL-5137 presentó su máximo rendimiento al 8vo mes y la accesión BOL-5931 al 9no y10mo mes (Figura 1). El porcentaje de almidón también varía con el momento de cosecha, que debe ser determinado en función a la precocidad de la variedad (Figura 2), las accesiones BOL-5931 y BOL-5223 presentan un contenido mayor a 10 % de almidón al 9no mes (276 días), mientras que la accesión BOL-5137 presenta más 12 % al 7° y 8vo mes (243 días) (Lazarte, 2009).

Estos resultados concuerdan con estudios realizados en otros países como Colombia y considerando los niveles de producción muestran que la achira en Bolivia puede alcanzar una producción media de 2 a 5 tn de almidón por hectárea en condiciones subtropicales. Se requiere sin embargo realizar más ensayos de adaptación y rendimiento bajo condiciones agroecológicas diferentes, analizar los costos de extracción de almidón (que son más elevados que del maíz o trigo) y ajustar los procesos de transformación de la achira en almidón para conocer el verdadero potencial de éste cultivo.

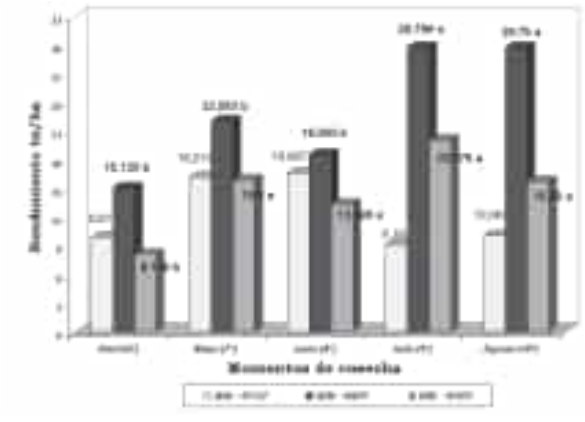


Figura 2. *Rendimiento de rizomas por momentos de cosecha de tres accesiones de achira.*

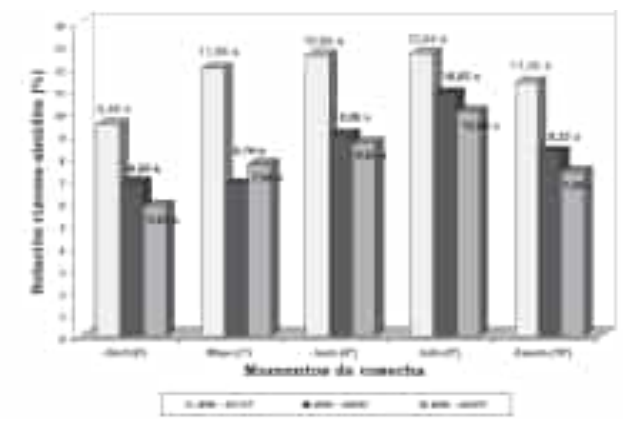


Figura 3. *Contenido de almidón en rizomas por momentos de cosecha en tres accesiones de achira.*

El almidón de achira puede ser empleado en la panificación y la elaboración de pastas, se consume en forma de bizcochos, panecillos, fideos, como espesante de sopas instantáneas, productos enlatados, fabricación de salsas, productos dietéticos y en la industria farmacéutica y textil (FAO, 1995). Las pruebas de utilización de almidón en repostería desarrolladas con asociaciones de productores de raíces andinas en Colomi, Cochabamba corroboran la plasticidad en el uso del almidón de achira ya que fueron muy satisfactorias aunque se requiere mayor investigación para validar ampliar su uso agroindustrial.



Figura 4. *Utilización de almidón de achira en repostería: a) alfajores, b) Cuñapé en Colomi, Cochabamba. c) Biscochuelos de achira elaborados en Colombia*

Conclusiones

En Bolivia existen zonas tradicionales de producción de achira donde algunas familias cultivan pequeñas parcelas para el consumo familiar en ciertas comunidades de La Paz, Cochabamba, Chuquisaca, Potosí y Tarija. La papa achira es subaprovechada porque se desconoce su uso como fuente de almidón y es susceptible a la industrialización como ha ocurrido en mayor o menor grado otros para está países como Colombia y Vietnam. Lamentablemente la falta de valorización económica de la achira está provocando la desaparición del cultivo que implica una inminente y acelerada erosión genética.

Los resultados de las pruebas de producción de cormos y su contenido de almidón, muestran el potencial prometedor de este recurso genético como fuente de almidón para uso industrial. La valorización económica de este cultivo es necesaria para incentivar su cultivo de manera sostenible asegurando su conservación.

En Bolivia se pueden lograr rendimientos de 2 a 5 tn de almidón por hectárea en condiciones subtropicales. Se requieren mayores pruebas para identificar procesos más eficientes de extracción de almidón (que son más elevados que del maíz o trigo) y promover la transformación consumo de la achira en almidón.

El mercado del almidón es amplio y puede ser empleado en la panificación, elaboración de pastas, bizcochos, panecillos, como espesante de sopas instantáneas, productos enlatados, y otros. Sin embrago para acceder a dichos mercados es necesario mejorar la competitividad del cultivo.

Referencias citadas

Lazarte, H. 2009. Evaluación del momento optimo de cosecha y extracción de almidón en tres accesiones de achira *(Canna edulis* Ker G.*)* en la localidad de Tablas Monte. Tesis de grado, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias Dr. Martín Cárdenas – UMSS. 105 p.

Ochoa, C y Ugent D. 2006. La etnobotánica del Perú: desde la prehistoria al presente. Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica. CONCYTEC, 379 p.

Seminario, J. 2000. Raíces Andinas - Manual de Capacitación. Centro Internacional de la Papa. Lima - Perú. Fascículo 1. pp. 19-21.

Caicedo, G., Rozo, S., Bonilla, R. 2000. La achira, su producción y beneficio. CORPOICA – PRONATA. Manual técnico. Ed. Tomas Norato. Ibague, Tolima – Colombia. 18 p.

Galvez, D. y Pullido, J. 1998. Primer clon promisorio de Achira seleccionado en Colombia CORPOICA – Programa regional agrícola, Regional Uno, Bogotá-Colombia

Espinosa, P. 1996. Raíces y Tubérculos Andinos. Cultivos marginados en el Ecuador. Centro Internacional de la Papa. Quito-Ecuador. pp.178.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, IT) 1995. Cultivos Andinos sub-explotados y su aporte a la alimentación. pp.248.

Cárdenas, M. 1948. Plantas Alimenticias Nativas de los Andes de Bolivia.2da. Ed. Imprenta Universitaria. Cochabamba Bolivia. pp. 49-50.

CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE RECURSOS FORRAJEROS DE LA PRADERA NATIVA ANDINA

Jorge Gonzáles C.[1], Franz Gutierrez[1], Katia Ramírez M[1]., Ruddy Meneses[1], Hernan Campos[1]
Susana Arrazola[2], Magaly Mercado[2], Jhonny Siles[3], Noelia Vidal[3], Ely Ovando[3]
[1]Investigadores Centro de Investigación en Forrajes CIF UMSS,[2]Investigadores
Centro de Biodiversidad y Genética UMSS, Tesistas FCAyP - UMSS
katia.ramirez1971@gmail.com

Resumen

La erosión genética de especies forrajeras de alto valor estratégico es un problema latente en diferentes regiones de Bolivia. Factores que incrementan el problema son el sobrepastoreo, el efecto del cambio climático, la presión demográfica y el manejo deficiente de esos recursos. Se observa una carencia de acciones sostenidas dirigidas a la conservación y manejo de germoplasma forrajero nativo en la zona andina de Bolivia. Por este motivo el Centro de Investigación en Forrajes (CIF "La Violeta") ha iniciado el Programa de Conservación y Manejo Sostenible de la Biodiversidad de los Recursos Genéticos Forrajeros de la Zona Andina de Bolivia, teniendo por objetivo general de conservar y manejar, de manera sostenible la variabilidad genética de especies leguminosas y gramíneas, forrajeras nativas de la región andina de Bolivia. Una vez identificadas zonas de alta diversidad forrajera se han colectado alrededor de 715 accesiones. Así mismo se han efectuado diferentes trabajos de investigación en especies como *Suaeda foliosa* y *Bromus catharticus* entre otros.

Palabras clave: *germoplasma forrajero, conservación ex situ*

Introducción

Bolivia se caracteriza por poseer una megadiversidad en fauna y flora distribuida en tres grandes regiones ecológicas en función a los tres pisos altitudinales: llanos orientales, valles interandinos y altiplano.

El 64.4% de la superficie (707181 km^2) está ocupada por praderas nativas; de ese porcentaje, un 36.3% (397888 km^2) se encuentra en alturas menores a 500 msnm en la región de los llanos orientales, un 18.4% (201924 km^2) se encuentra en la región altoandina y la menor extensión es reportada en los valles interandinos con una superficie equivalente al 9.7% (107369 km^2)(Alzerreca, 2004).

En gran parte las unidades de vegetación son de uso múltiple, dentro de estos usos, el pastoril está presente en cualquiera de sus formas, así pueden ser de utilización temporal bajo un esquema de pastoreo trashumante o pastoreo continuo. Esta estimación incluye tierras agrícolas en descanso de las ecoregiones de valles intermedios, el altiplano y la región altoandina, cuya cobertura vegetal de sucesión secundaria es utilizada para el pastoreo del ganado (Alzerreca, 1985).

La producción de especies forrajeras requiere de un gran impulso en todas las fases de su desarrollo, especialmente en el manejo y conservación de germoplasma. En este sentido, los países en desarrollo que se encuentran en lugares considerados como centros de origen de especies vegetales, deben dirigir sus acciones al manejo de recursos genéticos, incluyendo su exploración, recolección, conservación, evaluación y aprovechamiento sostenible.

Bolivia está considerada entre los diez países con mayor riqueza biológica contando con una flora de 15000 a 20000 especies de plantas superiores, de las cuales la mayoría crece en la cuenca amazónica. De un total aproximado de 513 especies presentes en los campos nativos de pastoreo en Bolivia, 180 se encuentran en la ecoregión andino y altoandino, habiendo sido priorizadas 126 especies por su interés forrajero de las cuales 58% son gramíneas y plantas semejantes y 42% son otras forrajeras (Alzerreca, 2004).

No obstante la diversidad existente, la erosión genética de especies forrajeras de alto valor estratégico es un problema latente en diferentes regiones de Bolivia. Posibles factores que incremen-

tan el problema son el efecto del cambio climático, la presión demográfica y el manejo deficiente de los recursos genéticos de especies forrajeras. A pesar de este panorama, se observa una carencia de acciones sostenidas dirigidas a la conservación y manejo de germoplasma forrajero nativo en la zona andina de Bolivia.

Por lo anteriormente indicado y en razón a la perdida cada vez mayor de áreas con cobertura de praderas nativas en el país, el Centro de Investigación en Forrajes (CIF), de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias (FCAyP) dependiente de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), realiza la conservación de material genético forrajero *ex situ* en el Banco de Recursos Genéticos Forrajeros, ubicado en la zona de La Violeta, Tiquipaya, del departamento de Cochabamba, como estrategia de conservación sostenible de germoplasma forrajero nativo.

Objetivos

- Identificar áreas con erosión genética y áreas con biodiversidad forrajera.
- Recolectar/conservar germoplasma de especies forrajeras nativas.
- Caracterizar morfológicamente germoplasma de especies forrajeras.
- Capacitar recursos humanos en la gestión de recursos genéticos forrajeros.

Resultados y discusión

Identificación de áreas con diversidad forrajera

Durante el periodo 2011-2012, fueron identificadas las siguientes áreas con amplia diversidad forrajera donde se realizaron trabajos de recolección de material vegetal para herborización y semilla.

- La Paz: Municipios de Batallas y Humanata
- Oruro: Municipios de Toledo, Caracollo, La Joya y Challapata
- Cochabamba: Municipios de Tiquipaya, Tiraque y Quillacollo

Por otro lado, con el fin de recolectar datos de saber local sobre el uso y el manejo de las forrajeras nativas en las zonas mencionadas, se promovió la realización de tres ferias en la modalidad de concursos de biodiversidad forrajera, las que tuvieron una buena acogida por parte de los comunarios que habitan estas regiones. Las ferias fueron realizadas en las localidades de: Caracollo (Oruro), Batallas y Humanata (La Paz).

Al cabo de estas actividades se logró recolectar un total de 715 accesiones que son conservadas en el Banco de Germoplasma Vegetal (BGV) del CIF. De estas accesiones recolectadas, los porcentajes mas elevados corresponden a las familias Poaceae (45%), Chenopodiaceae (11%) y Asteraceae (5%) (Figura 1).

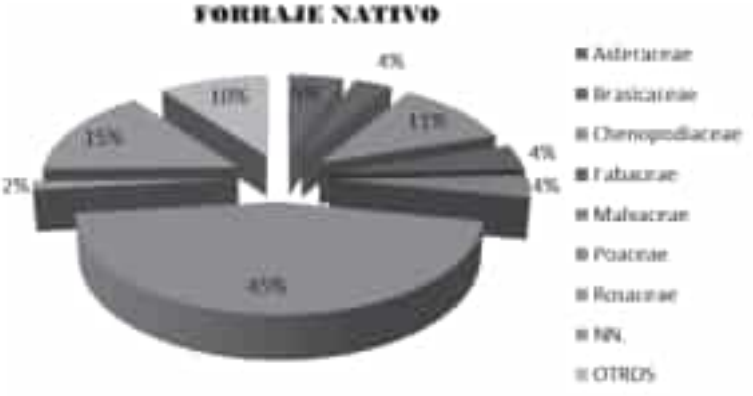


Figura 1. *Clasificación de las accesiones de forraje nativo conservadas en el Banco de Germoplasma Vegetal del CIF.*

Trabajos de investigación realizados durante el periodo 2011-2013.

1. Efecto de las giberelinas en la ruptura de dormancia de *Suaeda foliosa*

El cauchi (*Suaeda foliosa*) perteneciente a la familia Chenopodiaceae, es una especie forrajera nativa de alta palatabilidad que prospera en condiciones adversas de salinidad y sequía. El valor nutricional y de fitomasa que produce es alto debido al elevado contenido proteínico en sus hojas. La semilla de esta especie presenta problemas de germinación

incidiendo este factor en el repoblamiento de las praderas.

El objetivo del presente trabajo fue identificar el tiempo óptimo de exposición de semillas de *Sueda foliosa* a soluciones de giberelina en diferentes concentraciones que permitan elevar el porcentaje de germinación.

Se remojaron semillas con y sin brácteas en soluciones de giberilina a diferentes concentraciones y un testigo únicamente remojo en agua.

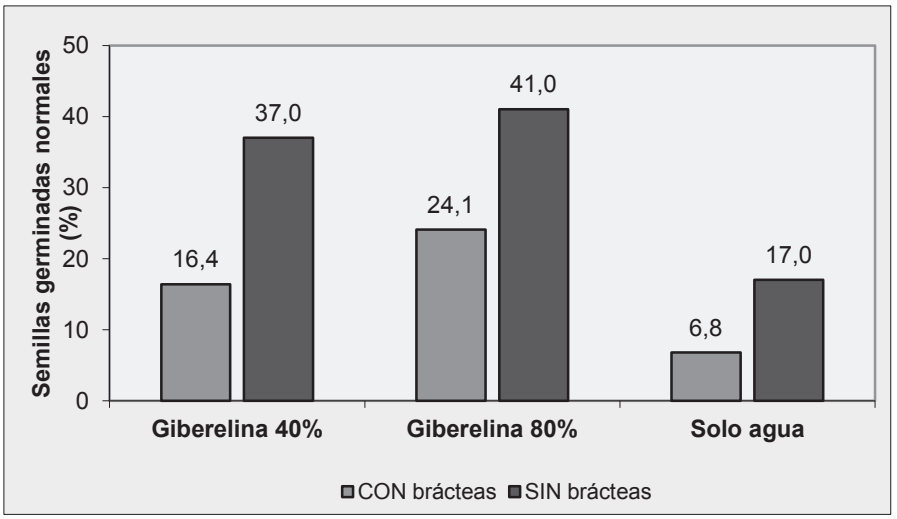


Figura 2. *Porcentaje de germinación de semillas de S. foliosa con tratamientos de giberelina*

Los resultados muestran que existen diferencias significativas en los porcentajes de germinación de semillas tratadas con giberelina frente al testigo. Se obtuvo un 41% de germinación en semillas sin brácteas con un tratamiento de remojo de giberelina al 80% durante 48 horas, frente al testigo (semillas con brácteas y remojo en agua) en el que solo germinaron 6.8%.

El remojo de las semilas contribuye en un ablandamiento de la testa lo que permite la absorción de la solución de manera efectiva, favoreciendo la acción fisiológica de la hormona, siendo ésta determinante en los procesos de germinación.

Se concluye que la semilla de *Suaeda foliosa* posee dormancia física y fisiológica en vista de que la remoción de brácteas y remojo en giberelinas inciden positivamente en la germinación de la semilla en esta especie.

2. Determinación de la variabilidad de especies nativas del genero *Bromus* en la región Andina de Bolivia

El altiplano boliviano tiene una superficie aproximada de 246.257 km^2 de los cuales el 60% está formado por praderas nativas y el 40% son campos naturales de pastoreo; sin embargo, el 50% de los suelos está desprovisto de cobertura vegetal, por lo que son susceptibles a la erosión hídrica y eólica.

La cebadilla (*Bromus catharticus* Vahl.) es uno de los pastos nativos más cultivados en Argentina y es una de las pocas especies forrajeras tradicionales que se cultiva en Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador, Perú y Uruguay (Cladera y Pahlen, 1984).

Con el objetivo de identificar taxonómicamente y caracterizar morfológicamente especies nativas del género *Bromus,* recolectadas en cuatro comunidades de los departamentos Oruro y La Paz, durante el periodo 2011-2012 se estableció un ensayo experimental en el CIF. Los resultados mostraron que las 36 accesiones de *B. catharticus* pueden agruparse en cuatro grupos (Figura 3)

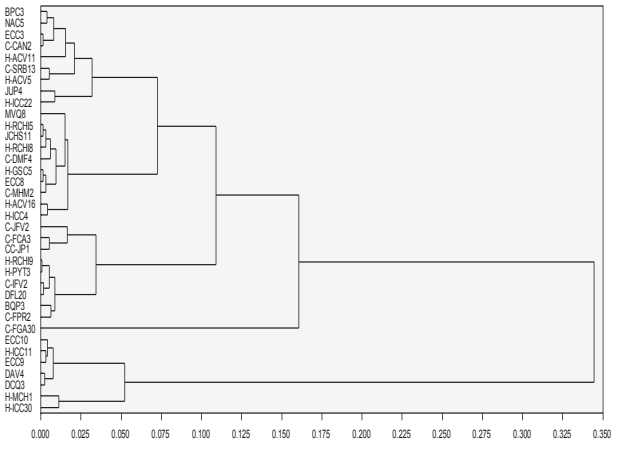


Figura 3. *Dendrograma de conglomerados de las 36 accesiones de B. catharticus de acuerdo a características cuantitativas.*

El Grupo 1 con las accesiones muestran plantas altas y tardías a la floración, con mayor número de verticilos, mayor longitud de lema y mayor relación longitud y ancho de lema.

El Grupo 2 integrado por las accesiones con plantas pequeñas, menor longitud de la lígula, precoces y menor peso de semillas; sin embargo, las plantas tienen mayor cantidad de hojas y una mayor relación entre longitud y ancho del cariópside.

El Grupo 3 formado por la accesión C-FGA30 presenta plantas más altas y más tardías, mayor proporción de largo y ancho de la hoja bandera, panojas más largas con mayor cantidad de flores/ espiguillas, mayor ancho de lemma, mayor proporción del largo y ancho de la cariópside y mayor peso de semillas.

El Grupo 4 está formado por las accesiones, que se caracterizan por desarrollar plantas con características intermedias en altura, longitud de panoja, y peso intermedio de semillas; sin embargo, las plantas son tardías y tienen mayor cantidad de hojas, mayor número de panojas.

En base a los datos obtenidos, se concluye que entre las accesiones de *B. catharticus* y conservadas en el BGV del CIF existe diversidad morfológica con características agronómicas importantes que pueden ser usadas en futuros planes de fitomejoramiento.

3. Evaluación de forraje y semilla de líneas tetraploides de *Bromus catharticus* en el Valle Central de Cochabamba

El desarrollo de nuevos cultivares, dentro un programa tradicional de mejoramiento, conlleva largos periodos de tiempo. La Biotecnología se presenta como una alternativa práctica y altamente eficiente que permite acortar el tiempo de obtención de genotipos deseados. Dentro de los métodos recientes de mejoramiento se habla de la ploidización, como una técnica para obtener plantas más productivas. La utilización de agentes mutagénicos, en este caso la colchicina, ha permitido obtener líneas tetraploides de *Bromus catharticus* (cebadilla). El presente trabajo se enfoca en el análisis agronómico de éstas líneas (48x), frente a la variedad "Violeta" (testigo) sin duplicación cromosómica (24x), en condiciones de campo en el CIF-UMSS. Se trabajó con líneas tetraploides obtenidas en el Laboratorio de Biotecnología de la FCAyP – UMSS (Melgarejo, 2009).

El objetivo general de este trabajo fue determinar el potencial productivo de líneas tetraploides de *B. catharticus* para la producción de forraje y semilla,

Para la determinación de producción de forraje se realizaron tres cortes manuales durante todo el periodo de evaluación del ensayo (julio a diciembre de 2011), cada uno al inicio de emergencia de panojas. En el Análisis de Varianza, sobresalen las líneas tetraploides obtenidas por el método *In Vitro* (IV) y por el método *Directo* (DIR), sobre el cv. "Violeta" (testigo) sin duplicación cromosómica. En cuanto a la producción de semilla las líneas de *B. catharticus* con duplicación cromosómica (IV: *In Vitro* y DIR: Directo) que destacan sobre el cv. Violeta (testigo). Se detectó a seis líneas tetraploides cuyos rendimientos en semilla, fueron significativamente superiores ($p=0,01$) con respecto a la variedad testigo (cv. Violeta, diploide).

Por lo expuesto se concluye que la duplicación cromosómica inducida, en la forrajera nativa *B. catharticus*, fue beneficiosa en términos productivos y agronómicos, frente al cv. Violeta (diploide). Se recomienda realizar trabajos regionales, para evaluar la respuesta de las líneas tetraploides, en condiciones de campo, en especial las líneas 235 IV, 237 DIR y 234 IV, para luego seleccionar líneas con potencial para las zonas donde la cebadilla se constituye en un recurso importante y básico de la pradera nativa.

Publicación libro de Guía de Especies Forrajeras Nativas de la Zona Andina de Bolivia

A partir de información secundaria sistematizada de trabajos realizados en forrajeras nativas, recolecciones de material vegetal para herbario e inventariaciones florísticas con apoyo del Centro de Biodiversidad y Genética de la FCyT se logró publicar el libro "Guía Ilustrada de Especies Forrajeras de la Zona Andina de Bolivia, mismo que fue distribuido de manera gratuita a bibliotecas, instituciones y personas relacionadas con la temática.



Figura 4. Tapa de libro publicado Guía Ilustrada de Especies Forrajeras Nativas de la Zona Andina de Bolivia

En la Guía se detallan 166 especies de forrajeras nativas, cada ficha (Figura 5) posee la descripción botánica de la especie, los nombres comunes, sinónima de nombre científico, hábitat y usos.



Figura 5. Ficha ilustrativa de la Guía de Especies Forrajeras Nativas de la Zona Andina de Bolivia

Conclusión

En conclusión, se ha avanzado en la labor de conservación de germoplasma a la vez de haberse realizado trabajos de investigación en el área. Los trabajos de recolección deben ser continuos para conservar una mayor cantidad de diversidad.

Del mismo modo no deben dejarse de lado las tareas de caracterización tanto morfológica como molecular. A la fecha el CIF cuenta con un laboratorio de Biología Molecular en funcionamiento mismo que nos servirá para llevar adelante estas tareas trazadas.

Referencias citadas

Alzerreca, H. (2004) Campos Nativos de Pastoreo (CANAPAS). Contribuciones a Conocimiento y Desarrollo de los Campos Nativos de Pastoreo (CANAPAS) y Pasturas de los Andes de Bolivia. Resumen de investigaciones realizadas por REPAAN/IBTA/CIF. p. 113-143

FAO (2005) Situación actual de los camélidos en Bolivia. 56 p.

FAO (2009) Estado de los recursos fitogeneticos para la agricultura y la alimentación en Bolivia. Proyecto: Fortalecimiento de los Bancos de Germoplasma vegetal del Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación - GCP/BOL/037/ITA. 48 p.

Flores, A. (2005) Manual de Pastos y Forrajes Altoandinos. Oikos. 53 p.

Paladines, O. (1991) El papel de la Red de Pastizales Andinos, REPAAN, en la conservación de recursos fitogeneticos de pastos. In: II Reunión Nacional sobre Recursos Fitogenéticos: Colección, Conservación, Evaluación, Utilización, Contexto. Memorias. INIAP. Quito, Ecuador. 182 p.

Querol, D. (1988) Recursos Genéticos, Nuestro Tesoro Olvidado. Industrial Gráfica,Lima, Perú. 218 p.

DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN PRELIMINAR DE 28 ACCESIONES DE ISAÑO

Yapu, W.[1]; Yapu, G[1]; Layme, E.[1]; Choque, F.[1]; Castro, J.[1]; Chapi, L.[1]; Marza, F.[2]
Instituto de Investigación y Extensión Agrícola (IINEA),
Universidad Pública de El Alto, ciudad de El Alto, Bolivia.
secont_5@hotmail.com
[1] Investigadores de la Carrera Ingeniería Agronómica, Universidad Pública de El Alto
[2] Profesor de Genética y Diseños Experimentales de la Carrera Ingeniería Agronómica

Resumen

La descripción y evaluación preliminar de 28 accesiones de isaño, fue establecida en la gestión agrícola 2013-2014, de manera conjunta se realizó la regeneración y multiplicación, en la Estación Experimental de Kallutaca. Se empleó diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones, dentro de cada bloque se sembró 1 surco por entrada, 10 plantas por surco, distancias entre surcos de 0.7 m y entre plantas 0.3m. Se realizó aportes de enmienda orgánica al suelo a razón de 10 t_*ha^{-1} compost. El cultivo permaneció en el campo durante 6 meses, desde 1 de noviembre (siembra) hasta 26 de abril (cosecha). Realizado el análisis de varianza para las accesiones, se verifico diferencias altamente significativas ($p<0.01$), para los variables: Rendimiento en t_*ha^{-1} (RDTO), Longitud de tubérculo (LTB), diámetro del tubérculo (DTB), numero de nudos por planta (NNP) y numero de tubérculo por planta (NTP), estás diferencias se atribuyen al factor genético. Las diferencias individuales entre accesiones, mostraron que la acción 26 se diferencian significativamente del resto en RDTO de 13.48 t_*ha^{-1} y comparte el primer grupo para LTB los grupos b, c, d y e, contienen accesiones con rendimientos bastante importantes superiores a 7 t_*ha^{-1} y el análisis de componentes principales explico hasta el 52% de la varianza total con el segundo componente, hasta 76.2 % de varianza acumulada con el cuarto componente y se observaron correlaciones negativas importantes entre NTP con variables LTB y DTB.

Palabras claves: *Accesión, Isaño*

Introducción

El isaño tiene su origen y diversidad en los Andes, al respecto Rea (1997), Garcia y Cadima (2003) identifican la zona de Candelaria en Cochabamba y la zona circundante al Lago Titicaca en La Paz, como zonas de alta diversidad de tubérculos (papa, oca, papalisa e isaño) y sus variedades en cada una de estas especies.

El isaño fue conocido por los incas y aimaras con los siguientes nombres: Añu, mashua e isaño, se la cultiva asociado a la oca y papalisa, por compartir requerimiento de suelo y prácticas de manejo similar, además de ocupar la misma zona agroecológica. Según Arbizo y Tapia citado por Mariscal (1997) el isaño es uno de los cultivos más adaptados a la ecología andina, ya que su cultivo se extiende desde Venezuela hasta el norte de Argentina y Chile entre los 3000 y 4000 msnm, según Nava (2012) se adapta a rangos de altitud mucho más amplias desde 1500 hasta los 4200 msnm. Sin embargo no existen reportes de la superficie cultivada ni producción del cultivo de isaño, por ser el menos cultivado y consumido (Gonzales, Terrazas, Almanza y Condori, 2003), a pesar de ello Quispe *et al.* (1997) han reportado rendimientos de 32 t_*ha^{-1} bastante favorable y superior a papa, oca y papaliza.

El isaño dentro de los tubérculos andinos,

está catalogado como el cuarto cultivo en importancia encontrándose después de la papa, oca y papalisa. Posee cualidades medicinales, sirve como repelente de insectos, nematodos y otros patógenos, NRC (1989) citado por Cadima (2006) refleja un alto contenido de carbohidratos (11% en base fresca), alto contenido de ácido ascórbico (67 mg por 100 g en base fresca) y el contenido de proteína que pueden variar de 6.9-15.9% en base seca, señala también que el principal componente de las tropaeoláceas son los glucosinolatos, que pueden ser responsables para uso medicinal de la especie.

Su ciclo vegetativo es de 7 a 8 meses es sembrado durante el mes de septiembre, en terrenos donde el cultivo anterior fue papa, aprovechando el remanente de fertilizantes que deja este cultivo (Patiño, 1998).

En la actual el isaño sigue siendo un cultivo subutilizado, las colecciones conservadas en bancos de germoplasma son de 80 accesiones en Bolivia, 76 en Ecuador, 160 en Perú y 86 resguardados por la CIP (Tapia, PROINPA, & INIEA, 2004), los diferentes actores encargados de estas colecciones nacionales han infatizado, la necesidad de caracterizar y evaluar estas accesiones.

La presente investigación se estableció con el objetivo de describir y evaluar preliminarmente 28 accesiones de isaño, un primer paso la caracterización que implica caracteres cualitativos altamente heredables y evaluación de caracteres cuantitativos de baja heredabilidad.

Materiales y métodos

La descripción y evaluación preliminar de 28 accesiones de isaño, fue establecida en la gestión agrícola 2013-2014, de manera conjunta se realizó la regeneración y multiplicación, en la Estación Experimental de Kallutaca ubicado geográficamente a 16º31’17” de latitud sur y 68º18’29” de longitud Oeste y altitud de 3860 msnm en la provincia Los Andes del Departamento de La Paz. La zona se caracteriza por presentar suelos superficiales de formación aluvial con problemas de drenaje y bajo contenido de materia orgánica, una temperatura promedio de 14ºc, humedad relativa de 35% y precipitación pluvial de 600-65º $mm_{*}año^{-1}$.

Las características del establecimiento fueron las siguientes: Se empleó diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones, dentro de cada bloque se sembró 1 surco por entrada, 10 plantas por surco, distancias entre surcos de 0.7 m y entre plantas 0.3m. Se realizó aportes de enmienda orgánica al suelo a razón de 10 $t_{*}ha^{-1}$ compost.

El cultivo permaneció en el campo durante 6 meses, desde 1 de noviembre (siembra) hasta 26 de abril (cosecha). Los datos del comportamiento en campo que implican variables morfológicas aéreas y fenológicas no fueron tomados en cuenta para la presente descripción y evaluación preliminar, para totas las evaluaciones y estimaciones (rendimiento) se consideraron muestras representativas y con competencia completa.

Para descripción de variables cualitativos se acudió a una escaza publicación existente de descriptores y evaluación de variables cuantitativos se acudió a paquetes SAS 9.1 Inc., SPSS 18 y SPLUS 2000.

Resultados y discusiones

Estadística Descriptiva

En la tabla 1, se muestran los datos tomados en cuenta en la investigación, los mismos cumplen con parámetros de normalidad, que implica calidad y confiabilidad de datos a procesar, evidenciándose valores de sesgo y curtosis para variables paramétricos entre +1 y -1. La media, moda, mediana, sesgo, curtosis máximo y mínimo, resultan de un total de 84 datos, los mismo que fueron tomados como muestra representativa de tres bloques.

Tabla 1. Estadística descriptiva para para variables cuantitativas y cualitativas, en la Descripción y evaluación preliminar de 28 accesiones de isaño, Estación Experimental de Kallutaca, gestión Agrícola 2013-2014.

Características Cuantitativas	Media	Mediana	Moda	Curtosis	Sesgo	Mín.	Máx.
Núm. Tubérculos por Planta	8.8	8.0	7.0	0.8	0.9	3.0	22.0
Longitud de Tubérculo (cm)	7.9	7.4	11.0	-0.7	0.4	2.8	15.3
Diámetro Ecuatorial (cm)	2.9	2.6	2.1	0.3	2.1	1.2	8.1
Núm. Nudos por Tubérculos	15.2	14.4	10.0	-0.3	0.7	7.5	28.2
Rendimiento $t_* ha^{-1}$	5.5	4.8	2.1	-0.2	0.8	1.4	13.9
Características Cualitativas							
Color Predominante de la Piel de Tubérculo (1-6) “	2.6	2.0	2.0	-0.2	1.0	1.0	6.0
Forma de Tubérculo (1-3)$	1.8	2.0	1.0	-1.2	0.4	1.0	3.0
Color Predominante de la Pulpa de Tubérculo (1-7) *	3.1	3.0	3.0	2.4	1.4	1.0	7.0
Color segundario de la Pulpa de Tubérculo (1-2)&	1.3	1.0	1.0	-1.3	0.8	1.0	2.0

*“1 Amarillo; 2 amarillo pálido; 3 amarillo con franjas rojas; 4 purpura; 5 purpura griseceo;6 amarillo intenso $ 1 cónico; 2 cónico alargado; 3 alargado *1 blanco amarillo; 2 amarillo pálido; 3amarillo; 4 blanco morado; 5 amarillo morado; 6 purpura ; 7amarillo intenso & 1 ausente; 2 blanco*

Análisis de Varianza

El análisis de varianza tabla 2 realizado, para evaluación de variables cuantitativas, muestra que entre los diferentes variables no existen diferencias significativas para Bloque, atribuible a la homogeneidad de unidades experimentables y estabilidad de las accesiones; se detectan diferencias altamente significativas para los variables en análisis ($p<0.01$), estas diferencias altas son atribuibles a la constitución genotípica diferente de las Accesiones, a ello se puede agregar que las accesiones, han sido recolectados de hábitats distintos, el análisis también puede reflejar un grado de adaptabilidad diferente.

Tabla 2. Análisis de varianza: Rendimiento Comercial (RDTO), Número de tubérculos por planta (NTP), Numero de nudos por tubérculo(NNT), Longitud de tubérculo (LTB) y Diámetro de tubérculo (DTB), en la Descripción y Evaluación Preliminar de 28 accesiones de isaño, Estación Experimental de Kallutaca, gestión Agrícola 2013-2014.

F.V.	GL	Cuadrados Medios				
		RDTO	NTP	NNT	LTB	DTB
Bloque	2	1.18ns	1.87ns	4.62n	5.25n	0.02ns
Accesión	27	32.04**	42.99**	59.25**	19.49**	7.12**
Error Exp.	54	0.55	4.45	2.1	2.81	0.09
R^2		0.97	0.83	0.93	0.78	0.98
CV (%)		13.45	24.04	9.51	21.25	10.25

*ns: No significativo **: Altamente significativo R^2: Coeficiente determinación CV: Coeficiente de Variación*

Los diferentes grupos consolidados en la tabla 3, describen a cada accesión de isaño para las variables evaluadas; la accesión 26 supera significativamente al resto de las accesiones en rendimiento y comparte el primer grupo para longitud de tubérculo, los grupos b, c, d y e, muestran rendimientos bastante importantes.

Tabla 3. Prueba de promedios de rango múltiple de Duncan; en la Descripción y evaluación preliminar de 28 accesiones de isaño, Estación Experimental de Kallutaca, gestión Agrícola 2013-2014.

Accesión	Rendimiento $t_{*}ha^{-1}$	Nudos por Tubérculo	Diámetro del Tubérculo	Longitud de Tubérculo	Tubérculos por Planta
26	13.485a	22.67b	2.78efgh	12.04a	11.33cdef
28	11.85b	20.00cd	2.87efg	8.73bcde	9.33defghi
14	10.717bc	13.00jklm	4.87b	8.57bcdef	7.67efghij
12	9.86cd	22.00bc	3.13de	7.77cdefgh	10.00defgh
33	9.07d	19.00de	2.50fghij	11.15ab	7.00ghijkl
2	8.61de	15.50ghij	1.81klm	6.42efghi	17.67a
13	7.49ef	18.00defg	2.60efghi	9.97abcd	9.67defgh
34	7.37ef	17.33efgh	2.50efghij	7.13defghi	13.33cd
36PG	6.92gf	14.67hijk	3.43d	4.72hi	14.00cb
4	6.68fhg	16.33fgh	2.23hijkl	7.53defgh	10.67cdefg
15	5.82ghi	12.50klmn	1.80a	10.37abcd	7.00ghijkl
17	5.48hij	22.33bc	2.93defg	8.17bcdefg	5.00jkl
23	5.43hij	18.33def	2.37ghijk	3.97i	7.67efghij
5	5.25ij	16.00fghi	2.90defg	5.76efghi	11.68cde
36K	4.56ijk	26.00a	4.10c	12.17a	6.33hijkl
9	4.37jk	8.83o	1.67mn	11.20ab	7.00ghijkl
30	3.59kl	13.00jklm	2.60efghi	5.34fghi	17.33ab
29	3.50klm	15.00hijk	2.05ijklm	5.68efghi	13.33cd
11	3.49klm	10.33mno	2.23ijklm	10.29abcd	5.33ijkl
18	2.94lmn	13.50ijkl	2.10ijklm	7.53defgh	6.00hijkl
20	2.77lmno	11.17lmno	2.72efgh	5.63efghi	7.00ghijkl
3	2.69lmno	11.17lmno	1.28n	6.63efghi	9.33defghi
6	2.66lmno	10.33mno	3.00def	10.29abcd	7.33fghijk
22	2.60lmno	12.33lmn	1.80lm	4.48hi	7.00ghijkl
27	2.24lmno	12.83jklm	1.97klm	8.53bcdef	4.67jkl
10	2.14mno	12.83jklm	2.10ijklm	11.00ab	3.33kl
24	1.82no	11.33lmno	7.40a	4.92ghi	6.67ghijkl
39	1.40o	10.00no	1.20n	4.56hi	3.00l

Medias unidas con la misma letra no son significativamente diferentes (alfa=0.05)

Las diferencias individuales entre las 28 accesiones de isaño, para variables cuantitativas, revelan una variabilidad elevada presente en la colección, el mismo ampliara, el uso de otros métodos estadísticos, que permitan analizar simultáneamente las 5 variables

Análisis de componentes principales (ACP)

El análisis de componentes principales permite analizar al mismo tiempo variables, tanto cuantitativas como cualitativas con datos tipificados (figura 1), el primer componente explica el 31.1% de la variabilidad total y lo constituyen el Color predominante de la piel del tubérculo, Color predominante de la pulpa del tubérculo y Forma de tubérculo, Numero de tubérculos por planta, Número de nudos por planta y color secundario de la pulpa del tubérculo con peso negativo. Es posible explicar hasta el 52% de la variabilidad total con el segundo componente integrado por variables como Rendimiento, Longitud de tubérculo, Diámetro del tubérculo y Número de nudos por tubérculo, además de forma de tubérculo y color secundario de la pulpa del tubérculo. Hasta el cuarto componente es posible explicar 76.2 % de varianza acumulada lo que implica una pérdida de información aceptable.

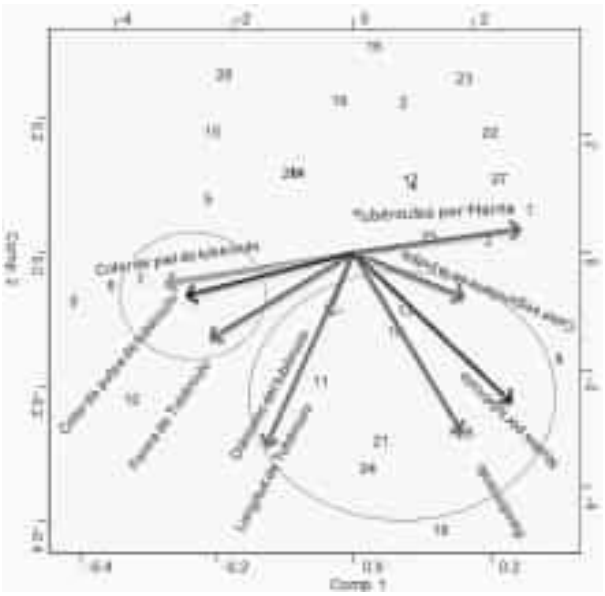


Figura 1. *Diagrama Biplot para variables cuantitativas y cualitativas, en la Descripción y evaluación preliminar de 28 accesiones de isaño, establecido en la Estación Experimental de Kallutaca, gestión Agrícola 2013-2014.*

En la figura 1, se aprecia la representación gráfica de dos componentes principales C_1 y C_2, las variables mencionadas en los componentes se aprecian con sus vectores propios, y las accesiones números dispersos en dos dimensiones. El primer componente explica el comportamiento cualitativo en color y forma, en tanto el segundo componente explica la productividad de las accesiones y el diámetro del tubérculo se mantiene constante por su vector propio y valor propio muy pequeño.

El rendimiento aparece correlacionado positivamente con variables cuantitativas como la longitud de tubérculo, diámetro de tubérculo y número de nudos por planta, en tanto las variables número de tubérculos por planta y forman de tubérculos son independientes del rendimiento.

Conclusiones

La descripción y evaluación preliminar permitió determinar una alta variabilidad de genotipos de comportamiento también variable de isaño conservado en el banco de germoplasma de la Estación Experimental de Kallutaca, 52% de varianza explicada en los dos primeros componentes principales.

Las variables de color predominante de la piel del tubérculo, color predominante de la pulpa del tubérculo y forma de tubérculo, número de

tubérculos por planta, número de nudos por planta y color secundario de la pulpa del tubérculo fueron las características de mayor aporte al eje (31.1% de varianza).

En el segundo componente principal con varianza acumulada de 52%, aportan variables como Rendimiento, Longitud de tubérculo, diámetro del tubérculo y Número de nudos por tubérculo, además de forma de tubérculo y color secundario de la pulpa del tubérculo.

Las diferentes actividades realizadas, para la conservación de recursos fitogenéticos, en condiciones de bancos de germoplasma, desde la adquisición, multiplicación preliminar, almacenamiento y manejo que comprende: regeneración y multiplicación, caracterización y evaluación, documentación, tienen un propósito final de promover la utilización.

Referencias citadas

Cadima Fuentes, X. 2006. Tubérculos. (M. Moraes , L. Ollgaard, F. Borchsenius, B. Ollgaard , & L. Kvist, Edits.) *Botánica Económica de los Andes Centrales*.

Garcia, W., & Cadima, X. (Edits.). 2003. Manejo sostenible de la agrobiodiversidad de tuberculos andinos: Sintesis de investigaciones y experiencias en Bolivia. *Conservacion y uso de la biodiversidad de raices y tuberculos andino: Una decada de investigacion para el desarrollo(1993-2003)*, p.2.

Gonzales, S., Terrazas, F., Almanza, J., & Condori, P. 2003. *PRODUCCIÓN DE OCA (Oxalis tuberosa),PAPALISA (Ullucus tuberosus) E ISAÑO (Tropaeolum tuberosum): Importancia, zonas productoras, manejo y limitantes.* Fundacion PROINPA, Cochabamba.

Mariscal, J. C. 1997. Gestion campesina en la conservacion “in situ” de la biodiversidad cultivada de tuberculos andinos. *Tesis de Grado para optar el Titulo de Ingeniero Agronomo*, 21. Potosi, Bolivia.

Nava, P. V. 2012. *Los Recursos Naturales en Bolivia* (Segunda ed.). Cochabamba , Bolivia.

Patiño, F. 1998. Estudio del rendimiento potencial de la Papa (*Solanum tuberosum*), Papalisa (*Ullucus tuberosa*), Oca (*Oxalis tuberosa*) E Isaño (*Tropaeolum tuberosum*), Empleando el modelo lintul, en Candelaria Prov. Chapare del Dpto. de Cochabamba. *Perfil de proyecto de tesis*. Cochabamba, Chapare.

Quispe, C., Devaux, S., Gonzales, C., & Tourneux, R. 1997. Evaluación Comparativa del Desarrollo y Crecimiento de Papa, Oca e Isaño en Cochabamba, Bolivia. *Revista Latinoamericana de la Papa*, 9-10.

Rea, J. 1997. *Trangenicos,Biodiversidad: Manejo y conservación comunitaria de recursos genéticos agrícolas en Bolivia* (Vol. II). La Paz, Bolivia.

Tapia, PROINPA, & INIEA. 2004. Obtenido de ttp://www.cipotato.org/potato/potato.htm

DETERMINACIÓN DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA DE LA COLECCIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum spp.*) DEL BANCO DE GERMOPLASMA DEL INIAF-CNPSH y UMSS-FCAPFyV

Shirley Rojas [1], Hans Mercado[1]
[1]Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)
srojasledezma@hotmail.com

Resumen

Con el objetivo de caracterizar y determinar la variabilidad morfológica de las colecciones de tomate (*Solanum lycopersicum spp*.) existentes en el INIAF-CNPSH y la UMSS-FCAPFyV, se estableció un experimento con 61 accesiones para su caracterización con 59 variables cuantitativas y cualitativas. Los resultados presentan amplia variabilidad para los caracteres cuantitativos peso de fruto, ancho de cotiledón, grosor de pericarpio, número de lóculos, longitud del fruto, tamaño de la zona corchosa, ancho del fruto y peso de 1000 semillas, y para los caracteres cualitativos tamaño de fruto, pubescencia del fruto, tipo de hoja, homogeneidad del tamaño del fruto, color de semilla. Según la variabilidad de los caracteres cuantitativos las 61 accesiones se agrupan en tres grupos; el primer conformado por 35 accesiones con menor peso y longitud de fruto, el segundo grupo constituido por 22 accesiones con peso de 1000 semillas intermedio y mayor grosor del pericarpio y el tercer grupo integrado por 3 accesiones con frutos multiloculados, mayor tamaño de corazón y mayor ancho del fruto. Sobre caracteres cualitativos, las 61 accesiones se dividieron en dos grupos, el primer grupo constituido por 51 accesiones tipo de hoja estándar, color externo del fruto rojo, color de piel amarilla, el segundo grupo conformado por 10 accesiones pubescencia del fruto intermedia, forma de la semilla triangular puntiaguda de color marrón y mayor firmeza del fruto.

Palabras claves, *Solanum lycopersicum spp., germoplasma, caracterización morfológica, diversidad.*

Introducción

La diversidad genética de tomate (*Solanum lycopersicum spp.*), parece haber disminuido en los últimos años, en un estudio que realizó la Fundación Internacional para el Progreso Rural (RAFI) en 1982, comprobó que el 80% de las variedades comerciales del tomate que figuraban en la lista de 1903 del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) ya no se encontraban en los bancos de semillas, lo que indica que se habían extinguido (GRAIN, 1998). Por otro lado, dicha diversidad genética está reduciéndose por las exigencias del mercado, el desplazamiento de las variedades criollas por los cultivares foráneos, destrucción de ecosistemas lo cual conduce a la erosión genética (Jaramillo y Baena, 2000). Por lo que en cualquier especie vegetal, principalmente de los que se encuentran en peligro de extinción se requiere de una adecuada protección y utilización de los recursos genéticos, que exige su recolección, introducción, mantenimiento / conservación, caracterización, evaluación, documentación e intercambio (Rudorf, 1985)

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) a través del Centro Nacional de Producción de Semilla de Hortalizas (CNPSH) y la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) a través de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias (FCAPFyV), cuentan con un Banco de Germoplasma de Hortalizas que alberga diferentes géneros, con la finalidad de conservar y preservar los recursos genéticos. Al ser Bolivia uno de los centros de diversificación del tomate, se cuenta con 61 accesiones de este género, las cuales aún no han sido caracterizadas. Por tanto, es importante como primer paso realizar la caracterización morfológica de las accesiones y así proporcionar información para iniciar programas de mejoramiento genético. El Objetivo del presente trabajo fue; Caracterizar y determinar la varia-

bilidad morfológica existente e identificar grupos homogéneos entre las 61 accesiones de tomate del INIAF-CNPSH y la UMSS-FCAPFyV.

Materiales y Métodos

El presente trabajo de investigación se realizó en el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH), dependiente del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), ubicado en la localidad de Montenegro, provincia de Quillacollo, a 23.5 Km carretera Cochabamba – Oruro. Geográficamente está situado a 17º 22` de latitud sud y 66º 19` de longitud oeste a una altura de 2505 msnm.

Los tratamientos fueron conformados por 61 accesiones de tomate (*Solanum lycopersicum spp*.). Las variables de caracterización fueron evaluadas de acuerdo a la metodología de la guía de Descriptores de tomate elaborada por el International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 2000). Variables evaluadas en cinco etapas del desarrollo vegetativo: **a) Plántula,** la unidad experimental fue un alveolo donde se cultivó una plántula de tomate, con cinco repeticiones. **b) Planta**, en cada unidad experimental, se registraron los datos cuando los frutos del segundo y tercer racimo se encontraban fisiológicamente maduros, los datos registrados fueron el resultado de la identificación de la moda para datos cualitativos y el promedio para datos cuantitativos. Se utilizaron ilustraciones y figuras de otros autores para mejor interpretación del registro de características. **c) Inflorescencia (flor**), las evaluaciones se realizaron entre el segundo y tercer racimo cuando las flores se encontraban bien abiertas en forma de una estrella. **d) Fruto (inmaduro y maduro)**, en la planta de cada unidad experimental, se registraron datos en al menos cinco frutos del segundo racimo y/o tercer racimo de la planta en etapa de plena madurez, **e) Semilla**, las variables evaluadas en esta etapa del cultivo fueron: forma de semilla, color de semillas, peso de mil semillas (g) y porcentaje de germinación (%). Luego de realizar la extracción y lavado de las semillas de todas las unidades experimentales, se procedió a realizar la limpieza de las semillas y luego realizar las evaluaciones respectivas.

Los análisis estadísticos realizados fueron: A) Estadísticos simples: media aritmética, valor mínimo y máximo, desviación estándar y el coeficiente de variación (CV), moda en variables cualitativas, B) Análisis Multivariado: Análisis de Componentes Principales (ACP), con el procedimiento PRINCOMP de SAS 9.1, para cualitativos y cuantitativos y Análisis de Agrupación "Clúster", que permite agrupar individuos en clases por su similitud alta entre ellos, y baja con individuos de otros grupos (Siles, 1999). El análisis se realizó utilizando el PROC CLUSTER de (SAS 9.1) de acuerdo al método complete.

Resultados y discusión

Caracteres cuantitativos

Las 61 accesiones presentan mayor variabilidad (Cuadro 1) para los caracteres peso de fruto, ancho del cotiledón, grosor del pericarpio, el número de lóculos presentó, la longitud del fruto, el tamaño de la zona corchosa, el ancho del fruto y peso de 1000 semillas, las demás variables también variaron pero en menor proporción.

Cuadro1. Estadística descriptiva de caracteres cuantitativos de accesiones de tomate (n=61)

Variable		Nº	Media	Des. Tip.	Mínimo	Máximo	Coef. Var.%
v23	Longitud estambre (mm)	61	0.81	0.12	0.49	1.09	14.60
v21	Longitud del pétalo (mm)	61	1.27	0.24	0.79	1.87	18.55
v59	Porcentaje de germinación (%)	61	90.2	16.79	34.00	100	18.62
v04	Longitud del cotiledón (mm)	61	1.52	0.39	0.66	2.23	25.60
v38	Longitud del pedicelo (cm)	61	2.39	0.68	1.43	4.90	28.60
v22	Longitud del sépalo (mm)	61	0.83	0.29	0.37	1.62	34.92
v39	Longitud del pedicelo desde la capa de abscisión (cm)	61	1.00	0.37	0.44	2.15	37.28

v41	Ancho de la cicatriz del pedicelo (mm)	61	1.95	0.75	0.53	3.26	38.56
v57	Peso de 1000 semillas (g)	61	1.93	1.07	0.10	3.90	**55.62***
v33	Ancho del fruto (mm)	61	37.29	23.42	0.96	99.4	**62.79***
v42	Tamaño de la zona corchosa (mm)	61	4.81	3.08	1.25	12.32	**64.01***
v32	Longitud del fruto (mm)	61	35.73	23.17	7.70	110.1	**64.83***
v51	Número de locus	61	3.28	2.21	2.00	10.00	**67.31***
v45	Grosor del pericarpio	61	3.93	2.88	0.30	10.50	**73.33***
v50	Ancho del cotiledón (mm)	61	1.75	1.46	0.20	5.28	**83.24***
v31	Peso del fruto (g)	61	41.38	47.52	0.31	175.00	**114.86***

*Fuente: Elaboración propia *= CV > 50% significativo según Franco e Hidalgo, 2003.*

Análisis de Componentes Principales (ACP) La variación de las 15 características evaluadas entre las 61 accesiones de tomate (*Solanum lycopersicum* spp.), explica un 77.01% por los primeros dos componentes principales (Figura 1).

El primer componente principal explica el 63.61% de la variación total y expresa principalmente a los caracteres de: longitud del fruto, ancho del fruto, peso del fruto, tamaño de la zona corchosa, tamaño del corazón, ancho de la cicatriz del pedicelo, longitud del sépalo, longitud del pedicelo desde la capa de abscisión, longitud del cotiledón, peso de 1000 semillas, grosor del pericarpio, longitud del pedicelo, longitud del pétalo y longitud de estambre (mm). Estos resultados demuestran que las 61 accesiones presentan mayor variabilidad para los caracteres mencionados y coinciden con los hallados en base al Coeficiente de Variación (CV). El segundo componente principal explica el 13.4% de la variación total y expresa principalmente al número de lóculos (n), Este resultado sugiere que las 61 accesiones muestran un segundo grado de variabilidad para este carácter indicado.

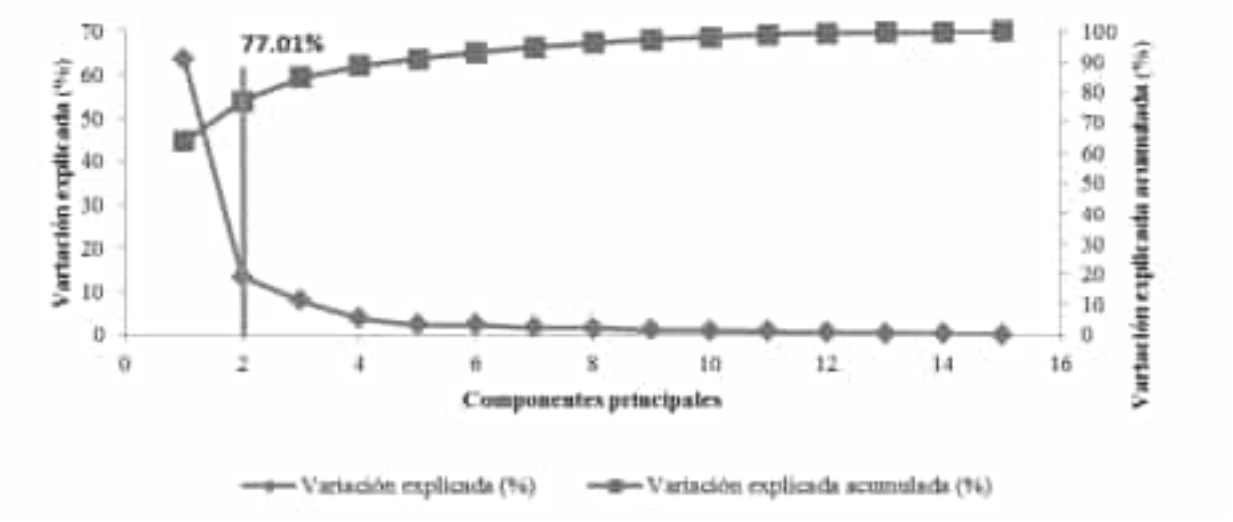


Figura 1. *Variación explicada de 15 componentes principales.*

Análisis de agrupamiento (Cluster) De acuerdo al Dendograma (Figura 2), las 61 accesiones evaluadas en los caracteres cuantitativos se distinguen en 3 grupos. El grupo 1 constituido por 35 accesiones se caracterizan principalmente por tener frutos livianos con un peso similar o menor a 5 g, con frutos biloculares (2 lóculos), con un tamaño de los frutos que oscila entre 18 mm de alto y 19 mm de ancho. Según Nuez *et al*. (2001), Peralta *et al*. (2008), Esquinas-Alcázar y Nuez (2001) y Rick (1976), sostienen que las especies *S. lycopersicum, S. habrochaites S., S. pimpinellifolium y S. chmielewskii, S. pennelli, S. peruvianum, S. chilense, S. neorickii* O. M., se caracterizan por presentar frutos biloculados, por lo que las 35 accesiones, del primer grupo podrían pertenecer a estas especies. El grupo 2 integrado por 22 accesiones, se caracterizan por presentar la longitud de fruto (59 mm) casi igual que al ancho del fruto (57 mm) y principalmente con pericarpios gruesos (6.38 mm) y semilla pesada (2.75 g). Nuez *et al*., 2001 sostienen que la especie *S. Lycopersicum L*., presenta

un mayor grosor de pericarpio, que las otras especies del género *Lycopersicum* y el peso de 1000 semillas oscila de 2.5 a 3 g, Estos resultados indican que las 22 accesiones, podrían pertenecer a esta especie. Por otro lado, las mencionadas características son más comunes en los frutos de las variedades Río fuego y grande que pertenecen a la especie *S. lycopersicum L*. El grupo 3 está conformado por 3 accesiones las cuales se caracterizan principalmente por presentar frutos pesados (> a 150 g), de forma más ancho (87.47 mm) que largo (58.53 mm), de frutos multiloculados (> 7 locus). De acuerdo a EROZKI (2010), los frutos *de S. lycopersicum L*., difieren entre 80 a 300 g de peso y según Moya *et al*., (2001), esta especie también tiene frutos más anchos que largos, esta característica está asociada al número de lóculos que presentan los frutos (multiloculados). Por lo que se puede deducir que las 3 accesiones también serían *S. lycopersicum L*. Conforme a estos resultados, se puede concluir que la especie *S. lycopersicum L*. es de amplia diversidad.

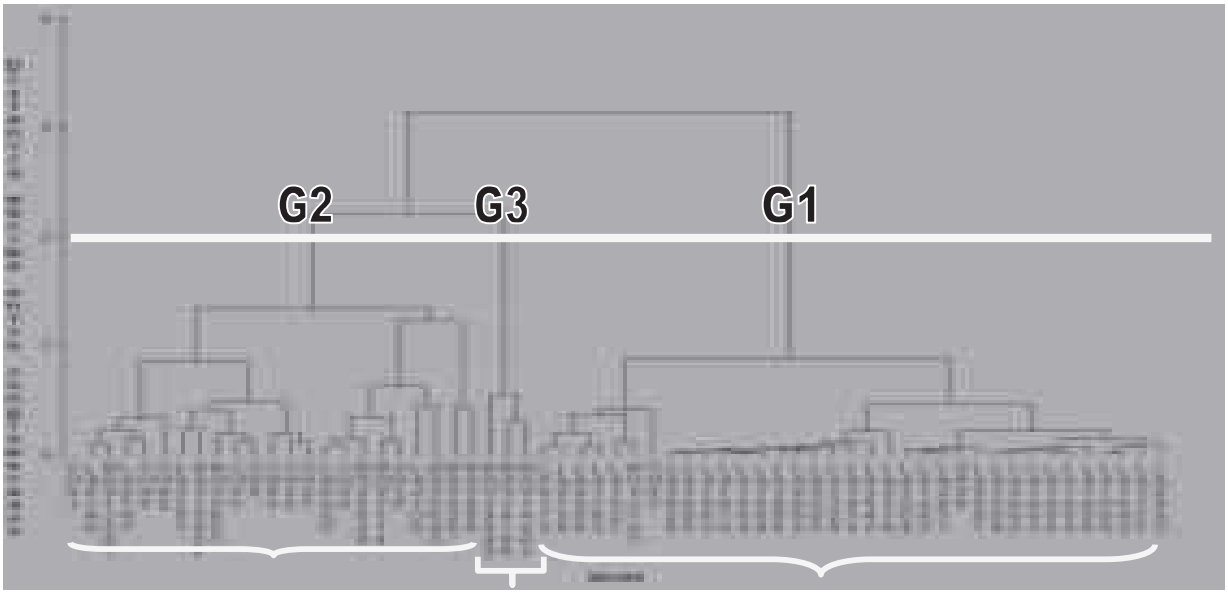


Figura 2. *Dendrograma de conglomerados de las 61 accesiones de tomate (Solanum lycopersicum spp.) de acuerdo a caracteres cuantitativos.*

Los tomates adquirieron mayor importancia de acuerdo al uso que se le dio, por ejemplo para la cocina, las salsas, la industria, el puré. Sin embargo, en todo proceso de mejoramiento, el interés es el de incrementar el tamaño de los frutos, el grosor de pericarpios y la composición química, grados Brix y características organolépticas Villareal (1982). Por tanto, si uno desea mejorar variedades de mayor tamaño de fruto pero con mayor consistencia, entonces puede usar las accesiones de los grupos 2 y 3. Si se desea tener variedades de frutos con pocos lóculos se deben utilizar las accesiones del grupo 1, o si el objetivo es incrementar el número de lóculos se deberá trabajar con las accesiones del grupo 3.

Caracteres cualitativos.

Análisis de Componentes Principales La variación entre las 61 accesiones para los 35 caracteres cualitativos se explica en un 64.66 % en base a 8 componentes principales (Figura 3). El CP 1 explica el 18.66% de la variación total, expresa principalmente al Color externo del fruto maduro, Color de la carne del pericarpio (interior), Tamaño del fruto, Pubescencia del fruto, Coloración de las venas, Rayas verdes en el fruto (hombros), Forma del hombro del fruto, Forma de la semilla, Color de la piel del fruto, Forma de la cicatriz del pistilo, Tipo de hojas, Color intensidad del corazón, Posición de la hoja, Intensidad del color externo, Homogeneidad del tamaño del fruto y Color de la semilla. Estos resultados sugieren que las 61 accesiones presentan mayor diversidad para estos caracteres.

El CP 2 explica el 10.54 % de la variación total, expresa principalmente a la Intensidad del color del hipocótilo, longitud del entrenudo del tallo, Color exterior del fruto no maduro, Facilidad para pelar el fruto y Firmeza del fruto, lo cual sugiere que las 61 accesiones presentan el segundo grado de variabilidad para estos caracteres mencionados. El CP 3 explica el 9.91 % de la variación total, expresa principalmente al Tipo de crecimiento de la planta, Tamaño de la planta, Densi-

dad de la pubescencia del tallo, Forma secundaria del fruto y Forma del corte transversal del fruto, según estos resultados se deduce que las 61 accesiones presentan un tercer grado de variabilidad en los caracteres ya descritos. El CP 4 explica el 6.10 % de la variación total, manifiesta principalmente al Color del hipocótilo, Pubescencia del hipocótilo e Intensidad del color de la carne. Concluyendo que las 61 accesiones presentaron un nivel menor de variabilidad para los caracteres ya indicados, frente al tercer componente principal.

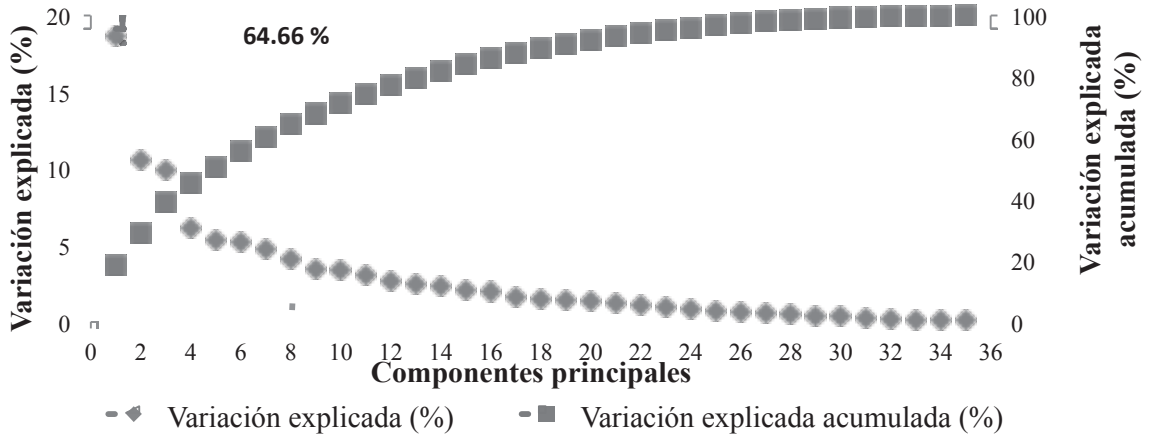


Figura 3. *Variación explicada de 35 componentes principales.*

Análisis de Agrupamiento (Cluster). Las 61 accesiones se separan en dos grupos (Figura 4). El **primer** conformado por **51 accesiones**, las cuales se distinguen por presentar la hoja colgante, color de la piel del fruto amarillo, color de los frutos rojos y amarillos, la firmeza de los frutos débil y la pubescencia de los frutos escasa. Según D´Arcy (2001), la especie *S. lycopersicum L.,* presenta frutos de color rojo, amarillos, naranjas y rosados debido a que son frutos comestibles, esta característica que coinciden con la coloración de la piel del fruto como amarilla, los frutos por lo general son de consistencia débil a intermedia, por lo que las accesiones, que poseen estas características serian de esta especie. Mientras que de acuerdo a GRAIN (1998), la especie *S. pimpinellifollium* que también presenta frutos comestibles y según las hojas son medianas y la planta tiene menos pelos que otros tomates silvestres, el fruto maduro es rojo y sin pelos, pero mucho más pequeño que el tomate de cultivo. Las semillas son sedosas de color gris, tanto el color de los frutos como las semillas son similares a *esculentum* pero de frutos más pequeños (1 cm de diámetro), la falta de márgenes de los foliolos profundamente aserrados es la característica botánica más importante para diferenciarse de *esculentum*, (Rick, 1978). Considerando las características anteriores 5 de las accesiones, que expresan las características mencionadas pertenecerían a la especie *S. pimpinellifollium.*

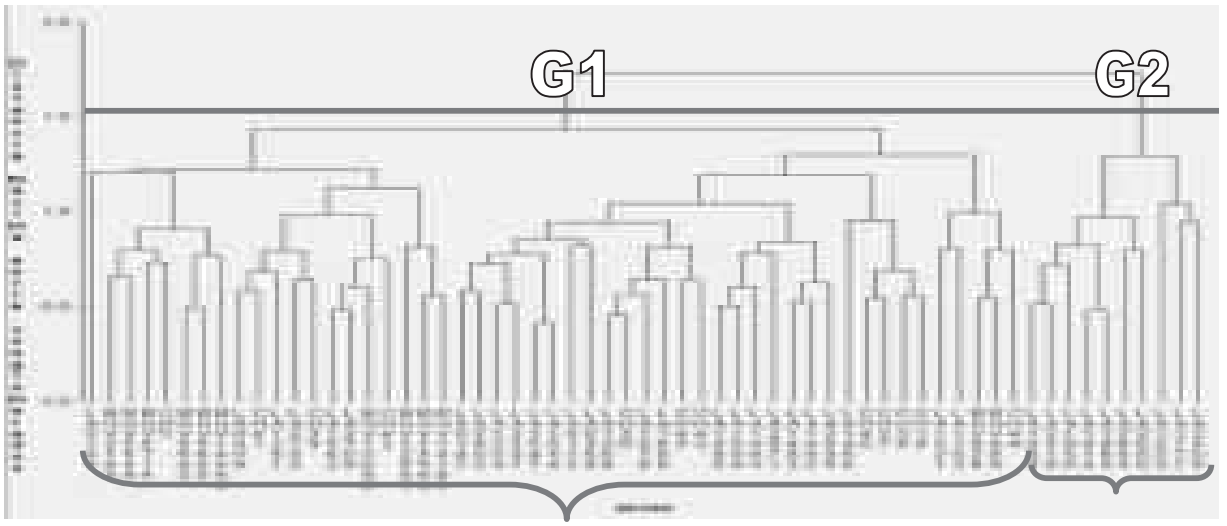


Figura 4. *Dendograma de conglomerados de 61 accesiones de tomate (Solanum Lycopersicun spp.) de acuerdo a variables cualitativas.*

El **segundo grupo** (Figura 4), está integrado por **10 accesiones**, agrupado por el color externo del fruto maduro que es verde, son frutos pubescentes de forma ligeramente achatados a redondos, su piel es incolora, la forma transversal del fruto es redonda con cicatriz pistilar punteada, la firmeza del fruto es intermedia a firme, la forma de su semilla es triangular con base puntiaguda de color marrón a marrón oscuro. Peralta *et al.* (2008), define a la especie *S. habrochaites S.* como arbusto o parra grande, de hasta 6m de longitud, cuyas hojas sólo presentan una división, cada parte de la hoja llega a medir hasta 20 cm de largo, acaban en punta y tienen los bordes dentados, presenta pubescencia densa a intermedia, las flores tienen una estructura muy larga y fina como una cola en la punta de sus anteras, lo que ayuda a reconocer esta especie de otras, los frutos son de color verde pálido con rayas verdes también pero más oscuro, las semillas son marrón oscuro de forma triangular puntiaguda. Su mayor característica es la pubescencia que presenta en tallos, hojas y fruto, añade Martin (1962), por lo que tres accesiones que desarrollaron estas características pertenecerían a esta especie. Según Rick (1973), la especie *S. pennellii* es muy parecido a *S. habrochaites* antes denominado *Lycopersicon hirsuthum*, debido a las características de presencia de pelos glandulares, sus frutos son verdes con una pubescencia intermedia pero esta se incrementa más en las hojas, la forma de los frutos es ligeramente achatada a redondeada. Una accesión expresa estas características, por lo que sería de la especie *S. pennellii*.

Conclusiones

La caracterización de las 61 accesiones permitió conocer la variabilidad morfológica existente e identificar grupos homogéneos para caracteres cuantitativos y cualitativos (77.01% con tres grupos y 64.66% con dos grupos) respectivamente.

Se observó que los segmentos o grupos probablemente pertenezcan a las especies de *S. habrochaites, S. pimpinellifolium, S. chmielewskii, S. pennelli, S. peruvianum, S. chilense, S. neorickii* y *S. lycopersicum* en lo que a caracteres cuantitativos se refiere como: (N° de lóculos, longitud, diámetro y peso de frutos) y cualitativos (coloración de frutos y semilla, presencia y ausencia de pubescencia y consistencia al tacto).

Referencias citadas

D´Arcy, W., 2001. Solanaceae. En: W. D. Stevens, C. Ulloa U., A. Pool y O. M. Montiel (eds.). Flora de Nicaragua. Monographs in Systematic Botany from the Missouri Botanical Garden. Vol. 85, tomo III. St. Louis, Missouri.

Doolittle, S.P. 1953. The use of wild *Lycopersicon* species for tomato disease control. Phytopatology, 44, 409-414.

Esquinas-Alcázar, J. y Nuez F. V. 2001. Situación Taxonómica, domesticación y difusión del tomate. En: El cultivo de tomate. Dirección Fernando Nuez. Ed. Mundi-Prensa. Madrid – España.

Franco, T.L.; e Hidalgo, R. (eds.). 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali Colombia. 89p.

GRAIN (Genetic Resources Action International), 1998. Diversidad y sustento de Culturas - Los tomates: el mundo los aprecia y las multinacionales los codician artículo publicado en internet. Disponible en: http://www.grain.org/about/?org&es

IPGRI.; 2000. Descriptores de tomate (*Lycopersicon spp*.).

Jaramillo, S. y Baena, M. 2000. Material de apoyo a la capacitación en conservación "*ex – situ*" de recursos fitoecogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitoecogenéticos.

Moya C., Álvarez M., Florido M. y Plana D. 2003. "Caracterización morfo agronómica de una colección de variedades, líneas e híbridos de tomate (*Lycopersicom esculentum mill*) en condiciones de organopónico". Cultivos Tropicales. Vol. 24; Nº 3. p. 51-58. La Habana – Cuba.

Nuez, F.; Rodríguez, A.R., Tello, J., Cuartero, J. y Segura, B. (2001). El cultivo del tomate

(ed.) Madrid España.

Peralta, I., D.M. Spooner, and S. Knapp. 2008. Taxonomy of Wild Tomatoes and their Relatives (*Solanum* sect. *Lycopersicoides*, sect. *Juglandifolia*, sect. *Lycopersicon*; *Solanaceae*) Systematic Botany Monographs, volume 84. The American Sciety of plant taxonomists. Printed in the United States of America

Peralta, I.E., Mackuch, M., Garcia Lampasona, S., Occhiuto, P.N., Asprelli, P.D., Lorello, I.M., Tongo, L. 2008. Catálogo de poblaciones criollas de Pimiento, Tomate y Zapallo, colectadas en valles andinos de Argentina. Estación Experimental Agropecuaria La Consulta INTA. Mendoza, República Argentina.

Peralta, I., S. Knapp, and D.M. Spooner. 2005. New species of wild tomatoes (*Solanum* section *Lycopersicon*: *Solanaceae*) from northern Peru. Syst. Bot. 30:424-434.

Rick, C.M. 1978. El tomate. Investigación y Ciencia. Nº 25: 45-55. [The tomato. Sci. Amer. 239(2): 76-87].

DIVERSIDAD Y USOS DEL TOMATE DE ÁRBOL (*Cyphomandra spp.*) SILVESTRE Y CULTIVADO EN EL SUBTRÓPICO DE COLOMI – COCHABAMBA

Rhimer Gonzales, Franz Terrazas, Ximena Cadima, Fernando Patiño, Silene Veramendi
Fundación PROINPA, Casilla 4285, Cochabamba - Bolivia
E-mail: r.gonzales@proinpa.org

Resumen

El centro de origen del tomate de árbol cultivado podría estar situado en Bolivia, ya que algunas especies silvestres bolivianas han sido identificadas como parientes cercanos de la especie cultivada *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt. En Bolivia, el tomate de árbol es conocido con diferentes nombres tales como Lima tomate, Monte tomate, Tomate extranjero o K´ita tomate, y su consumo se restringe a aquellas áreas en donde se cultiva, sin embargo, existe una demanda creciente sobre todo en los mercados regionales de Santa Cruz y Cochabamba. A pesar de la importancia creciente de este frutal andino, existe poca documentación de la diversidad, la promoción y la tecnificación de su cultivo. Para llenar este vacío, se han realizado exploraciones para identificar poblaciones de la diversidad silvestre y cultivada de tomate de árbol en el Subtrópico del Municipio de Colomi (Provincia Chapare – Cochabamba), las cuales fueron caracterizadas. También se recabó información sobre los usos y destino que los productores locales le dan a este frutal. Como resultado se colectaron 16 cultivares nativos e identificaron 9 poblaciones silvestres (ecotipos), después de un análisis de cluster se encontró que los ecotipos silvestres de Tablas Monte y K´alliri están relacionados con los cultivares de Locotal y Tablas monte.

Palabras clave: *Tomate de árbol, diversidad, cultivo, parientes silvestres.*

Introducción

El tomate de árbol *Cyphomandra* spp., perteneciente a la familia Solanaceae, tiene como centro de diversificación la región amazónica del Brasil, donde se encuentran 19 especies de las cuales 8 son endémicas (Lobo, 2008). Tomando en cuenta los estudios de Bohs (1991, 1994), el centro de origen de este cultivo podría situarse en Bolivia, puesto que algunas especies bolivianas han sido identificadas como parientes silvestres cercanos de *C. betacea*. Luna & Osorio (1993) y Bernal & Días (2003) también sugieren que el probable centro de origen de la especie se localiza en aéreas boscosas del sur de Bolivia y Norte de Argentina.

Esta fruta es cultivada en los Andes Suramericanos en lugares ubicados desde los 1800 hasta los 3000 m de altitud y hoy en día se encuentra dispersa por diferentes partes del mundo. Se sabe que el tomate de árbol se cultiva desde épocas prehispánicas (Bernal & Días 2003).

Los mayores productores de este frutal a nivel mundial son Colombia y Ecuador, donde es conocido como Tamarillo. En Bolivia, el tomate de árbol es denominado como Lima tomate, Monte tomate, Tomate extranjero o K´ita tomate, y su consumo se restringe a aquellas regiones en donde se cultiva, sin embargo, existe una demanda creciente sobre todo en los mercados regionales de Santa Cruz y Cochabamba. Dicha demanda representa una oportunidad para la generación de ingresos económicos para las familias del Subtrópico de Colomi, donde existe una diversidad importante de este cultivo (Gonzales & Franco 2009).

Actualmente, es poca la información disponible sobre el cultivo de tomate de árbol. Un estudio para incrementar el conocimiento sobre este frutal fue llevado a cabo por la Fundación PROINPA entre los años 2006 y 2009, con el objetivo principal de inventariar y caracterizar la diversidad de tomate de árbol existente en la zona, además de identificar sus principales limitantes de producción y sus usos locales. El presente artículo, sintetiza los resultados de esta experiencia.

Materiales y métodos

Se realizaron dos misiones de colecta de la diversidad silvestre y cultivada de tomate de árbol en diferentes comunidades del Subtrópico del Municipio de Colomi (Provincia Chapare – Cochabamba). Se

hicieron exploraciones en las comunidades de Santa Isabel, Locotal, Miguelito, San Onofre, Chulumani, Tablas Monte, Mayca Monte, Maravillas, K´alliri-Ucuchi y Río Negro. Estas comunidades fueron seleccionadas a través de la revisión de literatura y comunicaciones personales de técnicos de la Fundación PROINPA que trabajaban en el municipio y con agricultores locales.

La prospección, identificación y verificación de las poblaciones de tomate de árbol fue realizada en coordinación con agricultores locales y expertos en frutales tropicales tales como el Biólogo Saúl Altamirano (Herbario Nacional Forestal Martin Cárdenas) y el Dr. Mario Lobo (CORPOICA-Colombia). El material genético colectado fue almacigado e implantado como jardines de variedades en las comunidades de Tablas Monte, Chulumani y Mayca Monte, para su posterior caracterización morfológica en las etapas de floración y fructificación. Las poblaciones silvestres fueron caracterizadas *in situ*. Para la discriminación de la diversidad de los materiales cultivados y silvestres encontrados, se utilizaron descriptores morfológicos desarrollados por el Dr. Mario Lobo y se realizó un análisis de clúster usando el paquete estadístico NTSYS-PC 2.10.

Resultados y Discusión

Diversidad de cultivares y poblaciones silvestres de Tomate de Árbol

Se colectaron en total 16 cultivares nativos e identificaron 9 poblaciones silvestres (ecotipos) de tomate de árbol (Figura 1). Los cultivares estuvieron distribuidos entre las comunidades de Tablas Monte (10), Mayca Monte (4) y Locotal (2), las cuales son consideradas como principales centros de producción de este frutal en los Yungas de Colomi. Los ecotipos silvestres fueron encontrados en las comunidades de Mayca monte, Tablas monte, Chulumani, K´alliri, Santa Isabel, Pharajti, Rio Negro y Maravillas.

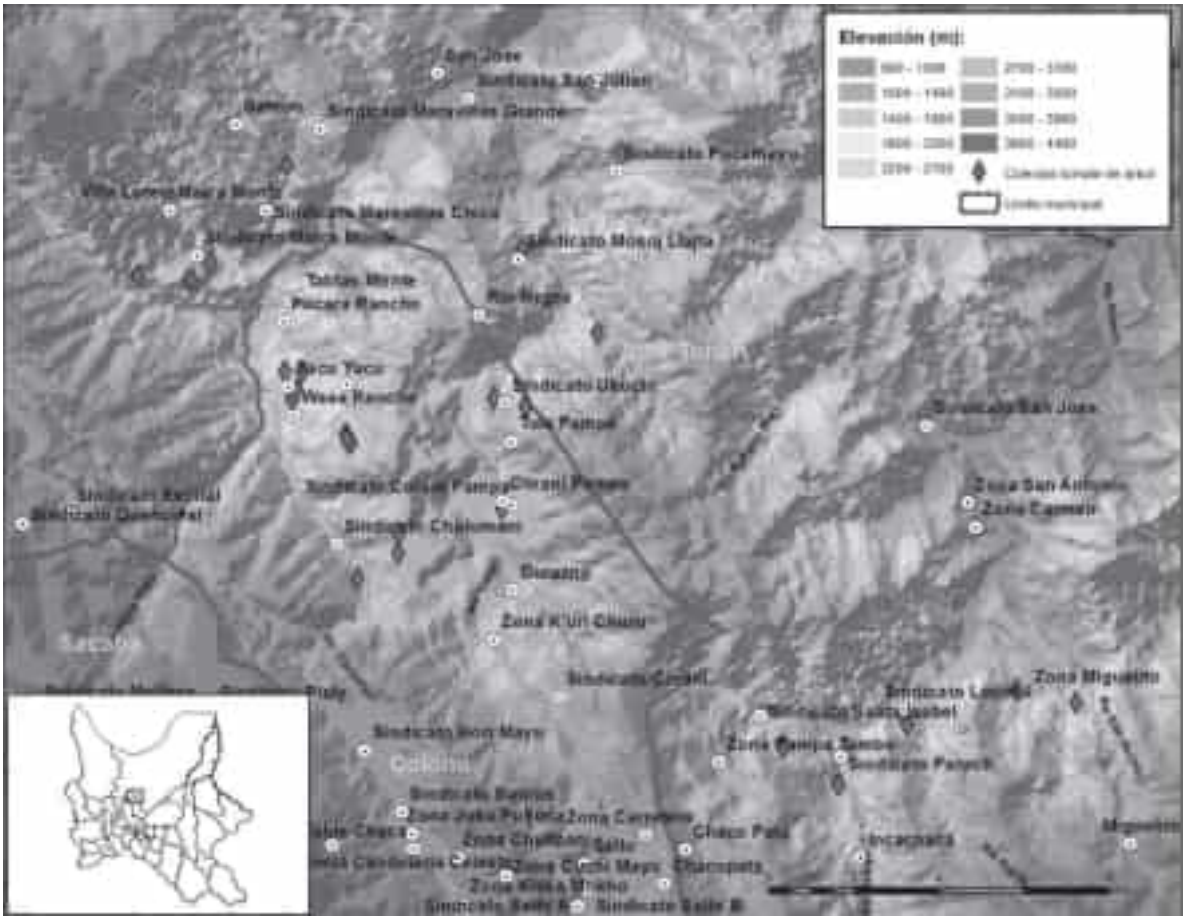


Figura 1. *Distribución geográfica de cultivares y poblaciones silvestres de tomate de árbol en el Subtrópico de Cochabamba*

El germoplasma establecido en jardines de variedades fue caracterizado morfológicamente a la floración y fructificación. El análisis de cluster de los datos morfológicos (Figura 2) permite distinguir 6 grupos: 4 de ellos conformados por ecotipos silvestres que no están relacionados con los cultivares locales de tomate de árbol (S2 y S5; S3, S4, S6 y S7; S1; S9), otro grupo conformado por ecotipos de Tablas Monte y K´alliri (GTC-47 y GTC-S8) claramente relacionados con los cultivares de Locotal y Tablas Monte (CTC-41 al 46) y un último grupo de cultivares de las comunidades de Tablas Monte y Mayca Monte muy similares morfológicamente.

Los caracteres morfológicos que más discriminan las poblaciones de tomate de árbol de árbol silvestres de los cultivares locales son: la forma de la base, el ápice y los tricomas de la hoja, el color de las anteras y el estilo de la flor, el color e intensidad de la epidermis, forma y posición de los cuerpos calcáreos en el fruto.

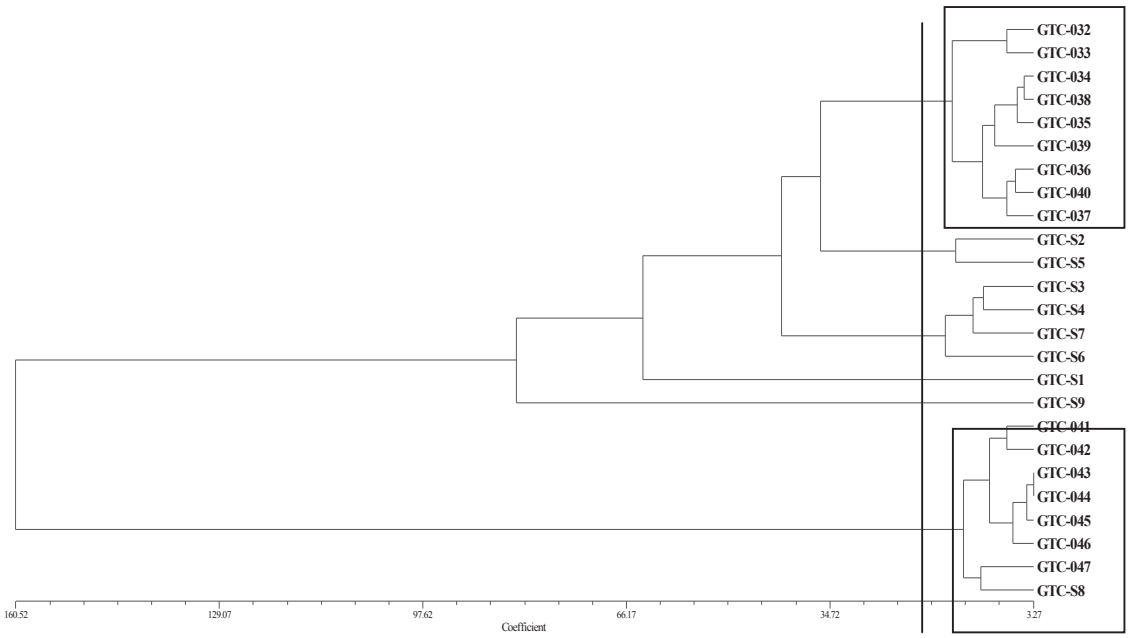


Figura 3. *Dendrograma generado mediante el análisis de UPGMA y coeficiente de similitud de Jaccard, a partir de datos de caracterización morfológica de cultivares y poblaciones silvestres de tomate de árbol del subtrópico de Colomi*

La identificación taxonómica realizada con apoyo de los expertos en frutales tropicales, señala que los cultivares colectados corresponden a la especie *Cyphomandra betacea,* mientras que los ecotipos silvestres a las especies *C. maternum* y *C. uniloba* (Gonzales & Foronda 2011).

Destino de la producción

La producción de tomate de árbol del Subtrópico de Colomi se destina a la comercialización, principalmente en las ferias semanales de Colomi y el mercado campesino de Cochabamba.

Localmente los agricultores distinguen 3 tipos morfológicos (Morado o Kulli, K´ellu-kulli y amarillo o K´ellu), diferenciados principalmente por el color la piel o epicarpio del fruto, intensidad del color de la pulpa, color secundario de la pulpa, sabor y cantidad de semilla.

De toda la diversidad de tomate de árbol de la región, los morfotipos de pulpa amarilla son las más difundidas, debido a su mayor demanda en el mercado para la elaboración de "llajua[2]" y procesados (mermelada y almíbar).

Identificación de problemas del cultivo de tomate de árbol

La antracnosis (*Colletotrichum* sp.) o llup´i, que ocasiona daños en el follaje y fruto, junto con la falta de mercado para la comercialización del producto, son los principales problemas que limitan el cultivo de tomate de árbol en las comunidades del Subtrópico de Cochabamba.

2 Salsa picante a base de tomate de árbol a la cual se le extra previamente la cascara (pericarpio) con fuego, por cocción en agua o directamente con un cuchillo, luego es molida conjuntamente con locoto y se agrega sal a gusto.

El lluph´i solo afecta al cultivo en épocas lluviosas del año y los agricultores aplican baños de ceniza (sólida y diluida en agua) a las plantas para controlar el problema, también realizan aplicaciones esporádicas de fungicidas como las usadas para el cultivo de locoto (*Capsicum pubescens*).

Uso etnobotánico de la diversidad de tomate de árbol

Los usos identificados en las localidades donde se maneja este cultivo, fueron los siguientes:

*Alimentación familiar***:** es usado como fruta fresca, consumida generalmente por los niños y los adultos en menor proporción. Su consumo es realizado de forma directa en la parcela de producción, sobre todo en días calurosos.

Otra forma tradicional de consumo es en la cocina, generalmente como salsas picantes o "llajua", que consiste en la mezcla de locoto (*C. pubescens*) y tomate de árbol. A este último, primeramente se le extrae la piel (epicarpio) con la ayuda de un cuchillo, previa pre-cocción en agua, exposición directa al fuego o simplemente pelado directo.

También se usa en ensaladas, para lo cual se extrae la piel del fruto con la ayuda de un chuchillo, y se pica en cubos pequeños (0.5 x 0.5 cm.). Este preparado puede ser acompañado con cebolla y/o locoto, y es un complemento de platos con base de arroz y papa (segundos). Esta forma de preparación es muy apreciada por los miembros de la familia. Algunos productores elaboran mermeladas o jaleas de tomate árbol, solo para consumo familiar en base a una receta casera.

El tomate de árbol constituye una fuente importante de betacaroteno (provitamina A), vitamina B6, vitamina C, vitamina E y hierro; presenta contenidos altos de nitrógeno, aminoácidos libres, potasio, magnesio, fósforo, pectinas, carotenoides y bajo contenido de carbohidratos en relación a otras frutas (Garcia & García 2001).

*Medicina tradicional***:** en todas las comunidades donde se cultiva tomate de árbol, y sobre todo en Tablas Monte y Mayca Monte, este frutal se usa como remedio casero para la tos y pulmonías. Para este fin, extraen la pulpa de una a dos frutas maduras, las cuales se consumen mezcladas con miel, en ayunas hasta que los síntomas de la tos o pulmonía hayan desaparecido.

Las especies silvestres son más apreciadas para su uso medicinal, no solo en las comunidades donde se encuentran, sino también en zonas urbanas del departamento de Cochabamba. Según testimonio de Don Alejandro Ríos (comunidad de Rió Negro) "*los viejitos compran el k´ita tomate, lo llevo a vender a Tiquipaya, es buscado para curar pulmonías, cuando no pueden sanar con medicamentos, por eso yo cuido estos k´ita tomates de mi huerta"*.

Conclusiones

El Subtrópico de Colomi (Cochabamba) es un centro de diversidad de tomate de árbol por la variabilidad de los cultivares locales y la presencia de poblaciones silvestres distribuidas en un rango altitudinal de 1800 a 2500 m.

La zona presenta características climáticas apropiadas para la difusión de este cultivo, sin embargo, es necesario desarrollar un conjunto de prácticas y alternativas tecnológicas que ayuden a mejorar los rendimientos de tomate de árbol de modo que se puedan comercializar mayores volúmenes de producto y obtener mejores ingresos para el agricultor.

Las poblaciones silvestres de tomate de árbol poseen una amplia distribución espacial dentro del subtrópico de Colomi, con ciclos reproductivos y de adaptación a diferentes condiciones climáticas y de gradiente altiduninal que sugiere la presencia de una diversidad de especies.

Referencias citadas

Bernal J., Días C. 2003. Tecnología para el Cultivo del Tomate de Árbol. Manual Técnico, CORPOICA. Centro de Investigación "La Selva", Rió Negro. Antioquia, Colombia...

Bohs L. 1991. Crossing studies in *Cyphomandra* (*Solanaceae*) and their systematic and evolutionary significance. American Journal of Botany 78:1683-1693.

Bohs, L. 1994. *Cyphomandra* (*Solanaceae*. Monograph 63, New York Botanical Garden.

García M., García H. 2001. Manejo, Cosecha y Poscosecha de Mora, Lulo y Tomate de Árbol. CORPOICA, PRGA, CIAT. Colombia.

Gonzales R., Foronda E. 2011. Diversidad Silvestre y Cultivada de Tomate de Árbol en el Subtrópico de Colomi (Cochabamba – Bol.).

BIOSOMA-PROINPA.

Gonzales R., Franco J. 2009. Sondeo rápido de Mercado de Tomate de Árbol en Cochabamba. Proyecto: Prospección, conservación *in situ* y uso sostenible de la diversidad nativa de "Tomate de árbol" (*Solanum betaceum* Cav.) en la zona subtropical de Colomi-Cochabamba, Bolivia. FMAM - PPD/PNUD. BIOSOMA,Fundación de PROINPA,. Cochabamba, Bolivia.

Lobo M. 2008. Recursos genéticos y mejoramiento del Tomate de árbol CORPOICA. Colombia.

Luna I., Osorio L. 1993. El cultivo del tomate de árbol en la provincia del Sumapaz (Cundinamarca). En: Agro desarrollo. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Sevilla Panizo, R. 2004, Definiciones Conceptuales Básicas; en Seminario – Taller Nacional de Caracterización in situ - Conservación in situ de cultivos nativos y sus parientes silvestres Proyecto PER/98/G33. P. 34-43.

www.regionlalibertad.gob.pe/web/opciones/pdfs/Manual%20de%20Tomate%20de%20árbol.pdf.

EL ANÁLISIS PARTICIPATIVO DE CINCO CAMPOS: UNA METODOLOGÍA PRÁCTICA PARA EL MONITOREO DE LA AGROBIODIVERSIDAD

Milton Pinto, Juana Flores, Ronnie Mamani y Wilfredo Rojas
Fundación PROINPA
E – mail: m.pinto@proinpa.org

Resumen

El Análisis de Cinco Campos es una metodología participativa que se utiliza para determinar la situación de la agrobiodiversidad (especies y variedades) en comunidades, ayuda en la identificación de riesgo de pérdida de la diversidad genética y las razones por las que una especie o variedad se encuentra en riesgo. La Fundación PROINPA, en el marco del Proyecto NUS IFAD III ha aplicado esta metodología en 2 comunidades (Cachilaya y Coromata Media) cercanas al Lago Titicaca para monitorear la diversidad de cultivos y variedades de papa nativa manejadas por los agricultores. Se identificaron especies y variedades en riesgo de perderse (cultivadas por pocas familias y en áreas pequeñas), así como variedades que ya no se cultivan (variedades perdidas), en base a estos resultados los agricultores implementaron acciones de conservación como el incremento en las superficies de cultivo y reintroducción de variedades. En el artículo se muestran los resultados de la aplicación de esta metodología en Coromata Media (Provincia Omasuyos), los agricultores identificaron 54 variedades de papa nativa cultivadas en áreas pequeñas por pocas familias y 3 variedades perdidas. Como resultado de la aplicación del ACC se ha implementado acciones de conservación como el incremento de la superficie de cultivo del tarwi, y de 9 de variedades priorizadas de papa nativa, las cuales fueron sembradas por agricultores custodios de la comunidad.

Palabras clave: *monitoreo, cinco campos, agrobiodiversidad, papa nativa*

Introducción

La metodología de Análisis de los Cinco Campos (ACC) presentado en este artículo, es una adaptación de la metodología de análisis de cuatro celdas (Four Cell Analysis) desarrollado por el equipo del proyecto *in situ*, en Nepal (Sthapit B. *et al.* 2006), y que ahora se aplica en comunidades agrobiodiversas de Bolivia, a través del proyecto NUS IFAD III. Esta metodología ayuda a determinar el riesgo de pérdida de la diversidad genética y las razones por las que una especie o variedad se encuentra en zona de riesgo. Es un método participativo de análisis sistemático que facilita el razonamiento de los agricultores acerca la extensión y distribución de la diversidad de cultivos y variedades locales, asimismo, considera una identificación de los recursos genéticos vegetales para que la comunidad y los distintos actores puedan desarrollar planes sobre la diversificación de los medios de subsistencia y la conservación de los mismos.

La Fundación PROINPA, en el marco del Proyecto NUS IFAD III aplicó el Análisis de los Cinco Campos en dos comunidades agrobiodiversas cercanas al Lago Titicaca: Cachilaya y Coromata Media con el propósito de iniciar actividades de monitoreo de la agrobiodiversidad basados principalmente en la experiencia y el conocimiento de los agricultores que manejan especies y variedades locales desde siglos atrás.

Materiales y métodos

La aplicación del ACC se realizó en dos comunidades agrobiodiversas. Coromata Media pertenece al municipio de Huarina de la provincia Omasuyos de La Paz, geográficamente se sitúa a 16° 08› 49.6›› LS, 68° 32’ 87.3’’ LO a una altitud promedio de 3957 msnm. Cachilaya pertenece al municipio ecoturistico Puerto Perez de la provincia Los Andes, geograficamente está ubicada a 16°19’47.5’’ LS y 68°34’55.8’’ LW y a 3822 msnm.

***Reuniones de planificación*.-** se llevaron a cabo con autoridades locales y agricultores custodios donde se realizó la programación de fechas para la realización del taller considerando la disponibilidad

de tiempo de los agricultores, asimismo se explicó el objetivo de este análisis y el material necesario para la ejecución del taller.

Taller participativo de aplicación del ACC.- los facilitadores realizaron una explicación de los objetivos y una demostración práctica de la metodología. Durante la ejecución del taller se realizaron dos análisis: a nivel interespecifico (entre especies de la comunidad) y a nivel intraespecifico (entre variedades de una especie). El procedimiento fue el siguiente: a) determinación de unidades locales de comparación (áreas y cantidad de agricultores), b) visualización y reconocimiento de semillas, c) clasificación participativa de variedades en cinco campos y, d) determinación acciones de conservación.

Implementación de acciones de conservación.- en coordinación con agricultores de la comunidad se implementaron parcelas de multiplicación de aquellas especies y variedades en riesgo de erosión, cultivadas en áreas pequeñas por pocos agricultores y aquellas que ya no se encuentran en la comunidad (variedades perdidas).

Resultados y discusión

A continuación se presentan los resultados de la aplicación del ACC en la comunidad Coromata Media, donde PROINPA trabaja con agricultores de la Asociación de Agropecuarios Multiactiva del Altiplano (ADAMA) y con 6 agricultores custodios de la agrobiodiversidad.

Taller participativo de aplicación del Análisis de los Cinco Campos (ACC)

El 31 de mayo de 2013 se realizó el taller participativo de ACC y contó con la participación de 10 agricultores (4 varones y 6 mujeres) entre agricultores custodios e informantes clave quienes trajeron las semillas de cultivos y variedades para el análisis, y también realizaron aportes significativos para alcanzar el objetivo del taller. Al inicio del taller, se efectuó la respectiva explicación sobre la metodología del ACC, los objetivos , los registros que se pretenden alcanzar y la importancia de conocer la situación actual de especies y variedades para la comunidad y para las familias.



Foto 1. *Aplicación de la Metodología de ACC, Coromata Media (2013)*

a) Determinación de unidades locales de comparación

Para determinar las unidades locales de comparación fue necesario establecer las unidades de análisis o comparación referidas a Área cultivada y ***Cantidad de familias***. Estas unidades se determinaron mediante la participación activa de los 10 agricultores quienes mencionaron criterios de acuerdo a su experiencia y conocimientos de la comunidad. En consecuencia se determinaron las unidades detalladas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Unidades de análisis o comparación para Coromata Media

Comunidad	Muchas Familias	Pocas Familias	Áreas Grandes	Áreas Pequeñas
Coromata Media	> 30	< 30	≥ 1500 m²	< 1500 m²

Los agricultores establecieron que ±30 familias es el límite para considerar entre muchas familias y pocas familias, asimismo, establecieron que 1500 m² es el límite a considerar para diferenciar entre áreas productivas grandes y áreas productivas pequeñas (Cuadro 1). La tenencia de tierras está determinada por la posesión de terrenos de parte de familias originarias y su reconocimiento por las comunidades. Estas tierras son heredadas de padres a hijos, siendo este factor el principal que determina el minifundio (propiedades pequeñas) para las familias. Las familias de Coromata Media poseen 8 has de terreno en promedio, sean o no zonas productivas, sin embargo la extensión territorial de la comunidad considera un sistema denominado Isla que se caracteriza por presentar suelos con bastante humedad y retención de agua durante todo el año, siendo esta utilizada para pastoreo de ganado, principalmente.

b) Visualización y reconocimiento de semillas

Se inició con la exposición y reconocimiento de las semillas de variedades que fueron analizadas. En este espacio los agricultores intercambian criterios respecto a los nombres de las variedades, usos locales y otras características que las diferencian. Es un momento donde existe intercambio de conocimientos tradicionales de la agrobiodiversidad.

c) Clasificación participativa de especies y variedades en cinco campos

Las semillas de las diferentes especies alimenticias y forrajeras fueron analizadas en función a las áreas cultivadas y la cantidad de familias previamente establecidas. Las especies alimenticias fueron: papa nativa (*Solanum sp*.), cañahua (*Chenopodium pallidicaule)*, quinua (*Chenopodium quinoa*), papalisa (*Ullucus tuberosus*), isaño (*Tropaeolum tuberosum*), trigo (*Triticum sp*.), haba (*Vicia faba*), arveja (*Pisum sativum*), tarwi (*Lupinus mutabilis*), rabano (*Raphanus sativus*), nabo (*Brassica rapa*), zanahoria (*Daucus carota*), lechuga (*Lactuca sativa*) y cebolla (*Allum cepa*); y las forrajeras fueron: avena (*Avena sativa*) y cebada (*Hordeum vulgare*).

Campo 1: Cultivada en Áreas Grandes por Muchas Familias (AG-MF)

Campo 2: Cultivada en Áreas Grandes por Pocas Familias (AG-PF)

Campo 3: Cultivada en Áreas Pequeñas por Muchas Familias (AP-MF)

Campo 4: Cultivada en Áreas Pequeñas por Pocas Familias (AP-PF)

Campo 5: No cultivada o perdida (EP)

Análisis interespecífico

En el primer campo, Áreas Grandes - Muchas Familias, los agricultores clasificaron a la *papa, cañahua, quinua y avena,* respectivamente, según la importancia que representan para las familias locales. Asimismo mencionaron que la papa es la más importante y se siembra en áreas grandes porque la producción se destina al autoconsumo y venta en ferias vecinas de Kerani, Chachacomani y Palcoco, además porque se obtienen productos derivados para satisfacer otras necesidades de consumo. La cañahua y quinua son producidas en áreas grandes para la venta y el consumo familiar es bajo. También la avena es sembrada en parcelas grandes por la importancia que estos presentan para alimentación de ganado bovino y ovino.

En el segundo campo, Áreas Grandes - Pocas Familias, fue clasificada la cebolla, debido a que presenta resistencia a factores climáticos como granizo y heladas, sin embargo son pocas familias las que conocen el manejo del cultivo.

En el tercer campo, Áreas Pequeñas - Muchas Familias, los participantes no clasificaron ninguna especie cultivada.

En el cuarto campo, Áreas Pequeñas - Pocas Familias, clasificaron a la *oca, papalisa, isaño, cebada pelada, trigo, haba, arveja, tarwi, rabanito, nabo, zanahoria y lechuga* respectivamente, según su importancia para las familias. Los participantes mencionaron que: la oca es delicada al granizo y heladas, además que tiene baja resistencia al ataque de gusano blanco; la papalisa no presenta un consumo elevado por las familias, solo se consume en sopas, tiene baja resistencia a heladas y granizo, mencionaron que no siembran porque ocupan surcos ya que no tiene producción; el isaño solo se siembra para transformar en tayacha, es

delicado para las heladas y el granizo, también se consume haciendo cocer en la tierra y; la cebada y trigo son delicadas para las heladas cuando se encuentran en fase de floración.

Cuadro 2. Clasificación de los cultivos en Coromata Media según el ACC

AG-MF	AG-PF	AP-MF	AP-PF		EP
Papa	Cebolla	-	Oca	Arveja	-
Cañahua			Papalisa	Tarwi	
Quinua			Isaño	Rabanito	
			Cebada	Nabo	
Avena			Trigo	Zanahoria	
			Haba	Lechuga	

AG-MF= Áreas grandes-Muchas Familias
AG-PF = Áreas Grandes Pocas Familias
AP-MF= Áreas Pequeñas- Muchas Familias
AP-PF = Áreas Pequeñas – Pocas Familias
EP= Especies Perdidas

El haba y arveja prefieren terrenos arenosos para su producción, son delicadas al granizo y helada, ambos cultivos son sembrados solo en parcelas de sayaña, además presentan ataques de enfermedades como el Kasawi o mancha negra. El tarwi solo crece en parcelas que se ubican en los cerros, es una especie tardía y las heladas afectan a las plantas cuando se encuentran en plena floración, por tanto no produce granos .

Análisis intraespecifico

Los agricultores decidieron realizar el ACC con el cultivo de papa debido a la importancia alimenticia que tiene para las familias de la comunidad. En el primer campo, Áreas Grandes - Muchas Familias, los agricultores clasificaron a las variedades de papa Huaycha y Wila Imilla por su buena producción y destinada a semilla, consumo y la transformación de tunta y chuño (Cuadro 3), la producción obtenida alcanza para todo el año hasta febrero del año siguiente, si se tiene excedentes de la producción esta se destina a la venta.

En el segundo campo, Áreas Grandes - Pocas Familias, fueron clasificadas 4 variedades de papa: Janqu Pala, Wila Pala, Chiji Pala y Pala Morado, sembradas principalmente para el consumo familiar (Cuadro 3).

En el tercer campo, Áreas Pequeñas - Muchas Familias fueron clasificadas 9 variedades de papa destinadas para el consumo como las papas katis (hervida, cocida con cascara) y para papa munta (pelada y cocida). En todos los casos la producción obtenida es para consumo familiar (Cuadro 3).

En el cuarto campo, Áreas Pequeñas - Pocas Familias, fueron clasificadas 54 variedades de papa que se producen solo para consumo, respecto a estas variedades se mencionó lo siguiente: *Lukis*, para transformar en tunta y chuño; *Yurima*; para transformas en tunta; *Wislla Paqui,* para transformar en chuño; Palas, para transformar en chuño y tunta, además que resiste heladas; *Kaisalla,* para transformar en tunta y chuño; *Lukis, Chuquipitu y Kaisalla,* son resistentes a heladas, sin embargo a todas las atacan las plagas. Las variedades identificadas en este campo presentan poca producción, son afectadas por granizos y también las heladas son dañinas para estas variedades. Asimismo, se consideraron aspectos para revertir esta situación, como ser: sembrar estas variedades en áreas más grandes, siendo los custodios u otras personas interesadas.

Cuadro 3. Variedades de papa clasificadas según el ACC en Coromata Media

Campo	Variedades de papa
Áreas Grandes - Muchas Familias	Huaycha, Wila Imilla
Áreas Grandes - Pocas Familias	Janqu Pala, Wila Pala, Chiji Pala, Pala Morado
Áreas Pequeñas - Muchas Familias	Chiyara Surimana, Chiyara Surimana Muruku, Chiyara Imilla, Janqu Chuquipitu, Ajawiri, Pitikilla Rojo, Chiri Luki, Cuchi Callu, Piñu Blanco
Áreas Pequeñas - Pocas Familias	Queta, Manzana Imilla, Sacampaya Negro, Cuchi Jipilla, Morado Chuquipitu, Chiyara Taraco, Sapallu, Wila Taraco, Janqu Imilla, Janqu Kaisalla, Holandesa, Sacampaya, Chuquipitu Nairan Morado, Chiji Yurima, Leke Cayu, Wila Surimana, Koyu, Tonko Puya Blanco, Kaka Surimana, Condor Piqui, Papa Garri Blanco, Papa Chinito, Wila Piñu, Papa Kealla, Pepino, Camara, Kellu Pitikilla, Saitu Luki, Morado Kaisalla, Janqu Ajawiri, Choclito, Holandes Sapallu, Loka, Wislla Paqui, Janqu Polo, Wila Wislla, Chiyara Surimana Largo, Janqu Yurima, Luki Taraco, Sani Imilla, Wislla Wislla, Peruanito, Papa Garri Rojo, Chiyara Isla, Wila Koyu, Yurima, Janqu Sicha, Amajayu, Wila Nairan Peruano, Pureja Blanco, Huancu Callu, Chiji Pitikilla, Tonko Puya, Janqu Pitikilla
Variedades Perdidas	Papa Milagro, Papa Criolla, Morado Kullo

En el quinto campo que clasifica a **Variedades Perdidas,** mencionaron que las variedades: Papa Milagro, Papa Criolla, Morado Kullo se perdieron debido a factores climáticos adversos como heladas y granizos, además indicaron que se debería buscar y comprar semilla en otras comunidades como una estrategia de rescate de estas variedades.

d) Determinación de acciones

Los agricultores participantes del ACC han sugerido: Cambiar la semilla ya que está cansada, las mismas pueden ser compradas de otros lugares (ferias locales) o realizando el intercambio con otras familias y comunidades. Aumentar el área de producción de las variedades en peligro de perderse. Difundir y multiplicar la semilla de las variedades que están en riesgo. Buscar en otros lugares las semillas de las variedades perdidas, como por ejemplo en Murumamani, Jallawaya, Purapurani y otras comunidades.

Implementación de acciones de conservación

En la comunidad Coromata Media, el tarwi se encontraba cultivado en pequeñas superficies por pocos agricultores, por la importancia que tiene para diversificar la alimentación familiar y para la fijación de nitrógeno en el suelo, se decidió incrementar las superficies de cultivo mediante la distribución de semilla a los agricultores de esta comunidad como parte de las acciones de conservación de la diversidad de cultivos. Por tanto, se ha distribuido 110 Kg de semilla de tarwi a 22 agricultores (5 Kg/ agricultor), con esta cantidad de semilla cada agricultor estableció una parcela de multiplicación de 500 m².

Se incrementó la superficie de cultivo de 9 variedades de papa en peligro de erosión (Morado Kaisalla, Janqu Kaisalla, Koyu, Yurima, Huancu callu, Chiyara Isla, Pitikilla y Kellu pitikilla) . La limitante fue la reducida cantidad disponible de semillas por variedad (2 a 12 tubérculos), por ello los agricultores decidieron sembrarlas en sayañas, con las mejores condiciones de multiplicación, adicionalmente se aplicaron buenas prácticas agrícolas para asegurar la producción como el uso de compost, fertilizante foliar y control de plagas de la papa. Bajo estas condiciones se establecieron parcelas con 6 a 9 variedades priorizadas, las superficies de siembra variaron de 0.3 a 1.8 m² (Cuadro 4).

Cuadro 4. Superficie sembrada de variedades de papa nativa, priorizadas por agricultores custodios de Coromata Media

No.	Variedades	No. de plantas	Superficie m^2
1	Luky	5	0.75
2	Morado Kaisalla	5 – 7	0.75 – 1.05
3	Janqu Kaisalla	6 – 10	0.9 - 1.5
4	Koyu	2 – 10	0.3 – 1.5
5	Yurima	3 – 12	0.5 – 1.8
6	Huancu callu	3 – 10	0.5 - 1.5
7	Chiyara Isla	7	1
8	Pitikilla	4 – 7	0.6 - 1
9	Kellu pitikilla	12	1.8

En todos los casos los esfuerzos por recuperar las variedades son valorables porque con estas actividades se está contribuyendo con la reposición de la diversidad erosionada y en peligro de perderse.

Conclusiones

Con la aplicación de la metodología de análisis de cinco campos, en Coromata Media se logró identificar especies y variedades en peligro de erosionarse y en algunos casos variedades perdidas. Asimismo, se determinaron los factores adversos para el manejo de la diversidad agrícola en los sistemas productivos de la comunidad.

Se han implementado acciones de conservación con el incremento de la superficie de cultivo del tarwi, y de variedades priorizadas de papa nativa sembradas por pocas familias y en áreas pequeñas.

Esta metodología se aplica al inicio de las actividades de conservación *in situ* para establecer la situación especies y variedades, y posteriormente como parte del monitoreo de la agrobiodiversidad.

Referencias citadas

Pinto, M. y W. Rojas (eds.) 2013. Fortalecimiento de la resiliencia en comunidades rurales pobres ante la inseguridad alimentaria, pobreza y cambio climático, a través de conservación de la agrobiodiversidad local en finca. Informe Técnico Anual. Febrero 2012 - Enero 2013, Proyecto NUS IFAD III. Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. 223 p.

Sthapit Bhuwon, Rana Ram, Subedi Abishkar, Gyawali Sanjay, Bajracharya Jwala, Chaudhary Pasupati, Joshi Bal Krishna, Sthapit Sajal, Dev Joshi Krishna and Prasad Upadhaya Madhusudan 2006. Participatory Four-cell Analysis (FCA) for Understanding Local Crop Diversity. In: On-farm Management of Agricultural Biodiversity in Nepal: Good Practices. NARC/LI-BIRD/Bioversity International, Nepal.

MANEJO DE LA DIVERSIDAD DE PAPA CONSERVADA *IN SITU* EN EL CENTRO DE AGROBIODIVERSIDAD DEL ALTIPLANO NORTE (COMUNIDAD CARIQUINA GRANDE) DE BOLIVIA

Eliseo Mamani[1] y Franz Terrazas[1]
Fundación PROINPA
e.mamani@proinpa.org

Resumen

En la comunidad de Cariquina Grande que forma parte del centro de agrobiodiversidad del altiplano norte de La Paz, los agricultores conservan en conjunto de 209 variedades localmente clasificadas, las cuales corresponden a siete especies cultivadas, y tres especies silvestres. Los patrones de variación morfológica son coincidentes para la clasificación local y taxonómica formal, lo que permitió formar tres grupos: silvestres, semi-domesticadas y cultivadas. Las papas silvestres conocidas como apharus corresponden a las especies *Solanum acaule*, *S. candolleanum* y *S. megistacrolobum*. Las papas semi-domesticadas llamadas Taiwas a *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* var. *lelekkoya*. Las cultivadas se subdividen en tres grupos varietales: Imillas que corresponden a *S. tuberosum* ssp. *andigena*, *S. tuberosum* ssp. *tuberosum* y *S. phureja*, las Qhatys a *S. stenonomum*, *S. goniocalyx* y *S. ajanhuiri*; y las Luk'is a *S. juzepczukii* y *S. curtilobum*. Existe una distribución espacial de la papa en agroecosistemas tradicionales "Aynuq'a, Sayaña y Uyus". La Aynuq'a alberga la mayor diversidad de especies y variedades. Entre 2005 y 2010 existió un incremento de variedades en *S. stenonomum* y *S. tuberosum* ssp. *andigena,* y reducción en *S. juzepczukii*, *S. curtilobum* y *S. ajanhuiri.* Los factores que influyen positivamente en la conservación son la existencia de ferias de diversidad, conocimiento sobre el uso de las variedades y edad del jefe de familia. La migración, rendimientos bajos, y factores bióticos y abióticos adversos influyen negativamente en la conservación familiar. El fortalecimiento de la conservación debe partir de una estrategia colectivamente definida.

Palabras claves: *Papa nativa, variedades, parientes silvestres, agroecosistemas tradicionales.*

Introducción

La papa fue domesticada hace diez mil años por los ancestros de los agricultores andinos en los alrededores del lago Titicaca entre Perú y Bolivia (CIP, 2008). En la actualidad, las familias de montaña albergan una amplia diversidad de papas nativas distribuidas en agroecosistemas tradicionales.

A partir de la firma de la Convención de Diversidad Biológica, en el año 1992, existe una alerta y preocupación por la pérdida paulatina de variedades nativas, entre ellas la papa en la región andina, por su importancia en la alimentación local y mantenimiento de procesos evolutivos del cultivo. Una alternativa se constituye el fortalecimiento de la conservación *in situ* de las variedades tradicionales realizada por comunidades campesinas.

En Bolivia, en las montañas circundantes al lago Titicaca se encuentra la comunidad indígena de Cariquina Grande, que es parte de uno de los centros de alta agrobiodiversidad que alberga amplia diversidad de papa (Iriarte *et al.* 2009). Sin embargo para desarrollar e implementar estrategias de conservación *in situ* es necesario comprender mejor las dinámicas espaciales y temporales en el manejo tradicional de la diversidad de papa.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en la comunidad Cariquina Grande, de la provincia Camacho del departamento de La Paz. Ubicada en la ecoregión Puna Húmeda del altiplano (Ibich *et al.* 2001), cerca del lago Titicaca, Bolivia. Geográficamente se sitúa a 15°31'50,4" latitud sur, 69° 03' 34.3" longitud oeste y a una altitud media de 3950 m. Trabajo que fue realizado en año 2010.

Los métodos utilizados en la investigación fueron; para describir la diversidad de papa, se usaron descriptores morfológicos propuestos por Gómez (2000) y claves taxonómicas de Ochoa (2001), también ejercicios en grupos (Jarvis *et al.* 2006) e información secundaria sobre inventario de variedades de papa (Rojas *et al.* 2009); para caracterizar los agroecosistemas tradicionales, se utilizaron mapas de dispersión de parcelas, observación participante y entrevistas que fueron adoptados de Jarvis *et al. (*2006); y para identificar los factores de influyen en la conservación, fueron aplica-

dos encuestas a 27 familias muestras de un universo de 53 familias y entrevistas a 5 informantes claves. La información registrada, fue analizada mediante estadística descriptiva de tendencia central y dispersión, y análisis multivariado de correspondencia múltiple.

Resultados y discusión

Diversidad de variedades y especies de papa

Los agricultores conservan en conjunto 209 variedades de papa localmente clasificadas, que corresponden a siete especies cultivadas, y tres especies silvestres. La diversidad de 209 variedades cultivadas, según la descripción morfológica muestra cultivares únicos, diferentes en color y forma. Estudios preliminares de Iriarte *et al.* (2009) indican la existencia de 212 variedades diferentes en Cariquina, y según Ochoa (2001) la región del Lago Titicaca concentra la mayor diversidad de formas morfológicas de papa que en cualquier parte del mundo.

Entre las especies cultivadas están *Solanum x ajanhuiri, S. phureja, S. stenotomun, S. x curtilobum, S. x juzepczukii, S. goniocalyx* y *S.tuberosum,* este último con dos subespecies *andigena* y *tuberosum,* especies que también fueron reportados anteriormente por Iriarte *et al.* (2009) a excepción de *S. phureja* y la subespecie *tuberosum,* que fueron introducidos por los agricultores en los últimos años. Las especies silvestres son *Solanum acaule*, *S. candolleanum* y *S. megistacrolobum*, también reportados por Patiño *et al.* (2008). Además se diferenciaron las papas semi-domesticadas, que según Ochoa (2001), pertenecen a *S. tuberosum* ssp. *andigena* var. *lelekkoya,* cuyas plantas crecen en forma espontánea en medio de arbustos y árboles andinos.

El 45.5% de las variedades corresponden a la especie *S. tuberosum* ssp. *andigena*, y el 39.2% a *S. stenotomum*, siendo estas dos especies las que albergan la mayor variabilidad. El 6.2% de las variedades corresponden a *S. juzepczukii*, el 3,3% a *S. curtilobum,*2,8% a *S. ajanhuiri,* 0,9% a *S. phureja,* 0,9% a *S. goniocalyx* y 0,9% a *S. tuberosum* ssp. *tuberosum,* estas últimas tienen muy poca variabilidad. Según Rodríguez (2009), a *S. stenotonum* se la considera como la primera papa domesticada, y esta dio origen a *S. andigena* cerca al lago Titicaca*,* lo cual ratifica la existencia de la mayor variabilidad en estas dos especies.

Clasificación local de la diversidad de papa

Los agricultores clasifican la papa según su hábitat (nivel superior) en formas cultivadas *Yapuchan Ch'uqi,* formas silvestres *Apharus* y formas semi-domesticadas *Taiwas.* Un segundo criterio de clasificación es según sus usos o sabores (nivel intermedio), y un tercer nivel de clasificación según sus características morfológicas (nivel inferior) (Fig. 1). Esto muestra que los agricultores en el proceso de domesticación de la papa, siguen manteniendo una clasificación local y que no ha sido borrada por la terminología científica.

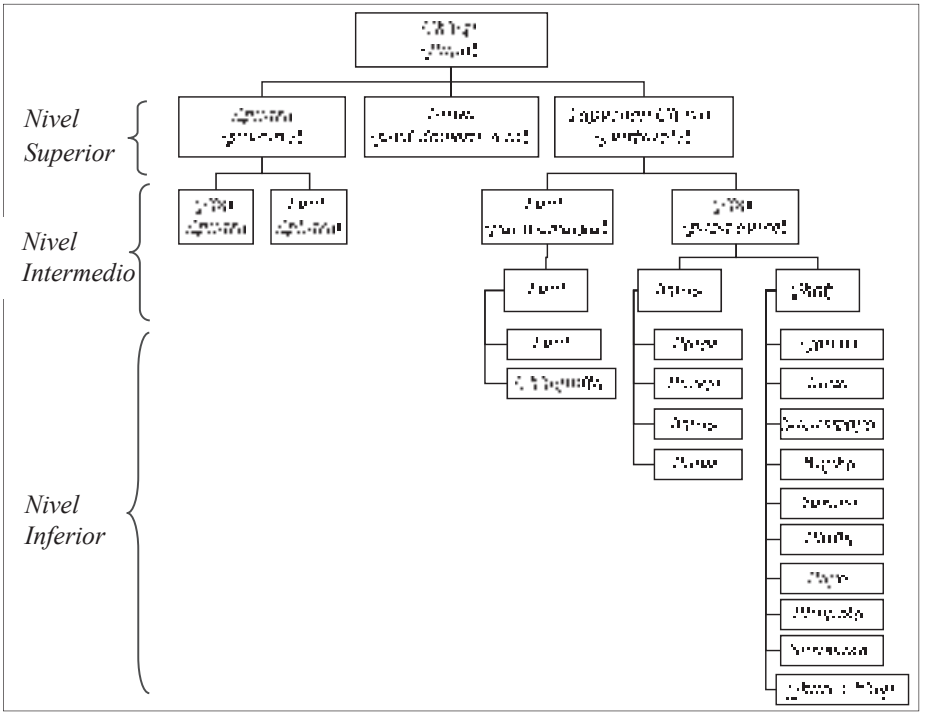


Figura 1. *Representación esquemática de la clasificación local de la papa*

Las papas silvestres o *Apharus* crecen en hábitats naturalese n sitios no cultivados, tienen estolones largos y tubérculos pequeños. Se dividen en *Luk'i Apharu* de plantas pequeñas entendidos en el suelo y tubérculos amargos, y *Q'ini Apharu* de plantas grandes con tallos y tubérculos semi-amargos.

Las papas semi-domesticadas o *Taiwas*, no son sembradas pero si cosechadas eventualmente para el consumo familiar por ser semi-dulces. Tienen estolones largos al igual que las silvestres, las plantas y los tubérculos son grandes semejantes a las cultivadas.

Las papas cultivadas *Yapuchan Ch'uqis* se clasifican en dos grandes grupos: *Luk'is* y *Q'inis*. Las *Lukis* son amargas y tolerantes a heladas, mientras las *Q'inis* son dulces y menos tolerantes a heladas. Las *Q'inis* se subdividen en *Qhaty s*e *Imillas* por la forma del tubérculo y uso culinario, las *Qhatys* tienen tubérculos alargados, concertinado y tuberosado, mientras las *Imillas* tubérculos redondos, ovalados y aplanadas. A este nivel se junta con *Lukis,* llegando a ser tres grupos varietales bien diferenciados *Lukis, Imillas* y *Qhatys*. Similar clasificación fueron reportados por Tapia y Jallaza (2007) y Terrazas *et al.* (2008) en idioma quechua, donde *Qhatys* es equivalente a *Waykus, Imilla* a *Phiñus,* y *Luk'is* también es *Luk'i.*

Análisis de la diversidad de papa

Los patrones de variación morfológica son coincidentes para la taxonomía formal y la clasificación local, que permitieron formar los grupos de papa silvestres, semi-domesticadas y cultivadas. Las papas silvestres conocidas como *apharus* corresponden a las especies *S. acaule, S.candolleanum* y *S. megistacrolobum;* las papas semi-domesticadas *Taiwas* según Ochoa (2001) a *S. tuberosum* ssp. *andigena* var. *lelekkoya*; y las cultivadas en función a los tres grupos varietales (Fig. 2), *Imillas* corresponden a *S. tuberosum* ssp. *andigena, S. tuberosum* ssp. *tuberosum* y *S. phureja,* las *Qhatys* a *S. stenonomum, S. goniocalyx*, *S. x ajanhuiri* y algunas variedades de *S. tuberosum* ssp. *andigena*; y las *Lukis* a *S. x juzepczukii* y *S. x curtilobum.*

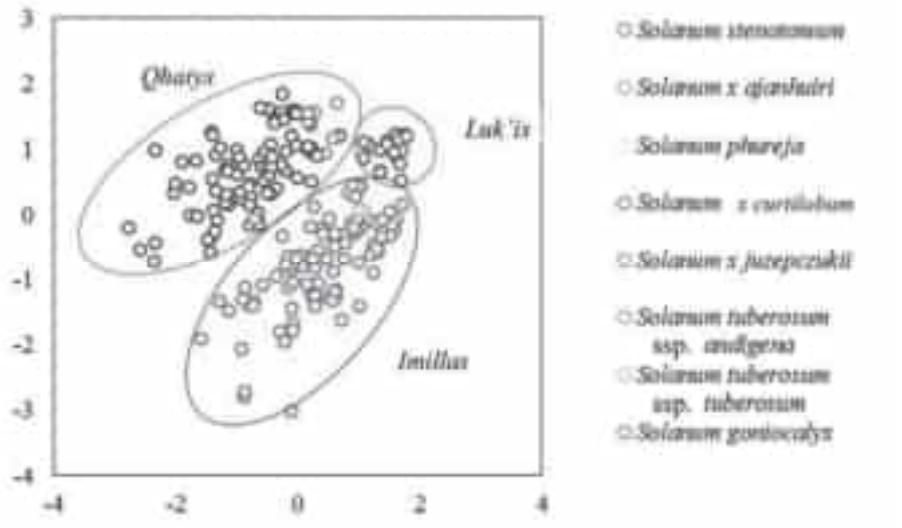


Figura 2. *Dispersión bidimensional de 209 variedades cultivadas según clasificación taxonómica y local de la papa cultivada*

Distribución espacial y temporal de la diversidad de papa

La diversidad de papa es manejada en tres agroecosistemas de manejo tradicional: *Sayaña*, *Uyus* y *Aynuq'as*. En el agroecosistema *Aynuq'a* de mayor altitud a más de 4000 m, se cultivan 204 variedades que pertenecen a las siete especies inventariadas, a excepción de la subespecie *S. tuberosum* ssp. *andigena* var. *lelekkoya* (semi-domesticada), asimismo el manejo de la diversidad se realiza bajo rotación espacial territorial en 14 suyos de 547 has. En el agroecosistema *Uyus* ubicado a 3950 m, con 98 has, predominan 36 variedades que pertenecen a *S tuberosum* ssp. *andigena, S. stenotomum* y *S. phureja*. Y en el

agroecosistema *Sayaña* a menor altura a 3920 m, que abarca 54 has, están presentes solo 12 variedades de *S. tuberosum* ssp. *andigena*. Las condiciones apropiadas como suelo con elevado contenido de materia orgánica (>3%) y libre de plagas, hace que los agricultores cultiven la mayor diversidad en el agroecosistema *Aynoq'a*.

En función al tiempo, el manejo de especies y variedades de papa también muestra cambios. En la Fig. 3, se presenta el historial por 5 años. En relación a número de variedades, en el año agrícola 2007-08 se registró el mayor número, por el contrario en 2005-06 se registró menor número de variedades; es así que desde 2005 hasta 2008 se incrementaron 55 variedades, lo cual representa un incremento en 26% de la diversidad, siendo la cuarta parte de la diversidad actual, y para el año 2009 se perdieron 3 variedades, lo que significa la pérdida del 1,5% de la diversidad, cifra no significativo, y conforme a la dinámica de manejo en el tiempo puede volver a restituirse las variedades perdidas en el próximo año. En cuanto a las especies, para el año 2005-06 se registraron seis, *S. x ajanhiri, S. stenotomun, S. x curtilobum, S. x juzepczukii, S. tuberosum* ssp. *andigena* y *S. goniocalyx,* en el año 2006-07 se sumó *S. phureja* y *S. tuberosum* ssp. *tuberosum,* llegando a tener siete especies y dos subespecies. En la dinámica de incremento y reducción de variedades, las especies *S. x juzepczukii, S. x ajanhuiri, S. x curtilobum* y *S. goniocalyx* llegaron a perder mayor número de variedades, esto se atribuye a la sustitución de variedades de menor rendimiento por otras de mayor rendimiento.

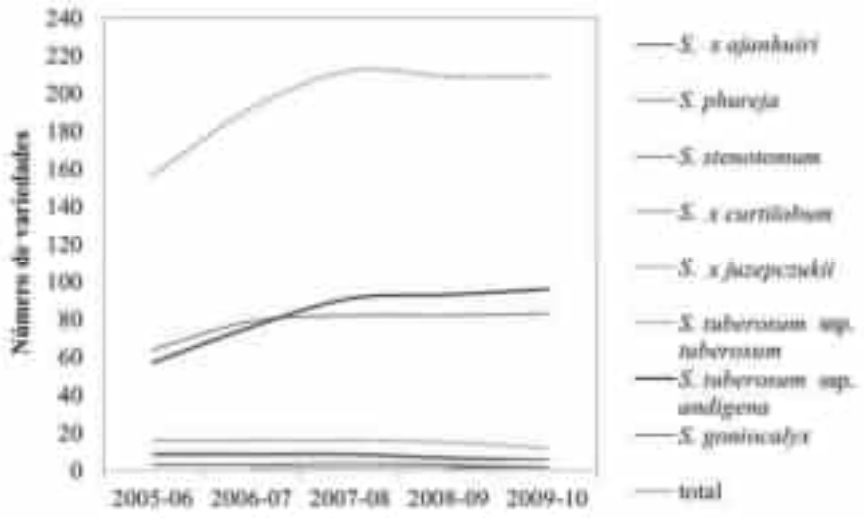


Figura 3. *Número de variedades de papa por especie en función al tiempo*

Diversidad de papa a nivel intra-familiar

Las familias conservan de 21 y 191 variedades, con un promedio de 61variedades por familia. El 59% de las familias tienen de 25 a 75 variedades, mientras el 15% entre 75 a 110 variedades, otras 15% menores a 25 variedades, y el 11% conserva entre 110 a 191 variedades. Muestra clara, que la mayor diversidad está en manos de pocos agricultores.

Factores que influyen en la conservación de la diversidad de papa

La medida de discriminación de los factores (Fig. 4), permitió identificar a los factores que influyen positivamente en la conservación *in situ* de papa, estás son la existencia de ferias de la diversidad (FD), mayor conocimiento sobre el uso de la diversidad (US), mayor edad de los jefes de familia (EJ), además de pequeñas superficies cultivadas (SC), estatus de bienestar bajo (EB), idioma nativo (ID), no sustitución de las variedades (SV). Por el contrario la migración (MI), rendimientos bajos (RE), factores bióticos (FA) y abióticos adversos (FB), y el mercado (ME) influyen negativamente en la conservación familiar.

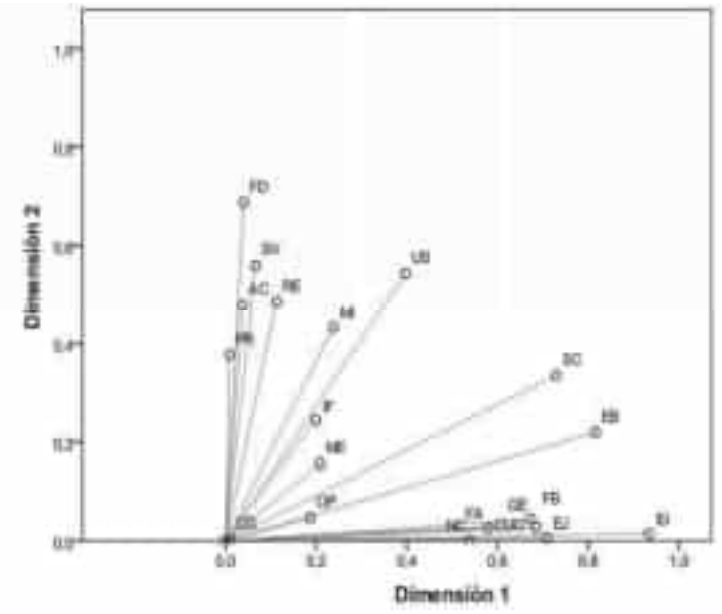


Figura 4. *Medida de discriminación de los factores que influyen en la conservación*

En función a los patrones de variación de factores positivos y negativos. Existen muy pocas familias que conservan más de 100 variedades, estas familias son llamados cazadores de diversidad que reúnen muchas variedades para participar y ganar en las ferias de diversidad, y no practican la sustitución de variedades. Asimismo los ancianos son otro grupo de familias que conservan entre 75 a 100 variedades, que siembran muchas variedades en mezcla en pequeñas superficies y usan la diversidad en alimento, medicina, festividad, forraje y aspectos culturales.

Mientras la mayoría de las familias conservan de 25 a 75 variedades de papa, estas son familias adultas que siembran superficiesgrandes, conocen poco sobre los usos de la diversidad, sustituyen algunas variedades en función al rendimiento, asisten poco a las ferias de diversidad y migran temporalmente hacia las ciudades. Y por último existe un grupo reducido de familias que conservan menos de 25 variedades, estas familias son migrantes o residentes, que viven en las ciudades, pero tienen parcelas de papa en la comunidad, allí siembran algunas variedades de alto rendimiento, sustituyen frecuentemente las variedades y conocen muy pocos usos de la diversidad de papa.

Conclusiones

En Cariquina Grande se conservan tres especies silvestres, una semi-domesticada, y 209 variedades de papa que corresponde a siete especies cultivadas. Los patrones de variación morfológica son coincidentes para la taxonomía formal y la clasificación local.

La diversidad de papa es manejada en espacio territorial y tiempo. En el espacio está distribuido en agroecosistemas tradicionales *aynuq'a, sayaña* y *uyus* a diferentes altitudes. El *aynuq'a* alberga mayor diversidad de variedades y especies en relación a los demás. En tiempo, existió un incremento en número de variedades y especies, gracias a familias que asistieron a ferias de diversidad.

Los factores que influyen positivamente en la conservación *in situ* de papas, son las ferias de diversidad, mayor conocimiento en el uso de variedades y edad del jefe de familia. Lo cual muestra que la mayor diversidad de papas está en manos de pocos agricultores.

Referencias citadas

Centro Internacional de la Papa (CIP) 2008. La odisea de la papa. Lima, Perú.

Gómez R. 2000. Guía para las Caracterizaciones Morfológicas en Papa. Germoplasma de Papa, Depto. de Mejoramiento y Recursos Genéticos – Centro Internacional de la

Papa, Lima, Perú.

Iriarte V., Condori B., Parapo D., Acuña, D. 2009. Catálogo Etnobotánico de Papa Nativas del Altiplano Norte, La Paz, Bolivia. El Espíritu de la madre semilla vive en las alturas. La Paz, Bolivia.

Jarvis D., Myer L., Klemick H., Guarino L., Smale M., Brown A.H.D., Sadiki, M., Sthapit B., Hodgkin T. 2006. Guía de capacitación para la conservación *in situ* en fincas. Versión 1. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Roma, Italia.

Ochoa C.M. 2001. Las papas de Sudamérica. Centro Internacional de la Papa. La Paz, Bolivia.

Patiño F., Condori B., Segales L., Cadima X. 2008. Distribución Potencial, Actual y Futura de Especies Silvestres de Papa Endémicas de Bolivia. Revista de Agricultura N° 44. Cochabamba, Bolivia.

Rodríguez L. E. 2009. Teorías sobre la clasificación taxonómica de las papas cultivadas (*Solanum* L. sect. Petota Dumort.). Una revisión. Bogotá, Colombia. 27(3), 305-312.

Rojas, W. Flores, J. Alanoca, C. Quelca, F. Quispe, D. y Mamani, E. 2006. Inventario de la agrobiodiversidad y dinámica locales de tres microcentros del área circundante al lago Titicaca. Rojas, W. (ed.) Manejo, Conservación y Uso Sostenible de los Recursos Genéticos de Granos Altoandinos en el marco del Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación SINARGEAA. Informe Final 2005-2008, Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia.

Tapia, N. y Jallaza, W. 2007. Conservación *in situ* de la biodiversidad de papa nativas y su importancia en la transformación en chuño, en tres comunidades del ayllu Majasaya Mujlli (Provincia Tapacar - Depto. de Cochabamba). Revista de Agricultura – 60, Nro. 43. Cochabamba, Bolivia.

Terrazas F., Cadima X., Garcia R., Zeballos, J. 2008. Catálogo Etnobotánico de Papa Nativas. Tradición y cultura de los ayllus del Norte de Potosí y Oruro. Cochabamba, Bolivia.

EVALUACIÓN AGROMORFOLÓGICA DE ECOTIPOS DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.) EN PADILLA, BOLIVIA

Teófilo Ramíres L.[1]
[1] Proyecto BEISA-3. Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca,
Email. ramires.teo@gmail.com

Resumen

El maní es una especie originaria de los Andes Centrales y Chaco de Bolivia, cuyos ecotipos tienen alta potencialidad para su producción comercial, las que deberán priorizarse en los programas de mejoramiento genético con la finalidad de generar nuevas variedades que respondan a las exigencias de mercado. Esto puede generar mayores ingresos y mejorar las condiciones de vida de los agricultores andinos. Se estudiaron tres ecotipos, con el objetivo de determinar la diversidad morfológica del germoplasma de ecotipos de maní que proviene de varios sitios. La evaluación morfológica se realizó usando 4 descriptores agromorfológicos del maní común y se respaldó con colectas de material botánico con la técnica de herborización.

Según el análisis de las variables agronómicas se encontró diferencias en el material evaluado en campo se tiene que para el porcentaje de emergencia los tres ecotipos fueron diferentes, y en la variable días de maduración del fruto el ecotipo Tubito Bayo fue el más precoz. La caracterización morfológica permitió confirmar la presencia de variabilidad agromorfológica entre los ecotipos en especial los descriptores de morfológicos de plantas, así Tubito Bayo presento mejor desarrollo en altura y área foliar, con diferencias altamente significativas con el ecotipo Overo Atirimbina *($p > 0.05$)*. Esta información es útil para iniciar procesos para subsiguientes procesos y programas de mejoramiento genético.

Palabras claves: *Ecotipo, descriptores, IBPGR, Padilla, recursos genéticos*

Introducción

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es reconocido como uno de los cultivos leguminosos más importantes del mundo por su uso en la alimentación humana (FAO 2003), su distribución esta en países como Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay (IBPGR 1992), en Bolivia se encuentra en la región del Chaco en los departamentos de Santa Cruz, Tarija, y Chuquisaca (SENACYT 2011).

El uso de las variedades de maní, está en función a su adaptación a zonas agrícolas del departamento en función a sus condiciones bioclimáticas. En Chuquisaca existen 14 variedades y varios ecotipos (Blanco 2013) que pueden utilizarse en planes de mejoramiento para obtener de nuevas variedades con altos rendimientos, buenas características agronómicas, resistencia a las principales plagas y enfermedades.

El objetivo de este trabajo fue evaluar diversidad agromorfológica de tres ecotipos de maníes en diferentes etapas de desarrollo, utilizando cuatro parámetros que indica los descriptores del IBPGR (1992), y complementando la información con colectas de estacionales de cada ecotipo, para conocer de manera detallada sus características morfológicas. Así, el 2013 el proyecto BEISA-3 de la Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad Mayor real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca inició el proceso de caracterización de los ecotipos (Tubito Bayo, Overo Atirimbia y Colorado de Bartolo) en la comunidad de Pedernal en el Municipio de Padilla asentada dentro del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Iñao, para crear más alternativas de producción de variedades y ecotipos de maníes según su adaptabilidad a la zona y obtener las características morfológicas de los ecotipos.

Materiales y métodos

Área de estudio

La investigación, se realizó en la comunidad de Pedernal-Municipio de Padilla en las coordenadas 19º23´S, 64º05´ W. La comunidad se encuentra en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN-ANMI) Serranía del Iñao, en el Departamento de Chuquisaca. Pedernal está localizada en el municipio de Padilla provincia Tomina a 240 km de la ciudad de Sucre a una altura de 1445 msnm. El área protegida es importante, por su extensión y su biodiversidad, creado en el año 2004. Tiene una superficie total de 2.627,69 km2; la categoría de Parque Nacional cuenta con 1.422,4 km2 y el Área Natural de Manejo Integrado con 1.205,29 km2. Esta última categoría, tiene por objeto la conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible de las poblaciones; las cuales están vinculadas a la producción de cultivos de la zona como el maíz, ají, maní, papa entre otros

Características climatológicas de la comunidad Pedernal

La temperatura promedio anual de Pedernal es de 20.4ºC, siendo la más alta de Noviembre a Febrero y las más bajas se registran en Junio y Julio, las temperaturas máxima media, que llegan a 27.9ºC anuales así mismo la temperatura mínima media, con 13ºC llegando a una media de 20.8ºC

Descripción agrícola y pecuaria

La agricultura se desarrolla en un sistema tradicional. En su mayoría los cultivos se realizan en terrenos con pendientes y topografía accidentada, motivo por el cual la introducción de maquinaria agrícola es limitada, la producción agrícola de esta comunidad en general es de subsistencia, se basa en los cultivos de maíz, ají, maní y otros. En lo que respecta a la producción pecuaria se destaca la cría de ganado bovino, porcino, aves, ovinas y equinos como apoyo en las actividades productivas. La producción pecuaria es uno de los pilares fundamentales para la subsistencia de la comunidad en condiciones de pobreza y aislamiento, en las cuales los animales cumplen un rol fundamental en la economía familiar y comunitaria, permitiendo satisfacer necesidades alimentarías y económicas.

Procedimiento en campo

La investigación se estableció en campo en parcelas experimentales de BEISA3, en terreno de un productor de Pedernal, comunidad del Municipio de Padilla, donde fueron evaluadas las características agromorfológicas en sus diferentes etapas de desarrollo de los ecotipos en condiciones de cultivo.

Esta investigación fue realizada en condiciones experimentales agronómicas, bajo un diseño de Bloques Completamente al Azar, con 3 tratamientos y 3 repeticiones, el tamaño de la unidad experimental fue de 2.40 m de ancho 3.50 m largo con 7 plantas por surco, cada unidad experimental tuvo 4 surcos y 28 plantas por unidad experimental.

Se evaluaron 10 plantas de maní por unidad experimental y 30 plantas por ecotipo. El tamaño de muestra fue determinado utilizando la fórmula para determinar poblaciones finitas que se detalla a continuación:

$$n = \frac{N * Z_a^2 p * q}{d^2 * (N-1) + Z_\alpha^2 * p * q}$$

Donde:

- N = Total de la población
- $Z_a^2 = 1.96^2$ (si la seguridad es del 95%) y 1.645^2 (si la seguridad es del 90%)
- p = proporción esperada (en este caso 5% = 0.05 y 1% = 0.01)
- q = 1 – p (en este caso 1-0.05 = 0.95 y 1-0.01 = 0.99)
- d = precisión (en este caso deseamos un 3%).

Técnicas aplicadas

El material genético utilizado fueron tres ecotipos de maní: Tubito Bayo, Overo Atirimbia y Colorado de Bartolo. Las evaluaciones fueron realizadas bajo los parámetros de evaluación de los descriptores del IBPGR. (1992). Se evaluó cuatro variables: a) Tiempo de emergencia, b) Distribución del aérea foliar, c) Altura de las planta, d) Tiempo de maduración del fruto.

Asimismo se procedió a la colecta del material botánico procedente de las parcelas y plantas en

evaluación, siguiendo las técnicas de recolectas botánicas, con datos precisos de este material, para luego incorporarlo a la colección de agrobiodiversidad del herbario del Sur de Bolivia de la Facultad de Ciencias Agrarias.

Las observaciones y evaluaciones postcosecha fueron realizadas en los gabinetes del herbario y laboratorios de BEISA 3 en la Facultad de Ciencias Agrarias en Sucre. Los análisis se realizaron siguiendo procedimientos de estadística descriptiva en un primer avance.

Resultados y discusión

Colecta de material botánico

Como resultado de la colecta se han obtenido 36 colectas botánicas de los ecotipos que fueron procesadas e ingresaron a la colección de Agrobiodiversidad del Herbario del Sur de Bolivia, para servirán como material de respaldo, o base para futuros análisis moleculares de los ecotipos.

Días de emergencia

Para la variable días de emergencia, evaluado desde la siembra hasta el 50% de emergencia total de los ecotipos (Tabla 1), se encontraron diferencias altamente significativas, entre el T1 (Tubito Bayo) respecto a T2 (Overo Atirimbina) y T3 (Colorado Bartolo), con coeficiente de variación de 36.06%, la media se dio a los 10 días.

Tabla 1. Días de emergencia de los ecotipos de maní

Tratamientos	Ecotipos	Nº de días
1	Tubito Bayo	6
2	Overo Atirimbia	13
3	Colorado de Bartolo	11

Distribución del área foliar

Los resultados para la distribución del área foliar evaluados a los 88 días (Fig. 1), indican que el T1 (Tubito Bayo) fue el mejor tratamiento con una promedio de 78.43 cm y el T3 (Colorado de Bartolo) el de menor promedio 69.90 cm. Mediante la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$, $p > 0.05$), se tiene que entre T1 y T2 son significativamente diferentes.

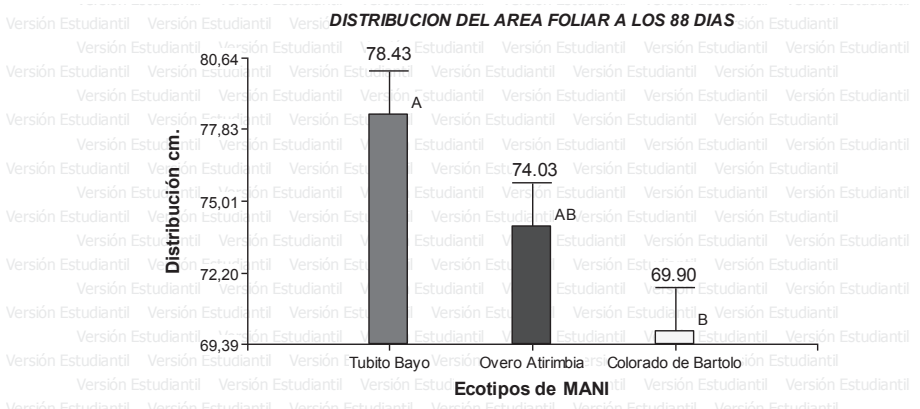


Figura 1. *Evaluación del área foliar a los 88 días después de la siembra de los ecotipos de maní.*

Altura de las plantas

A los 88 días después de la siembra, el comportamiento promedio de la variable altura (Fig. 2), presentó el mayor promedio para T1 (46.60 cm) y el menor para T2 (36.43 cm). Mediante la prueba de comparación de medias de Duncan ($\alpha = 0.05$, $p > 0.05$) se tiene que T1 y el T2 son significativamente diferentes, mientras que el T1 y el T3, no reportaron diferencias.

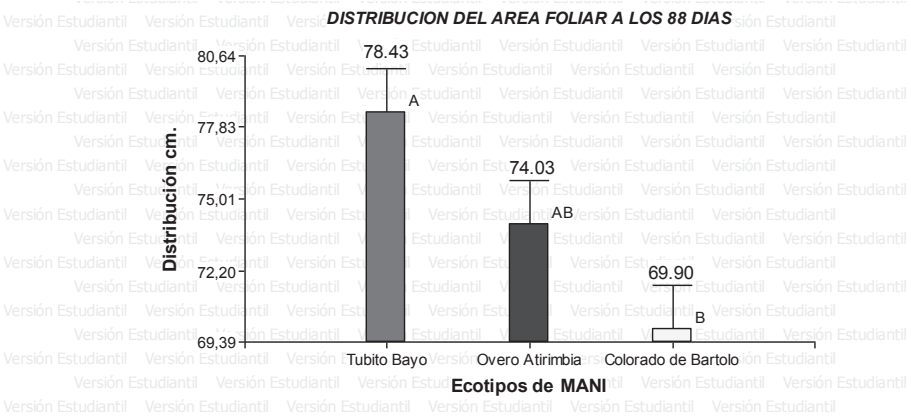


Figura 2. Evaluación de la variable altura de planta a los 88 días

Tiempo de maduración de los frutos

El tiempo de maduración de los frutos, el T1 fue como el más precoz, presentándose como las más adecuada, llegando al punto óptimo de la cosecha a los 150 días después de la emergencia (Tabla 2), el T2 a los 158 días y como el más tardío el T3 a los 175 días. Los análisis estadísticos reportan un promedio de 161.00 días con el coeficiente de variación de 7.93%.

Tabla 2. Número de días de maduración de los frutos de los ecotipos de maní

Tratamientos	Ecotipos	Nº de días maduración
1	Tubito Bayo	150
2	Overo Atirimbia	158
3	Colorado de Bartolo	175

Conclusiones

Existió variabilidad agromorfológica entre los ecotipos Tubito Bayo, Overo Atirimbina y Colorado Bartolo, que está determinado por caracteres relacionados con la morfología y también la fenología de la planta, así como con caracteres específicos de cada ecotipo. Dicha variabilidad puede ser de utilidad para iniciar un programa de mejoramiento genético de estos ecotipos.

Referencias citadas

Azurdia C., D. Williams, K. Williams, H. Ayala. 1997-1999. Diversidad Genética de Maní (*Arachis hypogaea*).

Blanco, E. 2013. Colección de maníes cultivados del Chaco Boliviano Publicación del SENACYT F.

Brickell, C. D., B. R., Baum, W. L. A., Hetterscheid, A.C., J., Leslie, McNeill, P., Trehane, F., Vrugtman, J. H., Wiersema, (eds.) 2005. International Code of Nomenclature for Cultivated Plants, 7°. Ed., International Society for Horticultural Science (ISHS). 144 p.

FAO (2013**)** [http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture] website.

IBPGR/ ICRASAT.1992. Descriptores para maní (Arachis hypogaea) Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos Roma.

IPGRI. 2001. Targenting PGR activities with GIS. International Plant Genetic Resources Institute. Thematic Report 2000-2001. Pp 8...

Krapovickas, A., Ricardo, O., José R., David, E., Williams y Charles, E.2009. Las razas de maní de Bolivia

Martínez C.R. 2007. Caracterización de la variabilidad agromorfológica de cultivares de maní (*Arachis hypogaea* l.), en la región oriental de Guatemala documento de graduación (ingeniero agrónomo) universidad de San Carlos de Guatemala.

Ramos, L. 2009. Estudio poblacional de especies silvestres del género *Arachis* (maní) en Bolivia, trabajo de titulación (licenciatura en biología.) Cochabamba – Bolivia Universidad Mayor de San Simón Facultad de Ciencias y Tecnología. Carrera de biología.

EVALUACIÓN DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DEL GENERO *Phaseolus*

*Teresa Ávila[1,2], Matthew W. Blair[3] *, Ximena Reyes[1] y Pierre Bertin[2]*
[1] Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani [2] Universite Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Bélgica y [3] Departamento de Fitomejoramiento, Universidad de Cornell, NY, EE.UU.
t.avila@fundacionpatino.org

Resumen

En el sur de los andes, especialmente los valles interandinos de Bolivia, se piensa que es un punto probable de domesticación y centro primario de diversidad del frijol común (*Phaseolus vulgaris L*.). La colección de trabajo de Phaseolus conservada en el Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani, consta de 345 accesiones, donde la mayoría de las accesiones son de frijol común, algunas cultivadas y otras silvestres relacionadas. El objetivo de este estudio fue determinar la diversidad genética de esta colección mediante el muestreo de 174 accesiones: 163 *Phaseolus vulgaris*, 8 *Phaseolus augusti*, 2 *Phaseolus lunatus* y 1 *Phaseolus coccineus*. La diversidad genética y estructura poblacional se estimó utilizando 29 marcadores microsatélites. Se encontraron altos niveles de polimorfismo, con un total de 311 alelos identificados y un promedio de 10,7 alelos por marcador. El análisis de correspondencia y dendrograma basados en el método de la media aritmética distinguió *P. vulgaris* de las otras especies de Phaseolus. Las accesiones de *Phaseolus vulgaris* se separaron en dos grupos: el primero de ellos, incluyendo 2 controles tipo andinos, siendo la mayoría de las accesiones de grandes alturas con características morfológicas y hábito de crecimiento típicos de este acervo genético; el segundo, incluidos 2 controles de tipo mesoamericano con accesiones de baja altura. Dentro del acervo genético andino, las accesiones silvestres formaron grupos fácilmente diferenciables de las accesiones cultivadas. Se observó que distancias geográficas de sitios de recolección (hasta 100 km) y las distancias genéticas bajas están relacionadas entre sí. Estos resultados son importantes para la conservación del frijol común en los andes del Sur.

Palabras clave: *Bolivia; diversidad de variedades locales*

Introducción

El frijol común es una leguminosa de grano importante cultivado en muy diversas zonas agroecológicas, especialmente en América Latina (Broughton *et al*., 2003). Los recursos genéticos de frijol común consisten en dos grandes reservas genéticas de las accesiones silvestres y cultivadas: la de Mesoamérica, originaria de América Central, México y Colombia, y la de los Andes del sur de Perú, Bolivia y norte de Argentina (Koenig y Gepts, 1989). Los acervos genéticos mesoamericano y andino se sub-clasifican en razas de acuerdo a sus características agronómicas tales como el hábito de crecimiento, así como la adaptación agroecológica. Las variedades nativas andinas han sido clasificadas en tres razas diferentes: Perú, Nueva Granada y Chile (Singh *et al*, 1991.). La forma silvestre del frijol común se distribuye desde el norte de México hasta el norte de Argentina (Gepts y Debouck, 1991) y la estructura genética de las variedades locales de frijol común refleja parte de la estructura de los tipos silvestres (Tohme *et al*., 1996). El frijol común de tipo andino muestra diferencias con marcadores morfológicos, isoenzimáticos, de ADN mitocondrial y cloroplástico, que son paralelos a los encontrados con los de tipo mesoamericano y andinos silvestres (Gepts *et al*, 1986; Becerra y Gepts, 1994). Esto sugiere eventos de domesticación independiente de los tipos silvestres locales y un efecto fundador asociado con la domesticación en cada región (Chacón *et al*, 2005, 2007; Papa *et al*, 2005).

La compatibilidad genética entre poblaciones silvestres y domesticadas conduce a complejos intermedios cultivado-silvestre, en sitios donde los tipos silvestres y cultivados son simpátricos. El flujo de genes y la introgresión genética de las poblaciones silvestres a los domésticos o viceversa se reportaron en los Andes por Freyre *et al*, 1996; Beebe *et a*l, 1997, y mesoamérica (Papa y Gepts, 2003).

Aparte del valor alimenticio, los frijoles también podrían haber sido domesticados por su valor estético y el uso simbólico. Algunos autores han sugerido que fueron utilizados como una forma de mantenimiento de registros o la escritura no fonética en las culturas precolombinas, sobre la base de las formas y colores de semillas de granos o patrón (Avila *et al*, 1987; Freyre *et al,* 1996). En los valles aislados de los Andes, algunos agricultores tradicionales cultivan y mantienen las mezclas de semillas de todos los tamaños y colores, y los niños de las zonas rurales siguen utilizando frijoles con forma esférica conocida como 'chuis' como juguetes. Además, los frijoles reventones, especiales del sur de Perú y Bolivia se llaman 'k'opurus' o 'nuñas', se consume el grano tostado como aperitivo (Tohme *et al*., 1995).

Los objetivos de este estudio fueron (1) evaluar el uso de microsatélites comunes de frijol por su capacidad para detectar la diversidad genética dentro de germoplasma boliviano, (2) determinar las relaciones genéticas y la estructura de la diversidad dentro de los grupos de genotipos de silvestres y cultivadas de *Phaseolus vulgaris* y tres especies relacionadas y (3) determinar la correlación de la estructura genética de los sitios de recolección geográficas con el fin de evaluar el aislamiento de variedades cultivadas en los valles de los andes del sur.

Materiales y métodos

Material vegetal

En total, 174 accesiones fueron seleccionadas de la colección de trabajo conservada en el CIFP, se eligieron en función al lugar de colecta con el fin de evaluar la diversidad en un conjunto representativo que cubre la gama eco-geográfica completa del frijol en Bolivia. 118 correspondieron a las variedades locales de frijol, 33 cultivares de frijol obtenidas por mejoramiento genético, 2 tipos intermedio, 10 tipo silvestres de *P. vulgaris*, además, de un grupo de otras especies como: 8 *P. augusti*, 2 *P. lunatus* y 1 *P. coccineus*. Cuatro genotipos cultivados adicionales de *P. vulgaris* proporcionados por la Unidad de Recursos Genéticos del CIAT se utilizaron como controles, dos considerados como representativos del acervo andino G4494 (Calima) de Colombia y el G19833 (ChauchaChuga) de Perú, y dos representativos mesoamericanos G5773 (ICA Pijao) de Colombia y Dorado (DOR364) de El Salvador. Estos genotipos han sido utilizados en estudios anteriores de microsatélites como un estándar para cada uno de los acervos genéticos (Blair *et al.*, 2006, 2007, 2009; Díaz y Blair, 2006). El ADN fue aislado de tejido de hoja de tres plantas de cada accesión, usando un método de extracción a base de Bromuro de Cetil-Trimethil **A**monio (CTAB). Los ADN suspendidos en tampon Tris-EDTA (TE) se diluyeron a una concentración de 10 ng./ul.

Amplificaciones de microsatélites

Se utilizaron un total de 29 microsatélites, 11 marcadores de frijol diseñados a partir de regiones codificantes (génicos) y 18 marcadores diseñados de regiones no codificantes (genómicos). Las amplificaciones de PCR se realizaron según lo recomendado por Yu *et al.*, 2000, de Gaita'n-Soli et al., 2002, Blair et al., 2003; con una concentración final de MgCl2 varió de 1,5 a 2,5 mM dependiendo de los requerimientos de cada microsatélite. Los productos de PCR se corrieron en gel de poliacrilamida al 4%. Para la estimación del tamaño de los alelos se utilizó un marcador de peso molecular de 10 pb (Invitrogen, Carlsbad, CA, EE.UU.) y los cuatro genotipos de control se incluyeron en todos los geles para realizar comparaciones.

Análisis de los datos

Para el estudio de la diversidad genética se utilizó un análisis factorial de correspondencias (FCA) realizado con el software del programa SAS versión 9. Logrando agrupaciones en base a la distancia euclídeana y el método de agrupamiento UPGMA. Las distancias genéticas se calcularon a partir de la proporción de alelos compartidos (Bowcock *et al.*, 1994), utilizando el software Microsat, de Minch (1997). Se construyeron dendrogramas con el software NTSYS. Finalmente, se calculó el contenido de polimorfismo (PIC) para cada microsatélite y se hizo la correlación entre las distancia geográficas y genéticas por medio de una prueba de Mantel (Mantel, 1967)

Resultados y discusión

Polimorfismo de marcadores y amplificación entre especies

Todos los microsatélites analizados fueron polimórficos y mostraron altos niveles de diversidad alélica. Se identificaron un total de 311 alelos en todo el conjunto de accesiones, con una media de 10,7 alelos por marcador. Considerando solamente las accesiones *P. vulgaris* cultivadas, se encontraron un total de 249 alelos con un promedio de 8.6 alelos por locus. El promedio de alelos obtenido con los microsatélites genómicos y génicos en todo el conjunto de genotipos eran 12,8 y 6,7, respectivamente.

El número máximo de alelos encontrados por marcador de los microsatélites genómicos y génicos fue del 33 y 14 para BM187 y BMd1, respectivamente. Los microsatélites BMd46 y BMd53, ambos marcadores génicos, presentan sólo dos alelos cada uno, mientras que entre los microsatélites genómicos, BMd12 presentó el menor número de alelos, tres.

Los tamaños de los alelos observados para todos los microsatélites estudiados estuvieron de acuerdo con los tamaños esperados de Yu *et al.* (2000), y de Gaitán-Soliz *et al.* (2002) o de Blair *et al.* (2003, 2006).

Durante todo el estudio, los valores medios obtenidos de PIC con los microsatélites genómicas y génicos fueron 0,68 y 0,53, respectivamente. Para sólo las accesiones de *P. vulgaris*, los valores PIC eran 0,69 para los marcadores genómicos y 0,51 para marcadores génicos. El valor más alto de PIC se obtuvo con el microsatélite genómico BM187 y la más baja con el microsatélite génicos BMd46.

En términos de amplificación entre especies, se encontraron resultados para todos los microsatélites incluyendo las tres otras especies *P. augusti*, *P. lunatus* y *P. coccineus*, lo cual muestra que existe un nivel considerable de conservación en la secuencia dentro de las regiones flanqueantes del microsatélite, como observó Gaitán-Soliz al. (2002) en *P. lunatus* y *P. coccineus* con microsatélites genómicos. Esta fue la primera vez que microsatélites desarrollados por Yu *et al.* (2000) y Blair *et al.* (2003) se utilizaron en la especie *P. augusti*, sin embargo, se observó altos porcentajes de alelos nulos, especialmente para los marcadores BM175, BM205, BM160 y BM188. Se repitieron las amplificaciones para confirmar la falta de amplificación.

Se observó variabilidad en el tamaño de los alelos entre las especies y algunos alelos nulos fueron encontrados en las accesiones de P. vulgaris silvestre y otras especies de *Phaseolus*. En particular, con los marcadores BM175, BM205, BM160 y BM188 no amplificaron cerca el 50% de las accesiones de *P. augusti*. La diferenciación genética basado en la FCA muestra clara separación entre especies: *P. vulgaris*, *P. augusti*, *P. coccineus* y *P. lunatus*, excepto dos accesiones mal identificadas, agrupados lejos de *P. vulgaris*.

Análisis factorial de correspondencias y relaciones genéticas entre accesiones

El análisis factorial de correspondencia (AFC) se realizó primero con la totalidad de las accesiones, las distancias euclidianas de la AFC revelaron que todas las accesiones de *P. vulgaris* fueron separados de las accesiones de otras especies de *Phaseolus*. Sin embargo, dos de las accesiones, 133 y 415 clasificadas previamente como *P. lunatus* y *P. augusti*, respectivamente, fueron agrupadas dentro del grupo de *P. vulgaris*. Con el fin de centrar el estudio en el germoplasma de *P. vulgaris*, las 11 accesiones confirmados como de otras especies de *Phaseolus* fueron eliminados por un segundo FCA que fue dirigido exclusivamente a las 163 accesiones de *P. vulgaris*. *P. vulgaris* mostró dos grupos, un primer grupo de accesiones se asoció con los controles andinos y el segundo grupo con los controles mesoamericanos, distinguiendo dos frijoles silvestres (368 y 379) en este grupo.

El grupo de frijoles del acervo andino se dividió a su vez en dos subgrupos; un subgrupo correspondió a las variedades locales, accesiones intermedias y todos los frijoles silvestres y el otro subgrupo contenía las vainitas (mejoradas en CIFP) y tres variedades locales (61, 123 y 264).

En el tercer y último AFC, los genotipos de vainitas fueron eliminados del análisis, solo las variedades nativas y las accesiones silvestres se analizaron. Los resultados, presentaron que el 11,69% de la variación logra la separación de los grupos andinos y mesoamericanos.; dentro de las accesiones que se agruparon con los controles andinos, la accesión silvestre 416 se halla agrupada con las accesiones cultivadas y la accesión silvestre 141 estaba fuera de los grupos globales de *P. vulgaris*.

Se encontró una distancia genética media de

0,81 entre *P. vulgaris* y las otras especies. En el dendrograma, dentro de las accesiones de *P. vulgaris*, se observaron dos grupos principales, uno asociado a los controles andinos y el otro con los controles mesoaméricanos. Una vez más, como en la FCA, la accesión 133 agrupó con las accesiones mesoamericanas, mientras que la 415 se agrupó con las accesiones andinas. En conjunto, estos dos acervos genéticos estuvieron a una distancia genética de 0.78.

Las accesiones de *P. lunatus* agrupadas junto con las accesiones de *P. augusti* tanto en el FCA y en el dendrograma UPGMA, muestra que ambas especies están relacionadas y pertenecen al mismo linaje como fue predicho por Caicedo et al. (1999). En contraste, *P. vulgaris* y *P. coccineus*, aunque divergentes entre sí, pertenecen a otro linaje del género *Phaseolus* como fue encontrado por Fofana *et al.* (1999).

Los resultados de la FCA en accesiones de *P. vulgaris* permitieron distinguir los acervos genéticos de los controles andinos y mesoamericanos utilizados por Blair *et al*. (2006, 2007) y Díaz y Blair (2006). De hecho, las accesiones que se agruparon con los controles andinos eran en su mayoría variedades locales de frijol, las vainitas obtenidos de la mejora genética y todas las accesiones silvestres de *P. vulgaris*. Las variedades nativas andinas eran en su mayoría de los hábitos de crecimiento III y IV y semillas de gran tamaño, que varían en gran medida en la forma, el color y el patrón, estos fueron recogidos principalmente en los valles de altitudes intermedias (desde 1100 hasta alrededor de 2000m) y de las tierras altas (por encima de 2000m de altitud). Estos patrones de desarrollo y características morfológicas, así como los sitios de colección son típicos del acervo genético andino.

Las accesiones *P. vulgaris* y frijoles silvestres coinciden en parte con el control andino Chaucha Chuga (G19833), que pertenece a la raza Perú. Esto parece confirmar la observación de Beebe *et al*. (2001) acerca de la proximidad de las accesiones silvestres bolivianas con frijoles andinos cultivados y con las accesiones cultivadas de la raza Perú (Blair *et al.,* 2007, 2009).

Relación entre la información genética y geográfica

Se analizaron los datos geográficos de los sitios de recolección de las accesiones (latitud y longitud) y se compararon con los datos de la distancia genética. El valor de correlación disminuyó cuando la distancia de procedencia de accesiones era mayor (200, 300, 500 y 1000 kilometros, respectivamente). Esta observación sugiere que la variabilidad se correlacionó con la proximidad del sitio de recogida cuando era menos de 100 km. En el dendrograma, se observó que las accesiones procedentes del mismo lugar de recogida a menudo tienden a agruparse. La influencia geográfica en relación con la genética podría estar influenciada por el intercambio de semillas por los agricultores de un valle a otro o la venta de semilla en los mercados locales.

Conclusión

En conclusión, nuestros resultados confirman la variabilidad genética de las accesiones recolectadas en diferentes lugares del país mediante la aplicación de 29 microsatélites polimórficos utilizados para el estudio de la diversidad genética. Se determinaron es el presente estudio: la diversidad genética, la estructura de la población y la correlación de la estructura genética con la información geográfica, los cuales son pasos necesarios para la gestión de la conservación de los frijoles.

Referencias citadas

Ávila A, Ávila G, Brandolini A and Rojas A (1987) Estudios de clasificación de germoplasma de Chuwi (Phaseolus vulgaris). Investigaciones sobre el mejoramiento genético y cultural de trigo duro, girasol, maíz, frijol, lupino y haba en Bolivia. IILA, Roma, Italia

Becerra V. and Gepts P. (1994) RFLP diversity of common bean (Phaseolus vulgaris) in its centres of origin. Genome 37:256–263.

Beebe S, Toro O, Gonzales AV, Chacón MI and Debouck D (1997) Wild-weed-crop complexes of common bean (Phaseolus vulgaris L., Fabaceae) in the Andes of Peru and Colombia, and their implications for conservation and breeding. Genetic Resources and Crop Evolution 44:73–91.

Beebe S, Rengifo J, Gaitán E, Duque MC and Tohme J (2001) Diversity and origin of Andean landraces of common bean. Crop Science 41: 854–862.

Blair MW, Pedraza F, Buendía HF, Gaitán E, Beebe S, Gepts P and Tohme J (2003) Development of a genome-wide anchored microsatellite map for common bean (Phaseolus vulgaris L.). Theoretical and Applied Genetics 107:1362–1374.

Blair MW, Giraldo MC, Buendía HF, Tovar E, Duque MC and Beebe S (2006) Microsatellite marker diversity in common bean (Phaseolus vulgaris L.). Theoretical and Applied Genetics 113: 100–109.

Blair MW, Diaz JM, Hidalgo R, Diaz LM and Duque MC (2007) Microsatellite characterization of Andean races of common bean (Phaseolus vulgaris L.). Theoretical and Applied Genetics 116: 29–43.

Broughton WJ, Hernandez G, Blair M, Beebe S, Gepts P. and Vanderleyden J. (2003) Bean (Phaseolus spp.) – model food legumes. Plant and Soil 252: 55–128.

Chacón MI, Pickersgill B, Debouck DG and Arias S (2007) Phylogeographic analysis of the chloroplast DNA variation in wild common bean (Phaseolus vulgaris L.) in the Americas. Plant Systematics and Evolution 266: 175–195.

Díaz LM and Blair MW (2006) Race structure within the Mesoamerican gene pool of common bean (Phaseolus vulgaris L.) as determined by microsatellite markers. Theoretical and Applied Genetics 114: 143–154.

Fofana B, Baudoin JP, Vekemans X, Debouck DG and du Jardín P (1999) Molecular evidence for an Andean origin and a secondary gene pool for the Lima bean (Phaseolus lunatus L.) using chloroplast DNA. Theoretical and Applied Genetics 98: 202–212.

Freyre R, Ríos R, Guzma´n L, Debouck D and Gepts P (1996) Ecogeographic distribution of Phaseolus spp. (Fabaceae) in Bolivia. Economic Botany 50: 195–215.

Gaitán-Solís E, Duque MC, Edwards KJ and Tohme J (2002) Microsatellite repeats in common bean (Phaseolus vulgaris L.): isolation, characterization, and cross-species amplification in Phaseolus spp. Crop Science 42: 2128–2136.

Galván MZ, Menéndez-Sevillano MC, De Ron AM, Santalla M and Balatti PA (2006) Genetic diversity among wild beans from northwestern Argentina based on morpho-agronomic and RAPD data. Genetic Resources and Crop Evolution 53:891–900.

Gepts P and Debouck DG (1991) Origin, domestication and evolution of the common bean (Phaseolus vulgaris L.). In: van Schoonhoven A and Voysest O (eds) Common Beans: Research for Crop Improvement. Wallingford/Colombia: CAB International/CIAT, pp. 7–53.

Koenig R and Gepts P (1989) Allozyme diversity in wild Phaseolus vulgaris: further evidence for two major centers of genetic diversity. Theoretical and Applied Genetics 78:809–817.

Papa R and Gepts P (2003) Asymmetry of gene flow and differential geographical structure of molecular diversity in wild and domesticated common bean (Phaseolus vulgaris L.) from Mesoamerica. Theoretical and Applied Genetics 106:239–250.

Pissard A, Arbizu C, Ghislain M, Faux AM, Paulet S and Bertin P (2008) Congruence between morphological and molecular markers inferred from the analysis of the intra-morphotype genetic diversity and the spatial structure of Oxalis tuberosa. Molecular Genetics 132: 71–85.

Rohlf F (2002) NTSYS pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System. Setauket, NY: Exeter Publishing. Singh S, Gepts P and Debouck DG (1991) Races of common bean (Phaseolus vulgaris, Fabaceae). Economic Botany 45: 379–396.

Tohme J, Toro O, Vargas J and Debouck D (1995) Variability in Andean Nun˜a common beans (Phaseolus vulgaris, Fabaceae). Economic Botany 49: 78–95.

Yu K, Park J, Poysa V and Gepts P (2000) Integration of simple sequence repeat (SSR) markers into a molecular linkage map of common bean (Phaseolus vulgaris L.). Journal of Heredity 91: 429–434.

EVALUACIÓN DE PRESENCIA DE VIRUS EN 90 ACCESIONES, CUATRO VARIEDADES Y SEIS ESPECIES DE LA COLECCIÓN DE PAPAS DE BOLIVIA

Carol Rocabado Espinoza y Edwin Iquize Villca1.
1Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Cochabamba, Bolivia.
carolrocabado@hotmail.com; e_iquize_v@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo tiene el objetivo de evaluar la presencia de seis virus en 90 accesiones de papa y cuatro variedades correspondientes a seis especies de la Colección de *ex situ* de Papa de Bolivia, en la Estación Experimental Toralapa, Cochabamaba Bolivia. Las especies fueron *Solanum tuberosum subsp andigenum, S ajanhuiri, S. tuberosum, S. curtilobum* y *S. juzepczukii.* Se seleccionaron las plantas tipo de la accesión con sintomatología de virosis, se tomaron muestras vegetales del tercio superior de éstas para ser introducidas al laboratorio de cultivo de tejidos para su establecimiento. Las vitroplántulas (4 cm) fueron trasplantadas a invernadero, en sustrato esterilizado, en camas de 3 m^2 y fueron cubiertas con malla semisombra al 35%. El cultivo tuvo un manejo integrado preventivo y se cosechó (150-180 días). Luego de seis semanas del trasplante se tomaron muestras para la prueba DAS-Elisa. La ocurrencia de los virus fue procesado con el modelo lineal generalizado bajo el supuesto de distribución multinomial en base a la estructura del análisis de varianza de clasificación simple y el rendimiento con la distribución gamma según la estructura del análisis de varianza de clasificación jerárquica.

La ocurrencia de virus fue diferente a P: 0.01 entre especies de papa. El 70.21% de las 94 accesiones y variedades evaluadas para los virus PVX, PLRV, PVY, PVS, APMV y APLV fueron negativos y por el contrario se reporta un 29.79% están contaminados con virus. El virus de mayor prevalencia fue el PVX y el virus PLRV no se manifestó en ninguna de las 94 accesiones. El rendimiento fue diferente por efecto de los virus dentro cada especie de papa a P: 0.01. En *S. stenotomum* las accesiones sin virus alcanzaron rendimientos mayores frente a las accesiones con PVX y PVY. En *S. juzepczukii* y *S. tuberosum* que fueron afectados por el virus APLV presentaron mayor rendimiento a las accesiones negativo a dicho virus, este resultado posiblemente se trata de una infección primaria. Las afectaciones mixtas con el virus PVX más PVY poseen un efecto catastrófico en el rendimiento en la sub especie *andigenum*. En *S. curtilobum* el rendimiento de las accesiones contaminadas con APMV, APLV, Y y X oscila entre 0.004 a 0.062 kg/ planta. Se concluye que los virus Y, X, APLV, APMV, S, PLRV presentes, solos o combinados en la planta, en alguna medida influyen negativamente en el rendimiento de papa.

Palabras claves: *Virus, especies de papa, prueba DAS-Elisa, rendimiento, in vitro.*

Introducción

Los virus en alguna medida influyen en la merma del rendimiento de la papa (Hidalgo, et al. 1986, citado por Salazar, 1995). Por ejemplo en Colombia se ha reportado infección de los virus PVY, PVS, PLRV y PYVV, siendo la interacción PVY, PVX y PVRV causante de la merma del rendimiento del hasta en un 61 % (Guerrero y Martinez, 1980, citado por Gil, et al, 2012).

Gandarillas, A. y Ortuño, N. 2009, reportan que en ensayos en condiciones controladas, como consecuencia de la infección de PLRV, se ha observado una disminución de los rendimientos en el primer año de un 36 y 50% en el segundo año. La severidad de los síntomas depende de la variante del virus, la variedad de la papa y las condiciones de desarrollo de la planta.

El rendimiento del cultivo de papa es de 5.6 tn/ ha (FAO, 2009) probablemente este influido por una serie de factores como enfermedades, plagas o efectos ambientales. Así, la colección de papa

del Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces de Bolivia, al realizar el refrescamiento continuamente está sujeta a la infección de virus y otros patógenos. Tras una evaluación de la sintomatología del follaje y los rendimientos menores se sospecha de la ocurrencia de virus (Rocabado, et al, 2013).

En ese sentido el presente trabajo tiene el objetivo de evaluar seis virus en 90 accesiones y cuatro variedades correspondientes a seis especies de la colección de papa del Banco *ex situ* de Germoplasma de Tubérculos y Raíces de Bolivia

Materiales y métodos

Ubicación

La investigación, se realizó en la campaña 2013-2014 en predios de la Estación Experimental de Toralapa a 74 Km de la ciudad de Cochabamba, carretera antigua a Santa Cruz; dependiente del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF.

Materiales

En el cuadro que sigue se presenta el listado de las accesiones que fueron evaluadas

Cuadro 1. Accesiones y variedades de Papa evaluadas

Especie	Número	Código
Solanum tuberosum subsp andigenum (Juz. & Bukasov) Hawkes	15	1236, 1377, 1602, 2904, 2975, 3039, 3119, 3300, 3682, 4932, 5000, 5059 y 5195
Solanum ajanhuiri Juz. & Bukasov	1	2820
Solanum tuberosum subsp. tuberosum L.	5	3290, Fripapa, Innovator, Pukara y Única
Solanum curtilobum Juz. & Bukasov	4	1028, 3358 y 3733
Solanum juzepczukii Bukasov	41	75, 136, 2287, 2501, 2602, 2861, 2961, 3117, 3139, 3375, 3381, 3397, 3406, 3434, 3435, 3437, 3442, 3443, 3471, 3477, 3482, 3490, 3500, 3512, 3548, 3570, 3574, 3602, 3608, 3655, 3706, 3755, 3797, 4729, 4937, 4997, 5007, 5045 y 5154
Solanum stenotomum Juz. & Bukasov	28	25, 1201, 1417, 2103, 2184, 2649, 2658, 2688, 2728, 2732, 2751, 2942, 3044, 3163, 3176, 3181, 3243, 3252, 3313, 3558, 3591, 3750, 3760, 3832, 3859, 3860, 4939 y 4965
Total	**94**	

Metodología

Las papas se reproducen de forma vegetativa como clones, lo que garantiza una multiplicación estable inalterable, del genotipo original, sin embargo los tubérculos que se toman de plantas enfermas, transmiten la enfermedad a las plantas que generan. Se realizó una inspección ocular del estado fitosanitario de las accesiones de papa en desarrollo, luego se seleccionaron las plantas tipo de la accesión con sintomatología de virosis, se tomaron muestras vegetales del tercio superior de estas plantas para luego ser introducidas al laboratorio de cultivo de tejidos para su establecimiento.

Regeneración de plantas

Luego del establecimiento en laboratorio de cultivo de tejidos, las vitroplántulas presentan una estructura funcional (presencia de raíz, tallo con hojas y yemas axilares) y que alcanzaron una altura de al menos 4 cm, se las traspaso a invernaderos.

Producción de semilla en invernadero

Las instalaciones disponibles en la Estación Experimental de Toralapa para la renovación de accesiones provenientes del laboratorio de cultivo de tejidos son áreas totalmente cubiertas con placas de fibra de vidrio, siendo el acceso restringido a los mismos. El sustrato esterilizado, empleado fue adquirido de la empresa SEPA cuya composición fue de: 2 partes de arena por 1 parte de tierra vegetal.

El trasplante fue realizado en camas (3 m^2) preparadas con el sustrato, se generaron hoyos (con la ayuda de

punzones) para el trasplante de las vitroplantas de las 94 accesiones y variedades. La densidad de trasplante fue de 25 plantas por accesión, se trasplantaron seis accesiones por cama. Una vez realizado el trasplante, se procedió a cubrir con malla semi-sombra al 35% de trasparencia durante 14 días (2 semanas), para evitar el stress de las plantas debido a la radiación solar.

Fertilización: Se realizó el aporte de macro nutrientes (N- P-K), en un nivel de 150 – 150 – 150 (1000 kg/ha) con un fertilizante de síntesis (15-15-15) en forma fraccionada 1/3 al trasplante y 2/3 al aporque, para cubrir el requerimiento de micro nutrientes (Ca, Bo, Mo Zn, etc.), se realizaron aplicaciones foliares de fertilizantes cuya formulación contenían micronutrientes y también se aplicaron aminoácidos-péptidos marinos.

Labores Culturales: Se realizó un sólo aporque cuando las plantas tenían una altura de 8 - 12 cm aproximadamente (tres semanas luego del trasplante), se desarrolló una estrategia de control de enfermedades fungosas basada sobre todo en el uso de productos de contacto, para el control de insectos se realizaron aplicaciones de insecticidas de amplio espectro, cada quince días sobre todo a la infraestructura, el riego se realizó cada día, los primeros 14 días tiempo en el que se considera que las plántulas están aclimatadas, luego hasta la defoliación pasando un día. La defoliación consistió en el arranque del follaje una vez realizado el muestreo de los tamaños de tubérculo (60% de calibre IV), esta actividad se realizó cuando las plantas completaron su ciclo vegetativo (150 – 180 días).

La cosecha fue luego de dos semanas de la defoliación, se procedió a la cosecha de los tubérculos de las camas de tuberización, posteriormente se realizó el proceso de curado (fijación de la piel del tubérculo) durante 15 días, dentro los invernaderos.

Para el almacenamiento de la semilla previamente se realizó el registro de los pesos.

Prueba de DAS- ELISA

Es una técnica serológica utilizada para identificar virus y está basada en la capacidad de los anticuerpos específicos para reaccionar con sus antígenos (partículas virales) (BIOREBA, 2014). Esta prueba tiene el objetivo de verificar la presencia o ausencia de los virus; PVX, PVY, PVS, PLRV, APLV y APMV, las mismas se aplicaron a las 94 accesiones y variedades de papa. La prueba serológica DAS – ELISA se realizó a las plantas que tenían seis semanas de ciclo vegetativo en los invernaderos.

Análisis de datos

Los variables estudiados fueron:

Cuadro 1. Variables de estudio

Variable	Niveles	Descripción
Especies de papa	6	*S. tuberosum subsp andigenum; S. ajanhuiri; S. tuberosum subsp. tuberosum; S. curtilobum; S. juzepczukii; S. stenotomum*
Virus de papa	2	Y, X, APLV, APMV, S, PLRV y Negativo
Accesiones de papa	94	Consideradas como replicas (incluye 4 variedades)

El análisis estadístico de la variable ocurrencia de virus fue procesado con el modelo lineal generalizado bajo el supuesto de distribución multinomial en base a la estructura del análisis de varianza de clasificación simple (Steel y Torrie, 1992; Montgomery, 2003; Kachman, 2000; SAS Institute Inc, 2014). Por otra parte el rendimiento de papa fue procesado también con el modelo lineal generalizado con el supuesto de distribución gamma según la estructura del análisis de varianza de clasificación jerárquica.

Resultados y discusión

La ocurrencia de virus en las 94 accesiones y variedades de papa, según el análisis presenta diferencia entre especies de papa a la P: 0.01 (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis de la razón de probabilidad para la ocurrencia de virus

Fuente variación	Grados de libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Especies de papa	5	19.02 **	0.0019

***: Significativo a P: 0.01*

El 70.21% de las 94 accesiones evaluadas (Cuadro 3) a seis virus (PVX, PLRV, PVY, PVS, APMV y APLV), reportaron resultados negativos, por lo que, es decir se cuenta con 66 accesiones libres de seis virus. Y por el contrario se reporta un 29.79% de las 94 accesiones evaluadas están contaminados con virus. Obsérvese el virus de mayor incidencia fue el PVX, por lo tanto la diseminación de este virus es bastante eficiente y se debe principalmente a que, en el campo puede ser transmitido de plantas enfermas a plantas sanas, por operaciones mecánicas durante el transporte, plantación, cosecha, clasificación, ropa, almacenamiento, durante el desarrollo de los brotes, hongos de suelo, contacto con animales.

De acuerdo a lo señalado por Wilson & Jones (Ann. Appl. Bio. 116: 103 -109. 1990). citados por Delaware y Pontiac F. Theodoluz et al. (Am. Pot. J. 66: 449 – 459. 1992), quienes observaron que una vez presentes en un determinado lote es extremadamente difícil de evitar la diseminación de los virus transmitidos mecánicamente como es el caso de los virus PVX y PVS, también observaron que el 99,2% de los tubérculos del banco de germoplasma de papa de la Universidad Austral de Chile estuvo contaminado con virus; PVX fue el más frecuente por lo que concluyeron que la diseminación de PVX es bastante eficiente.

Cuadro 3. Ocurrencia de virosis en 94 accesiones de papa en seis especie, (%).

Especie	N° Acc.	Ocurrencia de virus (%)									
		Negativo	APLV	APMV	X	X,APLV	X, Y	X,Y,S,APLV	Y	Y,APLV	Y,APMV
Solanum tuberosum subsp andigenum (Juz. &Bukasov) Hawkes	15	73.33	-	6.67	13.33	-	6.67	-	-	-	-
Solanum ajanhuiri Juz. &Bukasov	1	100.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Solanum tuberosum subsp. tuberosum L.	5	80.00	20.00	-	-	-	-	-	-	-	-
*Solanum curtilobum*Juz. &Bukasov	4	-	-	-	-	-	-	50.00	-	25.00	25.00
Solanum juzepczukii Bukasov	41	75.61	4.88	-	17.07	2.44	-	-	-	-	-
Solanum stenotomum Juz. &Bukasov	28	67.86	-	-	25.00	-	-	-	7.14	-	-
Total de accesiones	94	66	3	1	16	1	1	2	2	1	1
Porcentaje	**100.00**	**70.21**	**3.19**	**1.06**	**17.02**	**1.06**	**1.06**	**2.13**	**2.13**	**1.06**	**1.06**

En el Cuadro 3, la ocurrencia de PVX dentro la *Solanum stenotomum* Juz. & Bukasov presenta la contaminación más alta siendo del orden del 25% de contaminación, 17.07+2.44% dentro *Solanum juzepczukii* Bukasov están contaminadas, y 13.33+6.67% en *Solanum tuberosum subsp andigenum* (Juz. &Bukasov) Hawkes. Las contaminaciones mixtas más frecuentes son con PVY, PVX y APLV, en las sub especies, *Solanum tuberosum subsp andigenum* (Juz. &Bukasov) Hawkes, *Solanum juzepczukii* Bukasov *y Solanum curtilobum* Juz. & Bukasov siendo esta última con contaminaciones mixtas en su totalidad.

La presencia del virus PVY de forma única se reveló solo en la sub especie *Solanum stenotomum* Juz. & Bukasov, donde Alvarez, V., citado por Gandarillas y Ortuño (2009) afirma que en Bolivia el virus PVY se encuentra en todas las zonas paperas, con frecuencia en infecciones mixtas con el virus PVX.

El virus PLRV no se manifestó en ninguna de las 94 accesiones desarrolladas en la estación experimental de Toralapa que se encuentra a una altitud de 3400 msnm y a una temperatura promedio de 12 ° C, la expresión de este virus en Bolivia, según Alvarez

citado por Gandarillas y Ortuño (2009) ocasiona daños severos en zonas de valle, favorable para los áfidos vectores (*Myzus persicae)*.

El rendimiento (kg/planta) fue significativo entre especies de papa y entre virus dentro las especies de papa a P: 0.01 (Cuadro 4)

Cuadro 4. Prueba de Wald para el rendimiento de papa

Fuente variación	Grados de libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Especie de papa	5	54.45 **	<.0001
Virus(Especie de papa)	11	106.19 **	<.0001

***: Significativo a P: 0.01*

En la Figura 1, la especie *Solanum stenotomum* Juz. & Bukasov de las 28 accesiones evaluadas a los seis virus, reportaron negativos 19 accesiones alcanzando rendimientos de 0.104 kg /planta, mientras que 7 accesiones positivos a PVX lograron rendimientos de 0.072 kg/planta y 2 accesiones positivas a PVY con rendimientos de 0.052 kg/planta, es decir que estos virus disminuyen el rendimiento. Llama la atención que varios autores que investigaron el efecto del PVX en el rendimiento, por ejemplo Alvarez citado por Gandarillas y Ortuño (2009), mencionan que los rendimientos se ven afectados en un 10% cuando se presenta solo el PVX, algo similar sucede con PVY. En el caso particular de presente trabajo el rendimiento es afectado aproximadamente en un 50%, podría deberse al efecto acumulativo de los virus a través del tiempo.

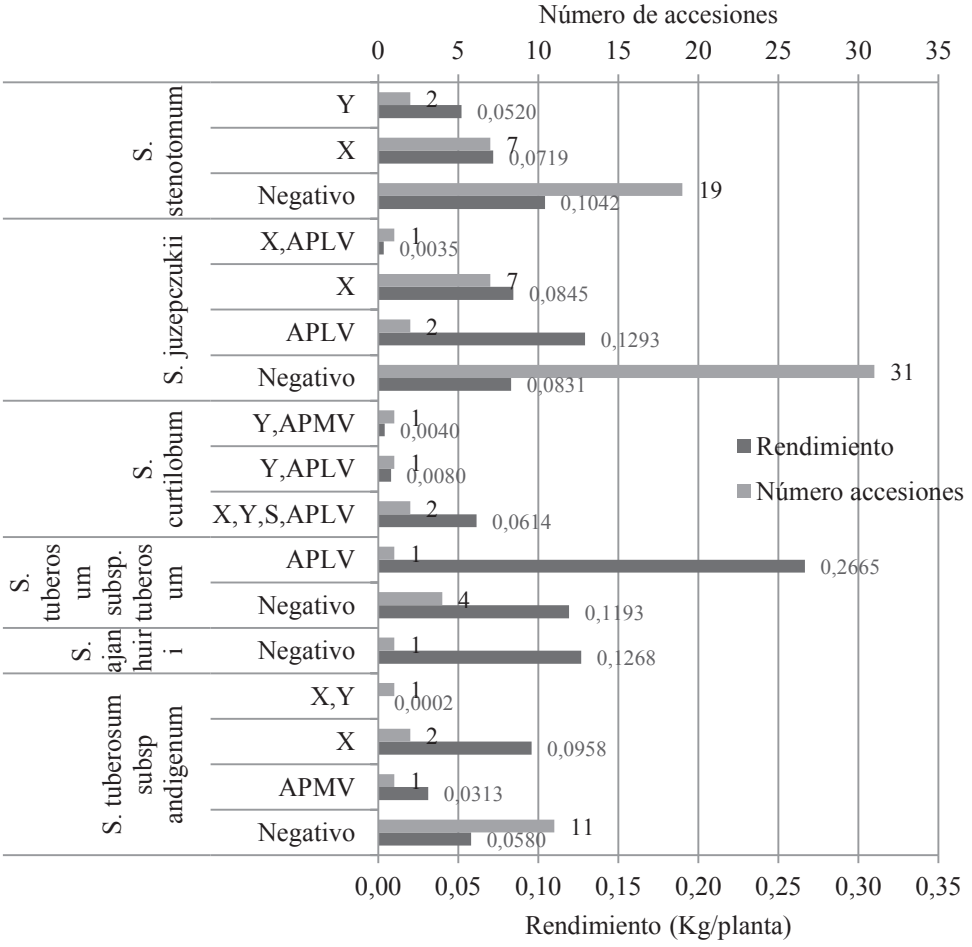


Figura 1. Rendimiento de papa y número de accesiones según especie y ocurrencia de virus en invernadero.

En *Solanum juzepczukii* Bukasov (0.130 kg/planta) y *Solanum tuberosum (*0.267 kg/planta) que fueron afectados por el virus APLV presentan mayor rendimiento a las accesiones negativo a dicho virus (Figura 1), este resultado posiblemente se trata de una infección primaria, donde el efecto en el rendimiento es casi imperceptible, dado a que todavía no se tiene el efecto acumulativo de los virus.

Las afectaciones mixtas posee un efecto catastrófico en el rendimiento en la sub especie *andigenum* sobre una accesión contaminada con el virus X más Y fue 0.00 kg/planta siendo que las accesiones que reportaron resultados negativos el rendimiento promedio fue de 0.058 kg/planta (Figura 1). En la especie *S. curtilobum* el rendimiento de las accesiones contaminadas con APMV, APLV, Y y X oscila entre 0.004 a 0.062 kg/planta, corroborándose lo mencionado por Fernandez (1991), quien cita que : La severidad del efecto sinergístico puede conducir a la destrucción del cultivo dependiendo ello de la interacción entre el cultivo, medio ambiente, vector y virus, el mismo autor también menciona que, la utilización de tubérculos semillas provenientes de plantas infectadas en sucesivas campañas de siembra conduce a la degeneración del cultivo con pérdidas en los rendimientos superiores al 80%.

Conclusiones

La técnica de la detección de virus a través de la Prueba de DAS- ELISA permite verificar la presencia de virus, los virus Y, X, APLV, APMV y S presentes solos o combinados en la planta, en alguna medida inciden negativamente en el rendimiento de papa.

Los rendimientos están en cierta forma influenciados por la presencia o ausencia de complejos virales, y de la susceptibilidad de la accesión o variedad de papa.

Referencias citadas

DELAWERE Y PONTIAC, F. THEODOLUZ ET AL S/A (Am. Pot. 66: 449 - 459. 1992).

FERNANDEZ, E. 1991. ¨ Revista Latinoamericana de la papa. 4: 1 – 21

GANDARILLAS, A. Y ORTUÑO, N. 2009. ¨Compendio de Enfermedades, Insectos, Nemátodos y Factores Abióticos que Afectan el Cultivo de la Papa en Bolivia¨. Fundación PROINPA. Cochabamba – Bolivia.

GIL RAMIREZ, J. F.; CORTES TORRES, J. M.; MARIN MONTOYA, M. 2012. Detección y caracterización molecular del Virus X de la (PVX) en regiones productoras de papa de Colombia. Revista Protección Vegetal. Vol 27 N° 2 p 69-76.

KACHMAN, S. 2000. An introduction to generalized linear mixed models. Department of Biometry, University of Nebraska–Lincoln. 15 p. http://statistics.unl.edu/faculty/steve/glmm/paper.pdf

MONTGOMERY, D. 2003. Diseño y análisis de experimentos. Trad. Rodolfo Piña García. Limusa Wiley México DF 686p.

SALAZAR, LUIS. 1995. Los virus de la papa y su control. Centro Internacional de la Papa. ISBN 92-9060-176-0. Lima Perú. 226 p.

SAS INSTITUTE INC. (2014). Documentation for SAS v9.2. www.sas.com

STEEL R.; TORRIE, J. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill, México DF. 621 p.

EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO VEGETATIVO DE ECOTIPOS Y VARIEDADES DE MANÍ (*Arachis hypogaea* L.), EN CONDICIONES DE MANEJO AGROECOLÓGICO

Iverth Cabrera C.1 & Heriberto Reynoso M.1
1Proyecto BEISA-3. Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca.
E-mail: ivercito_90@hotmail.com, hery_reynoso@hotmail.com

Resumen

Se estudió el crecimiento vegetativo de 10 ecotipos y variedades de maní con la inoculación de *Rhizobium*, en las parcelas demostrativas de las comunidades de San Pedro del Zapallar que se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas: 19º47'30" Latitud sud y 64º09'15" Longitud oeste a 1450 msnm y Azero Norte que se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas 19º34´06,3" S y 63º59´25,3" W, a 950 msnm, en el Municipio Monteagudo, Chuquisaca. Se evaluaron algunas características agronómicas representadas por variables como el porcentaje de germinación, crecimiento longitudinal en altura**,** área foliar**,** presencia de enfermedades**,** biomasa (kg/ha) y número de nódulos por planta**.** El crecimiento longitudinal de los ecotipos y variedades correspondió a curvas con patrón mayormente sigmoidales con respecto al tiempo, excepto en las que tuvieron crecimiento de tipo rastrero. En ambas comunidades el mayor crecimiento en longitud lo presentaron el Colorado Iboperenda, Colorado de Bartolo y Guaraní 2010. En la comunidad Zapallar el Colorado Bartolo, Colorado Iboperenda, Coloradito Chiquitano, presentaron los mejores promedios respecto a la variable biomasa; para; en la comunidad de Azero Norte, los tratamientos Colorado de Bartolo, Colorado Chiquitano y Colorado Iboperenda Bayo Gigante y Coloradito del Ingre presentaron mayor valor. Altas densidades de nodulación de *Rhizobium* en los ecotipos y variedades de maní rastreras favorecen el crecimiento por planta, y por unidad de superficie que incrementan significativamente la biomasa foliar.

Palabras claves: *biomasa, crecimiento vegetativo, Rhizobium, variables.*

Introducción

El maní es una leguminosa que se cultiva obteniendo con altos requerimientos de Nitrógeno (N), tanto del suelo como de la fijación biológica de nitrógeno (FBN). La bibliografía refiere que realizar los cultivos en suelos en su generalidad arenosos, con bajos contenidos de materia orgánica, la oferta de nitrógeno del suelo es escasa, resultando de relevancia los aportes por fijación simbiótica (Baliña & Díaz-Zorita 2006).

Los suelos que son destinados para la producción de maní en las comunidades de Azero Norte y El Zapallar, presentan bajos niveles de N, P, K, clasificados texturalmente como suelos arenosos a franco-arenosos (Coronado 2014). Generalmente, la producción de maní en la región se lleva a cabo en áreas cultivables ubicadas en su mayoría en terrenos de ladera donde las condiciones de baja fertilidad son factores abióticos que disminuyen el rendimiento de manera significativa. A esto se suma el bajo nivel tecnológico de los pequeños agricultores, debido a la escasa disponibilidad de recursos para la implementación de prácticas de manejo como de fertilización y riego, teniendo como resultado disminuciones en la producción y rentabilidad del cultivo. Bajo estas condiciones y la tecnología aun tradicional, los rendimientos del cultivo de maní oscilan en un promedio de 28 a 35 qq/ha (comunicación personal, Reynoso 2014).

Por otro lado, dentro de un campo de cultivo con manejo agronómico homogéneo, la variabilidad de las propiedades químicas, biológicas y físicas del suelo usualmente conducen a diferencias en el crecimiento y desarrollo de las plantas, y por ende en el rendimiento del cultivo (Rodríguez & Gonzáles 2088). Varios autores definen el crecimiento de un cultivo como un incremento irreversible en tamaño de la planta, a través del aumento en el número y tamaño de las células, el cual puede ser apreciado

mediante mediciones de masa, longitud, altura, área superficial o volumen (Salisbury & Ross 1994).

Es así que mediante este trabajo de investigación se identificó ecotipos y variedades de maní con alta respuesta en el crecimiento vegetativo a la inoculación con *Rhizobium* bajo condiciones de manejo agroecológico. Este análisis de crecimiento se espera que contribuya a establecer con mayor grado de precisión las características agronómicas sobresalientes, de acuerdo a los resultados obtenidos.

Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación fue establecido en dos comunidades del PN ANMI Serranía del Iñao, pertenecientes al municipio de Monteagudo como: 1) la comunidad de Azero Norte, distante a 96 km y 2) comunidad de El Zapallar distante a 5 km de Monteagudo.

La investigación se realizó en el periodo 2013-2014, en parcelas ubicadas en un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 4 repeticiones y con 10 tratamientos: ecotipos y variedades de maní, según se muestra en el tabla 1.

Tabla 1. Tratamientos en estudio (Ecotipos y variedades de maní), gestión 2013-2014

Ecotipo/Variedad	Origen
Colorado de Bartolo	Bartolo -Monteagudo
AN – 1355	ANAPO – Santa Cruz
Bayo Gigante	Yacuiba - Tarija
Coloradito Chiquitano	Santa Cruz
Coloradito del Ingre	Rosario del Ingre-Huacareta
AN – 1890	ANAPO – Santa Cruz
L – 1288	ANAPO – Santa Cruz
Guaraní – 2010	Monteagudo
Colorado Iboperenda	Iboperenda-Muyupampa
Overo Bola	Lagunillas-Santa Cruz

Fuente: Información primaria obtenida de E. Blanco y H. Reynoso (2014).

Las variables agronómicas evaluadas en el trabajo de investigación, en los dos ambientes donde se establecieron los ensayos experimentales, fueron: a) Etapas de crecimiento del cultivo, b) Porcentaje de germinación, c) Habito de crecimiento, d) Altura de planta, e) Área foliar, f) Presencia de enfermedades, g) Biomasa (kg/ha), h) Número de nódulos por planta.

En los análisis de estadística descriptiva realizados, se avanzó en la elaboración de varios gráficos de dispersión para mostrar la correlación entre variables cuantitativas evaluadas. Estos primeros avances se muestran en los resultados.

Aplicación del inoculante

Se realizó la inoculación de los ecotipos y variedades de maní tomando en cuenta los siguientes pasos:

Se pesó las semillas de maní para conocer la cantidad de inoculante a utilizar en la preparación sabiendo que 250 g de inoculante se aplica para 50 g de semilla de maní.

En un recipiente limpio se preparó el inoculante, tomando en cuenta que 250 g de inoculante es para ¼ litro de agua.

Una vez preparado el inoculante se mezcló uniformemente con las semillas de maní.

Se dejó secar en la sombra, lo más antes posible, una vez seco se realizó la respectiva siembra.

Resultados y discusión

De acuerdo a los datos de tabla 2, que corresponden a la comunidad Zapallar, se puede observar los resultados del análisis de varianza, existió diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos de altura de planta, los ecotipos Colorado Iboperenda, Colorado de Bartolo y Guaraní 2010 alcanzaron mayor altura, y los tratamientos Colorado de Bartolo, Colorado Iboperenda, Coloradito Chiquitano, presentaron los mejores promedios respecto a cantidad de biomasa. Estos resultados son comparables con lo afirmado por Micheli et al. (2010) quien en un estudio sobre el efecto de la inoculación con bacterias PGPRS (*Azospirillum brasilense*) en el cultivo de maní, se indica que produce un incremento en el desarrollo vegetativo de hasta un 45%.

Para la variable agronómica de población nodular los tratamientos Colorado Chiquitano, Bayo Gigante y Coloradito presentaron los mayores promedios. En función a lo enunciado,

podemos indicar que las pruebas muestran diferencias significativas entre los tratamientos en estudio con la aplicación de la inoculación de la semilla, respecto a las variables evaluadas en la comunidad de El Zapallar

Tabla 2. Datos promedio de 10 ecotipos de maní con inoculación de la semilla con *Rhizobium*, localidad Zapallar (Gestión agrícola 2013-2014)

Tratamiento	Características Agronómicas de los ecotipos y variedades de maní				
	% de germinación	Altura de planta (cm)	Área foliar (cm2)	Biomasa (Kg/ha)	Población nodular (promedio ud/planta)
Colorado de Bartolo	82	31,67	40,22	6664,55	328,8
AN - 1355	41	12,6	44,47	2157,57	256,3
Guaraní 2010	30	31,34	45,17	3541,69	331,5
Colorado Iboperenda	77	32,3	36,17	6483,23	266,0
Bayo Gigante	63	15,77	58,1	5037,50	518,3
Coloradito Chiquitano	63	15,4	58,82	5150,62	536,9
Coloradito del Ingre	81	15,42	52,32	4802,79	409,6
AN - 1890	76	14,27	43,4	2778,22	258,5
Overo Bola	35	31,3	50,22	3397,24	243,3
L - 1288	45	17,6	46,05	2772,73	219,9

En la comunidad de Azero Norte, resulto similar para la variable altura de plantas, y en cuanto a cantidad de biomasa (kg/ha) los tratamientos Colorado de Bartolo, Colorado Chiquitano y Colorado Iboperenda, presentaron los mejores promedios. Para la variable agronómica población nodular los tratamientos Colorado Chiquitano, Coloradito del Ingre, Bayo Gigante, presentaron los mayores promedios. Por lo cual, se ha verificado que existen diferencias significativas entre los tratamientos en estudio, respecto a las variables evaluadas en la comunidad de Azero Norte, además podemos indicar que las variedades de habito de crecimiento semirastrero, demuestran tener mejor respuesta a la inoculación de la semilla.

Tabla 3. Datos promedio de 13 ecotipos de maní del estudio de inoculación de semilla con *Rhizobium* sp., localidad Azero Norte (Gestión agrícola 2013-2014)

Tratamiento	Características Agronómicas de los ecotipos y variedades de maní				
	% de germinación	Altura de planta (cm)	Área foliar (cm2)	Biomasa (Kg/ha)	Población nodular (promedio ud/planta)
Colorado de Bartolo	75	34,97	50,1	8261,76	322,2
AN - 1355	51	19,45	60,28	6862,58	345,3
Guaraní 2010	36	34,37	57,85	4839,71	282,8
Colorado Iboperenda	65	36,1	51,4	7745,81	309,8
Bayo Gigante	53	20,78	63,95	7610,02	432,2
Coloradito Chiquitano	64	19,8	68,73	7880,16	483,6
Coloradito del Ingre	57	18,98	64,58	7123,72	448,6
AN - 1890	58	19,32	60,55	6651,24	337,2
Overo Bola	35	33,72	58,58	7379,58	270,9
L - 1288	42	19,45	52,75	6466,3	356,2

Los resultados observados en este estudio, permiten proporcionar información en condiciones locales de manejo agroecológico que el uso de inoculantes en las explotaciones maniseras, es beneficioso, como parte de un conjunto de diferentes prácticas tendientes a mantener una agricultura sustentable

Conclusiones

Bajo las condiciones de producción (suelo, clima, manejo) de los dos sitios experimentales del Municipio de Monteagudo, Chuquisaca, las características morfo agronómicas de altura de planta de los ecotipos y variedades de maní inoculadas con bacterias nitrificantes (*Rhizobium*), presentaron diferencias significativas.

Se observó el efecto significativo de la inoculación de semillas de maní con bacterias nitrificantes, incrementaron la cantidad de biomasa y la población nodular en cada uno de los tratamientos (ecotipos/variedades de maní) en estudio.

Referencias citadas

Baliña R.M., & M. Díaz-Zorita. 2006. CONICET-Fauba aportes de la inoculación en cultivos de maní: resumen de 5 años de Evaluaciones. Investigación y desarrollo, Nitragin Argentina S.A. - desarrollo@nitragin.com.ar.

Coronado, V. 2014. Condiciones de los suelos en una cronosecuencia de bosques móntanos secundarios en la comunidad Zapallar. Perfil de Tesis de Maestría. BEISA 3. Universidad Nacional de La Pampa- Argentina.

Micheli, H., S. Díaz, & C. Olmedo. 2010. Efecto de la Inoculación con Bacterias PGPRS (*Azospirillum brasilense*) en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea*), UNRC – Santa Fe-Argentina.

Pedelini, R. 2008. Maní - Guía para su cultivo, INTA-Argentina.

Reynoso, H. 2014. Comunicación personal. Cultivo Maní Monteagudo.

Rodríguez, J., A.M. González, F.R. Leiva y L. Guerrero. 2008. Fertilización por sitio específico en un cultivo de maíz (Zea mays L.) en la Sabana de Bogotá. Agronomía Colombiana 26(2): 308-321.

Salisbury, F.B. y C.W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Grupo Editorial Iberoamérica. México. 759 p.

Thuar, A., & G. Bonvillani. 2010. Inoculación de Semillas de Maní, en el Departamento Rio Cuarto, Córdoba, Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Rio Cuarto. Argentina.

FACTORES QUE INFLUYEN EN LA GESTIÓN LOCAL DE LA CONSERVACIÓN DE LA DIVERSIDAD ARRACACHA (*Arracacia xanthorrhiza Bancroft)* EN LOS PRINCIPALES CENTROS DE DIVERSIFICACIÓN DEL CULTIVO EN BOLIVIA

Rhimer Gonzales, Franz Terrazas, Ximena Cadima
Fundación PROINPA, Casilla 4285, Cochabamba - Bolivia
E-mail: r.gonzales@proinpa.org

Resumen

Con el objetivo de conocer la diversidad de arracacha cultivada en el país, así como los factores que determinan su gestión local dentro los agroecosistemas tradicionales, se han identificado centros de diversidad del cultivo en Bolivia en base a exploraciones y estudios efectuados por Cárdenas (1960), Rea (1993 y 1996), PROINPA (2002 y 2005) y la prospección de ferias agrícolas regionales. Los datos cuantitativos de las zonas de estudio fueron obtenidos a través de entrevistas, y los cualitativos por medio de diálogos, observación participante, desarrollo de calendarios y transectos parcelarios; esta información fue analizada con estadística descriptiva y multivariante. De esta forma se han identificado ocho cultivares de arracacha en los Yungas de Cochabamba y 3 en los valles cerrados de La Paz, manejados bajo diferentes arreglos de sistemas de policultivos (franjas e intercalados) que permiten la intensificación y diversificación de cultivos en dimensión temporal y espacial; también se han identificado y descrito cinco factores locales que influyen en su conservación *in situ*: 1.- El tiempo de manejo del cultivo, 2.- La fuente y medios para la obtención de semilla, 3.- Las épocas de siembra y cosecha, 4.- Las plagas y enfermedades que la dañan y 5.- Los destinos de producción y formas consumo.

Palabras clave: *Arracacha, conservación in situ, centros de diversidad.*

Introducción

La arracacha (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) es la única umbelífera domesticada en América del Sur, todavía limitada a este continente en su distribución (Hermann & Heller 1997). Evidencias arqueológicas, linguísticas y la presencia de parientes silvestres en la región andina, remonta el cultivo de arracacha a la época de aparición de los primeros vestigios de asentamientos humanos en América (Seminario 2004), desde entonces, los agricultores andinos han desarrollado características particulares de manejo de esta especie y la han adaptado a diferentes condiciones agroecológicas de los andes bolivianos.

Para las familias de agricultores que viven en los Valles cerrados y Yungas del departamento de La Paz, y el Subtrópico (Yungas) de Cochabamba, la arracacha es considerada importante para la alimentación y la generación de recursos económicos adicionales (Terrazas 2004), no obstante, se cuenta con poca información con relación a su diversidad y los factores que determinan su gestión dentro los agroecosistemas tradicionales. El presente estudio pretende aportar información en este aspecto.

Materiales y métodos

El área de estudio comprendió comunidades agrícolas de las provincias Muñecas y Larecaja de La Paz y los Yungas del municipio de Colomi en Cochabamba, en base a exploraciones y estudios efectuados por Cárdenas en la década de 1960 (Cárdenas 1989), y las investigaciones realizadas por Rea entre 1993 y 1996 (Rea 2004), además de las investigaciones realizadas por la Fundación PROINPA entre 2002 y 2005. En base a esta información y la prospección de ferias agrícolas (Mercado Rodríguez en La Paz y Colomi en Cochabamba) se determinaron centros de diversidad de arracacha en el país (Cuadro 1).

Cuadro 1. Centros de diversificación del cultivo de arracacha en Bolivia

Departamento	Provincia/Municipio-cantón	Localidad	Ecoregión/zona agroecológica	Idiomas
La Paz	Muñecas/Ayata y Chuma	Ayata, Wayra Pata, Titicamuri, Chuata, Lurisani-Tupawaya, Lukisani, Chuma, Lari Pata, Jornoni, Ticamuri	Altoandina de la Cordillera Oriental/ Valles cerrados	Aymara, Qhechua y Español
	Larecaja/Sorata	Viacha, Kotani-Pukarani, Koliwaya, Parque Kolani.		
Cochabamba	Chapare/Colomi-San José	Locotal, Santa Isabel, Miguelito, San José.	Yungas/Yungas	Qhechua y Español
	Chapare/Colomi-Tablas Monte	Musuj Llajta, Tablas Monte, Chulumani, Rio Negro.		

Fuente: Modificado de Cárdenas (1989), Rea (2004) y Fundación PROINPA (2007).
Clasificación de ecorregiones según Ibisch & Mérida (2003) y zonas agroecologías según Montes de Oca (1997)

Para obtener la información cuantitativa, se han realizado 37 entrevistas a agricultores (hombres y mujeres) de 30 a 70 años de edad de los centros de diversificación de arracacha de Cochabamba y La Paz, mientras que la cualitativa se obtuvo por medio de diálogos con informantes clave (dirigentes o agricultores por comunidad), observación participante, desarrollo de calendarios y 25 transectos parcelarios. La elaboración de la estadística descriptiva y multivariante, fue efectuada en base a los software: Excel ®, XLSTAT® y STATISTICA 6.0, y analizados por el método Factorial de Correspondencias Múltiples (Escofier *et al*., 1992; Hidalgo *et al.* 2003). Para el análisis de los sistemas de cultivo se usó la clasificación de agroecosistemas propuesto por Gliessman (2002).

En este documento se entiende como "morfotipo" a las plantas agámicas o de reproducción vegetativa como la arracacha, y es usado para diferenciar poblaciones e individuos (Sevilla 2004; Arbizu 2004), y se usa como equivalente al término cultivar (*land races*) definido como variedades nativas utilizadas tradicionalmente por los productores agrícolas de una zona específica manteniendo su denominación tradicional (Torres 2004; Sevilla 2004).

Resultados y discusión

Diversidad de arracacha en La Paz y Cochabamba

En los Valles cerrados de La Paz, la arracacha es denominada Lak´achu (Aymara), Racachu, Racacha (Quechua) y Arracacha (Español), mientras que en los Yungas de Cochabamba se la conoce como Racachi o Arracachi (Quechua) y Arracacha (Español).

Los agricultores de las comunidades productoras de los Yungas de Cochabamba distinguen la diversidad de arracacha en base al color de la raíz reservante y la morfología de las hojas, y reconocen los cultivares K'ellu - amarillo (Mayca Monte), K´ellu kulli (Tablas Monte), K´ellu (San José), Yuracj (San José y Tablas Monte), Jatun yurac (San José y Tablas Monte), Qoyllu - Moqo kulli (San José y Tablas Monte), Kulli – Qoyllu (San José y Tablas Monte) y Zanahoria (San José). Dentro de cada cultivar se puede encontrar una diversidad más amplia definida por características distintivas de forma y color externo de la raíz reservante y el color de la médula y/o anillo vascular, esta diversidad ha sido también identificada por la Fundación PROINPA (2007).

Los principales cultivares de arracacha en los valles cerrados de La Paz son K´ellu o K´illu (amarillo) o amarillo postre, Jankj´o o Yuracj (blanco), Kulli (púrpura) y morado. Esta misma diversidad fue reportada por Cárdenas (1989) y Rea (2004). Según el análisis de correspondencias múltiples, en términos de presencia de diversidad de arracacha dentro las parcelas de producción familiar, los cultivares Qoyllu y K´ulli se encuentran con más frecuencia en el Subtrópico de Cochabamba, y los cultivares Morado y K´ellu (amarillo) en los Valles cerrados de La Paz. Mientras que en términos de dispersión geográfica y de superficie de cultivo, los cultivares Yuracj (blanco) y Kellu predominan en ambas zonas de producción.

Sistemas tradicionales de cultivo de arracacha

El cultivo de la arracacha es manejado bajo sistemas de policultivos en huertos (jardines

familiares) y parcelas de producción, localmente denominado "canchón o parcela" (500 a 2500 m^2) en los valles cerrados de La Paz, y "chaco" (1000 a 5000 m^2) en los Yungas de Cochabamba, asociadas a otros cultivos.

En los valles cerrados de La Paz, la arracacha es usada como componente de manejo del suelo y el agua de riego disminuyendo la erosión hídrica en un contexto de agricultura de ladera, donde el cultivo principal es la papa o el maíz, mientras que en los yungas de Cochabamba es plantada principalmente como bordura y/o en franjas como cultivo secundario, en esta región, recientemente se están implantando parcelas de monocultivo.

En las zonas de estudio, los sistemas de policultivos de arracacha se clasifican en: **a)** cultivos intercalados (6 en Cochabamba y 3 en La Paz) y **b)** cultivos en franjas (1 en Cochabamba y 2 en La Paz) (Figura 1). Los cultivos intercalados permiten la intensificación y diversificación de cultivos en dimensión de tiempo y espacio, incrementa la diversidad temporal mediante siembras secuenciales de diferentes cultivos durante la misma estación, y la presencia de más de un cultivo agrega diversidad vertical, horizontal, estructural y funcional al sistema. Los cultivos en franjas, crea lo que se puede denominar un policultivo de monocultivos, es un método práctico para aumentar la diversidad, y presenta menos retos para su manejo en comparación de los cultivos intercalados (Gliessman, 2002).

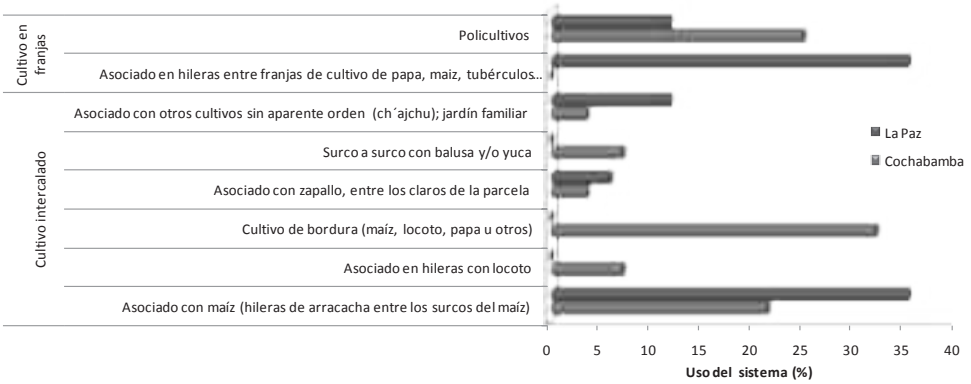


Figura 1. *Sistemas de policultivos de arracacha en los Valles cerrados de La Paz y los Yungas de Cochabamba*

Factores que intervienen en la conservación *in situ* de la arracacha, en zonas de diversificación del cultivo en Cochabamba y La Paz

Durante el proceso de siembra, manejo, cosecha y uso de los cultivos, los agricultores toman decisiones que afectan la diversidad genética de las poblaciones cultivadas (Jarvis *et al.* 2000, Baena *et al.* 2003) estas decisiones están asociadas a un conjunto complejo de factores ambientales y socioeconómicos. Con relación a la gestión de la diversidad local de la diversidad de arracacha, se han identificado 5 factores que inciden en la conservación *in situ* de los diferentes cultivares tanto en los Yungas de Cochabamba, como en los Valles cerrados de La Paz, estos son:

1.- El tiempo de manejo del cultivo - (conocimiento y herencia ancestral).

2.- La fuente y medios para la obtención de semilla - (relaciones socioculturales).

3.- Las épocas de siembra y cosecha – (conocimiento del medioambiente y clima).

4.- Las plagas y enfermedades que dañan el cultivo – (conocimiento de manejo del cultivo).

5.- Los destinos de producción y formas consumo – (conocimiento socioeconómico).

Tiempo de manejo del cultivo – conocimiento y herencia ancestral

Tanto en los Yungas de Cochabamba como en los Valles de La Paz, los agricultores manejan la semilla y la diversidad de cultivos en torno a relaciones y vínculos sociales que son la base para la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad, donde la conservación de la diversidad de arracacha está vinculada a las tradiciones familiares, como parte de una forma de vida en las regiones donde se la cultiva. El 82 % de los productores de arracacha de los Valles cerrados de La Paz remontan el manejo del cultivo desde la época de sus abuelos (más de 50 años), y solo 18% hace 30 años, mientras que en los Yungas de Cochabamba el 48% remontan el cultivo hasta sus abuelos y 52% los últimos 30 años. Esta evidencia demuestra que

en los valles de La Paz, la arracacha es usado como parte de la diversificación alimentaria familiar tradicional desde hace más de 50 años, mientras en Cochabamba se trata de un cultivo en pleno proceso de expansión, que ha tomado importancia económica por la demanda de comerciantes rescatistas paceños (sobre todo por el cultivar "K´ellu o amarilla").

Los agricultores tienen como principales incentivos para conservar la diversidad de arracacha a: 1) el aprecio al cultivo y la diversidad, 2) la posibilidad de asociarla en policultivo y 3) la valoración del sabor de esta raíz, sobre todo por las mujeres y personas adultas. Según Rea (2004), el "cariño o aprecio" determina la sostenibilidad de la conservación de los cultivos o variedades nativas poco comerciales.

Fuentes y medios para la obtención de semilla (propágulos) – relaciones socioculturales

La principal **fuente de obtención de semilla** de arracacha por los productores de las regiones de Yungas de Cochabamba y los Valles Cerrados de La Paz es la propia parcela, en proporciones del 50 y 69% respectivamente. Al respecto, no existe disponibilidad de semilla de arracacha en el sistema formal de producción según el Registro Nacional de Variedades (INIAF, 2013). Complementariamente, los agricultores de los Yungas de Cochabamba también obtienen semilla de arracacha de familiares (17%) y vecinos (30%) en la misma comunidad, que son fuentes a los que no recurren en La Paz. En ambas zonas de producción, las relaciones de amistad (3% en Cochabamba y 8% en La Paz) son importantes. En los valles de La Paz, los vínculos entre comunidades vecinas son fundamentales para la obtención (fuente) de semilla de arracacha (23%), y no así en Cochabamba (0%), esto fortalece el flujo de renovación y conservación de cultivares nativos entre comunidades como parte de la estrategia de mantenimiento del vigor y productividad del cultivo.

Mediante análisis de frecuencias y correspondencias múltiples, se encontró que los principales **medios de obtención de semilla** de arracacha en Cochabamba son en orden de preferencia: el regalo (53%), la compra (20%) de amigos, familiares y/o vecinos, el recojo de semilla de las parcelas de producción (13%) y el intercambio o trueque (13%), mientras que en La Paz, los medios de obtención de semilla son: el recojo de semilla de sus propias parcelas de cultivo(75%) y la compra (25%) de amigos de comunidades vecinas.

Épocas de siembra y cosecha (conocimiento local del medio ambiente y clima)

En la zona de Yungas de Cochabamba se pueden realizar siembras de arracacha y otros cultivos durante gran parte del año (de junio a diciembre), lo que posibilita la obtención de cosechas escalonadas asegurando el abastecimiento continuo del producto para el consumo familiar y el mercado, así como la posibilidad de contar constantemente con semilla, en esta región se distinguen tres épocas de siembra: *Jatun tarpuy* (siembra grande) de agosto a noviembre, K´epa tarpuy (siembra retrasada) de diciembre a marzo y Misk´a (siembra temprana) entre abril a julio. En los valles de la Paz, las siembras se concentran en dos épocas: a) de junio a septiembre, y b) de enero a mayo, ambos periodos están muy relacionados con la siembra de maíz y papa, con los que es asociada.

La cosecha de la arracacha en las zonas de producción de Cochabamba es realizada de 6 a 8 meses después de la siembra, en cambio, en los valles cerrados de La Paz las cosechas generalmente se realizan después de 10 a 12 meses. El ciclo más largo del cultivo de arracacha en los valles cerrados de La Paz se debe principalmente a las condiciones de temperatura y humedad más fría y seca, debido a la altitud y la ecoregion (2.700 a 3.300 msnm.), en contraposición de los Yungas de Cochabamba (1.400 a 2.300 msnm). Según Montaldo 1972, en la región tropical andina, la arracacha puede cosecharse a partir de los 6 meses de forma escalonada. Los indicadores de cosecha que usan los agricultores de las zonas productoras de Cochabamba y La Paz son: a) el amarillamiento del follaje basal de la planta, b) el ciclo del cultivo expresado en meses y c) la observación directa de la fijación de la piel y el desarrollo de las raíces. Torres 2002 y Dos Santos 2004, concuerdan con estos criterios e indican que la cosecha de las raíces de arracacha (dependiendo del clima) inicia después de 10 a 12 meses de sembrado el propágulo (semilla), y afirma que el mejor índice de maduración es el amarillamiento de las hojas. En las regiones de estudio, los agricultores más experimentados identifican la

época de cosecha antes del amarillamiento de las hojas, basándose en el abultamiento de tierra en la parte basal de la planta que provocan las raíces cuando están desarrolladas.

Las plagas y enfermedades - (conocimiento del manejo del cultivo)

Un 28% de los productores entrevistados en los Yungas de Cochabamba y 47% en valles los cerrados de La Paz y expresan que la arracacha no es afectada por plagas ni enfermedades que causen daños de consideración, lo que evidencia la rusticidad y adaptación del cultivo a diferentes condiciones agroecológicas y de manejo, características que hacen posible que la arracacha se cultive bajo un sistema de producción agroecológico.

Sin embargo, los animales silvestres pueden ocasionar pérdidas considerables en la producción y semilla, de los cuales, el ñupu[3] - j´ochi pintado (Cochabamba) y conejo de monte (La Paz) es considerado como la principal plaga que por el 47 y 13% de los entrevistados respectivamente. Los daños causados por insectos de diferentes especies y pulgones (que ocasionan lesiones a nivel de la raíz y corona) es importante para el 7 y 13% de los entrevistados en los Yungas de Cochabamba y los Valles cerrados de La Paz, del mismo modo que los roedores como la ardilla (2%) y la rata de campo (Tojo) en Cochabamba (2%), y solo este último en La Paz (7%). Las pudriciones de raíces y corona han sido identificadas por el 14% de los productores en Cochabamba y el 7% en La Paz.

El control de plagas y enfermedades de la arracacha solo es realizado en las zonas productoras de La Paz (13%) mediante la aplicación de fungicidas e insecticidas de forma paralela al control de plagas del cultivo principal (papa y maíz), mientras que en sistemas de parcelas o canchones de producción familiares no se realiza ningún control. En el Subtrópico (Yungas) de Cochabamba, los agricultores no realizan ningún tipo de control de plagas y enfermedades debido a que no se presentan o el daño es considerado aceptable. Tapia *et al.* (2007) indica que el cultivo de arracacha no presenta plagas ni enfermedades importantes, y sostiene que la rotación de cultivos es primordial para evitar factores adversos, se ha detectado el ataque ocasional de insectos que atacan a las raíces, principalmente áfidos, bacterias (*Erwinia* spp.), hongos (*Esclerotinia* spp.*, Fusarium* spp.*, Septoria* spp.) y nematodos (*Meloidogyne* spp.).

Destinos de producción y formas de consumo – (conocimiento socioeconómico)

El principal destino de la producción de la arracacha en los Yungas de Cochabamba es el autoconsumo (76 %), la venta (21%) y el intercambio - trueque (3%). En las zonas productoras de La Paz la venta es el principal destino (91 %), seguido del autoconsumo (9%), en esta región, la demanda comercial de la arracacha es alta, principalmente para su uso culinario en eventos sociales.

La preferencia del consumidor de un cultivar específico provoca el abandono del cultivo de variedades tradicionales, en este caso, la demanda del cultivar amarillo – llamado también postre - es fuerte en los mercados de la ciudad de La Paz, e influye en el incremento de la superficie cultivada con este morfotipo en el sub trópico de Colomi, en detrimento de otros. Las principales formas de consumo de la arracacha en los Valles cerrados de La Paz son en orden de importancia: arracacha acompañada con carne de lechón o conejo cuy (40%), sancochada (28%) - (pelada y hervida igual que la papa), en almuerzo (12%) - (sopa), en segundos (8%), frito (4%), en huayk´u (4%) - (sancochado sin pelar), y en wayk´ani (4%) - (arracacha picada + papalisa y carne vacuna). En las comunidades de los Yungas Cochabamba, se consume en: Sámay[4] (32%), wayk´u[5] (12%), bisté[6] (12%), segundos (1%), almuerzo[7] (34%), al horno (1%), phuti[8] (4%), wathi´a (1%) y arracacha con ají (1%). El orden de estas preferencias de consumo fue confirmado mediante el análisis de correspondencia múltiple.

El número de cultivares de arracacha que los agricultores manejan y las formas de preparación para la alimentación que conocen está relacionado con la antigüedad de manejo del cultivo y la edad, productores que han cultivado

3 Cuniculus paca

4 Merienda o "segundo" que lleva consigo el agricultor a la parcela donde trabaja.

5 Sancochado.

6 Raíz de arracacha raspada -para quitarle al piel-, cortada en rodajas y frita en aceite, con sal a gusto.

7 Usado como ingrediente de las sopas.

8 Mezcla con guiso de huevo y/o maní.

arracacha entre 31 a 50 años conocen hasta 6 usos diferentes, 4 los que manejan el cultivo entre 31 y 30 años, y 2 usos los que la cultivan recientemente.

Conclusiones

Los Yungas de Cochabamba es el principal centro de diversificación de la especie en Bolivia, al encontrarse una mayor diversidad de cultivares de arracacha con relación de los valles cerrados de La Paz.

La pérdida de conocimiento sobre las formas de uso en la alimentación familiar y la demanda de variedades especificas por los consumidores de las zonas urbanas, (principalmente de La Paz) es la principal amenaza para la gestión local de la conservación de la diversidad de arracacha.

Agricultores que conviven más años con el cultivo de arracacha, aprenden y/o adoptan más formas de uso de la especie.

La conservación familiar de la diversidad del cultivo de arracacha es susceptible al proceso dinámico de abandono - renovación, impulsado por factores internos al sistema de producción, la fisiología del cultivo (pérdida de su potencial de producción), la pérdida de la semilla por plagas (conejo de monte o ñupu), características culinarias y de preferencia del mercado por algunos cultivares.

Referencias citadas

Arbizu C. 2004. Estandarización de Descriptores de Oca; En: Seminario – Taller Nacional de Caracterización in situ - Conservación in situ de cultivos nativos y sus parientes silvestres Proyecto PER/98/G33. pp. 109-110.

Cárdenas M. 1989. Manual de Plantas Económicas de Bolivia. Los Amigos del Libro. Cochabamba, Bolivia.

Fundación PROINPA. 2007. Informe Técnico del proyecto Uso Sostenible de Raíces Andinas en Colomi – ACEPLO – F.PUMA, F. PROINPA, Cochabamba, Bolivia.

Hidalgo R., Franco T, (eds). 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia.

Jarvis D., Hodgkin T. 2000. Farmer decision making and genetic diversity: linking multidisciplinary research to implementation on-farm. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida, United States.

Rea J. 2004. Etnobotánica de la arracacha en Bolivia. En Seminario J. (ed.). Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) Nº. 6. CIP-COSUDE. Lima, Perú. pp. 251-259.

Seminario J. (ED.) 2004. Raíces Andinas: Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Serie: Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003) Nº. 6. Universidad Nacional de Cajamarca, CIP, Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación. Lima, Perú.

GERMOPLASMA DE CACAO (*Theobroma cacao* L.) DE LA REGIÓN DE ALTO BENI – LA PAZ

Maldonado Fuentes Casto[1]
Docente Investigador de cacao y café, Estación Experimental de Sapecho,
Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés.
Email. casmaf@gmail.com

Resumen

El cacao en estado silvestre tiene su origen en la América Tropical (Amazonia) y actualmente es cultivado en todas las regiones húmedas del mundo, en los trópicos de América, África y Asia, 20° al norte y sur del Ecuador. En la zona tropical del territorio boliviano uno de los lugares donde se cultiva cacao es la región del Alto Beni (norte del departamento de La Paz), que es donde se produce la mayor cantidad de cacao de toda Bolivia, esta producción se ve afectada por diferentes factores, lo que influye considerablemente en la baja productividad de este cultivo. Entre las más importantes se puede mencionar material genético no seleccionado e identificado, presencia de plagas, así como plantaciones de avanzada edad entre otras.

A través del presente estudio se realizó la identificación del valioso material genético de cacao concentrado en la región de el Alto Beni, principalmente en el germoplasma de la Estación Experimental de Sapecho, para ello se ha recurrido a información recopilada y documentación proveniente de otros países donde se cuenta con este material. Se identificó tres grupos, uno de material proveniente de una colección de cacao nacional, otro de cacao foráneo que se introdujo a Bolivia de diferentes países y finalmente una colección de cacao recolectado de parcelas de productores provenientes de la hibridación de los anteriores y que muestran un potencial productivo superior a la que se denomino como Selección Sapecho (SS).

Por otra parte la Fundación PIAF El Ceibo realizó por su parte también una colección de individuos sobresalientes denominada como Selección Local. Actualmente se conoce que el cacao varia su comportamiento de un lugar a otro por lo que se hace necesario su identificación y recomendar su multiplicación por sectores que reúnan condiciones ambientales similares.

Palabras clave: *Theobroma cacao L, Clasificación - Clon, germoplasma, cacao foráneo.*

Introducción

Estudios realizados indican que la colonización de las amazonas se da a partir del siglo XVII; en el siglo XVIII, las misiones religiosas promueven el uso y domesticación del cacao; proseguido de varios periodos de intensificación y abandono; en el siglo XIX, existe una transición hacia la decadencia del cacao silvestre (inicio del cultivo de cacao foráneo a gran escala en África).

El cacao se halla distribuido en Bolivia en los departamentos, Pando, Beni, Santa Cruz, Norte de La Paz y Cochabamba, en forma silvestre y genotipos introducidos y presenta tres regiones productoras de cacao, la más grande e importante es Alto Beni, en el departamento de La Paz, seguido del Chapare en Cochabamba y Baures en Beni.

Lamentablemente el rendimiento de las plantaciones de cacao se ve afectado por factores como: a) material genético no seleccionado e identificado; b) alta incidencia de plagas; c) manejo inadecuado de las plantaciones por falta de conocimientos técnicos; y d) plantaciones de avanzada edad (más de 30 años). Estos factores también se observan en la Estación Experimental de Sapecho (EES) que se constituye en uno de los mayores centros de conservación de material genético local, nacional e internacional, creada a inicios de la década del 60 y ubicada en la localidad de Sapecho, cuarta sección municipal de la provincia Sud Yungas departamento La Paz, actualmente es administrada por la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, con una superficie de 120 ha.

Por otra parte el Centro Experimental de El Ceibo, creado en la década de los 80, administrado por la Fundación PIAF El Ceibo, concentra un valioso material genético de cacao de diversa procedencia.

De ambas instituciones se ha liberado una gran cantidad de material vegetal a toda la región de Alto Beni y otras zonas de producción de este cultivo tanto a nivel departamental como nacional. Considerándose fundamentalmente el rendimiento cuyo detalle se presenta en el presente documento. En ese sentido se planteó la necesidad de identificar el material concentrado en la EES de diferente procedencia local, nacional e internacional.

Materiales y Métodos

Lugar

El estudio se realizó en la "Estación Experimental de Sapecho", dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Mayor de San Andrés, Ubicada en la región del Alto Beni, municipio de Palos Blancos distrito de Sapecho, situada a 270 km. de la ciudad de La Paz, a una altura de 450 m.s.n.m. desde la gestión agrícola 2010, continuándose la evaluación hasta la fecha (2014).

Resultados y discusión

El material genético se agrupa en tres:

a) Cacao foráneo

b) Cacao Selección Sapecho y Selección PIAF El Ceibo.

c) Cacao Nacional

Cuadro 1: Detalle de clones concentrados en la EES

N°	CLON	GRUPO	Nº	CLON	GRUPO
1	ICS-1	Foráneo	50	TSA-648	Foráneo
2	ICS-6	Foráneo	51	TSA-654	Foráneo
3	ICS-8	Foráneo	52	TSA-664	Foráneo
4	ICS-43	Foráneo	53	SS-1	Sel. Sapecho
5	ICS-60	Foráneo	54	SS-2	Sel. Sapecho
6	ICS-75	Foráneo	55	SS-3	Sel. Sapecho
7	ICS-95	Foráneo	56	SS-4	Sel. Sapecho
8	ICS-111	Foráneo	57	SS-5	Sel. Sapecho
9	ICS-126	Foráneo	58	SS-7	Sel. Sapecho
10	ICS-130	Foráneo	60	SS-8	Sel. Sapecho
11	ICS-138	Foráneo	59	SS-9	Sel. Sapecho
12	ICS-140	Foráneo	61	SS-10	Sel. Sapecho
13	SCA-6	Foráneo	62	SS-11	Sel. Sapecho
14	SCA-9	Foráneo	63	SS-12	Sel. Sapecho
15	SCA-12	Foráneo	64	SS-13	Sel. Sapecho
16	POUND-7	Foráneo	65	SS-14	Sel. Sapecho
17	POUND-12	Foráneo	66	SS-15	Sel. Sapecho
18	POUND-18	Foráneo	67	SS-17	Sel. Sapecho
19	Iquitos-1	Foráneo	68	SS-18	Sel. Sapecho
20	Iquitos-2	Foráneo	69	SS-26	Sel. Sapecho
21	Iquitos-4	Foráneo	70	SS-27	Sel. Sapecho
22	PA-46	Foráneo	71	SS-28	Sel. Sapecho
23	PA-107	Foráneo	72	SS-29	Sel. Sapecho
24	PA-120	Foráneo	73	SS-30	Sel. Sapecho
25	PA-121	Foráneo	74	SS.31	Sel. Sapecho
26	PA-150	Foráneo	75	SS-32	Sel. Sapecho
27	IMC-47	Foráneo	76	SS-33	Sel. Sapecho

28	IMC-67	Foráneo	77	SS-34	Sel. Sapecho
29	EET-19	Foráneo	78	SS-35	Sel. Sapecho
30	EET-96	Foráneo	79	SIC-5	Foráneo
31	EET-59	Foráneo	80	T-85/799	Foráneo
32	EET-400	Foráneo	81	LCTEEN- 46	Foráneo
33	Playa alta-2	Foráneo	82	BE-10	Foráneo
34	UF-273	Foráneo	83	MAN-15-2	Foráneo
35	UF-296	Foráneo	84	EQX-3360-3	Foráneo
36	UF-667	Foráneo	85	MO-20	Foráneo
37	UF-668	Foráneo	86	MXC-67	Foráneo
38	UF-676	Foráneo	87	AMAZ-15-15	Foráneo
39	TSH-538	Foráneo	88	EQX-27	Foráneo
40	TSH-565	Foráneo	89	SNK-413	Foráneo
41	TSH-581	Foráneo	90	APA-4-4	Foráneo
42	TSH-792	Foráneo	91	GU-255-P	Foráneo
43	TSH-923	Foráneo	92	IFC-5	Foráneo
44	TSH-1095	Foráneo	93	CATIE-1000	Foráneo
45	TSA-564	Foráneo	94	SGU-3	Foráneo
46	TSA-628	Foráneo	95	CCN-51	Foráneo
47	TSA-631	Foráneo	96	SPEC-54-1	Foráneo
48	TSA-644	Foráneo	97	LCTEEN-37-1	Foráneo
49	TSA-645	Foráneo	98	AMAZ-5-2	Foráneo

a) Cacao foráneo

Introducido al país en los últimos 50 años, de países como Trinidad y Tobago, Costa Rica, Ecuador, Peru, Centro de cuarentena de la Universidad de Reading (Reino Unido) entre otros. Los clones identificados con los números 1, 2, 3, 7, 8, 25, 28, 33, 36, 40, 42 y 54 son los que se recomiendan para su multiplicación en forma de plantines injertados principalmente por su buena productividad. Los clones 79 al 98 fueron introducidos el año 2002 de la Universidad de Reading, no habiéndose liberado hasta la fecha este material.

b) Selecciones Locales

En la actualidad existe una tendencia a nivel mundial en la búsqueda de selecciones clónales que permitan aumentar la producción con genotipos más uniformes. Búsqueda de clones con alto rendimiento, calidad de las almendras, resistencia a plagas; y plantas que puedan ser de fácil manejo para reducir costos de producción. En la región de Alto Beni la selección de genotipos sobresalientes empieza a partir de 1963 cuando se inicia la introducción de cacao mejorado a la zona con híbridos interclonales y clones de cacao injerto. Los individuos sobresalientes en la zona fueron seleccionados por presentar dos características principales: 1) alta productividad y 2) resistencia a algunas enfermedades. Se han identificado varios individuos sobresalientes especialmente en lo referente a productividad, y que también se están clonando por requerimiento de los productores. En la Estación Experimental de Sapecho, se cuenta con una colección de estos árboles seleccionados codificados con la sigla SS (Selección Sapecho), seguido de un número, es así que las primeras selecciones fueron SS-1; SS-2 y SS-3, continuándose actualmente en orden correlativo. En la parcela Nº 22 se concentran 35 selecciones (56 al 78 del Cuadro 1), recolectados de la región de Alto Beni por Mamani J. el año 2004.

c) Cacao nacional

July (2007), define como cacao nacional boliviano al germoplasma tradicionalmente cultivado en Bolivia desde la época colonial. En la EES se cuenta con una colección de 500 accesiones (CN) que fueron recolectadas de la Amazonia boliviana.

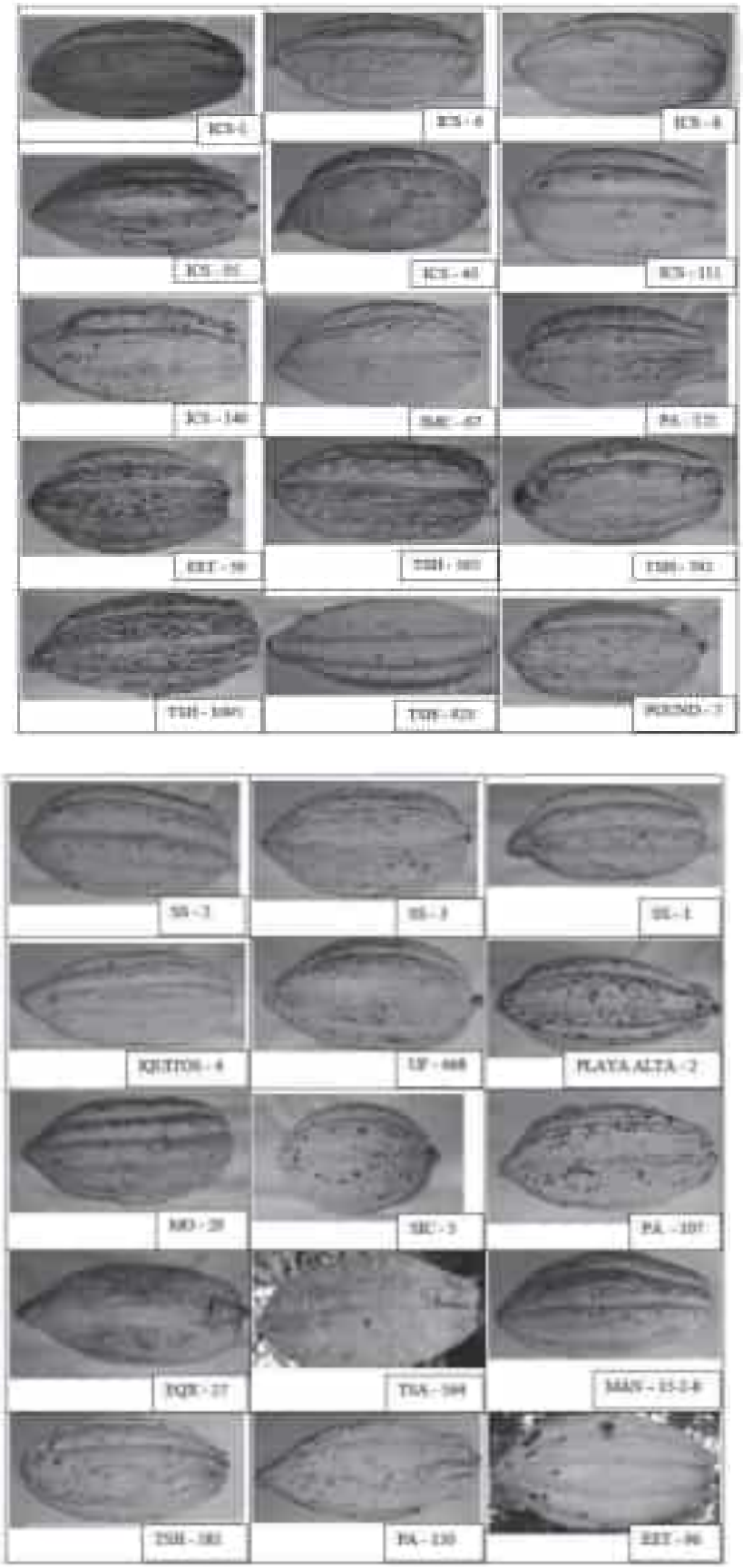


FIGURA 1: *Imagen de frutos de algunos clones de cacao concentrados en la EES.*

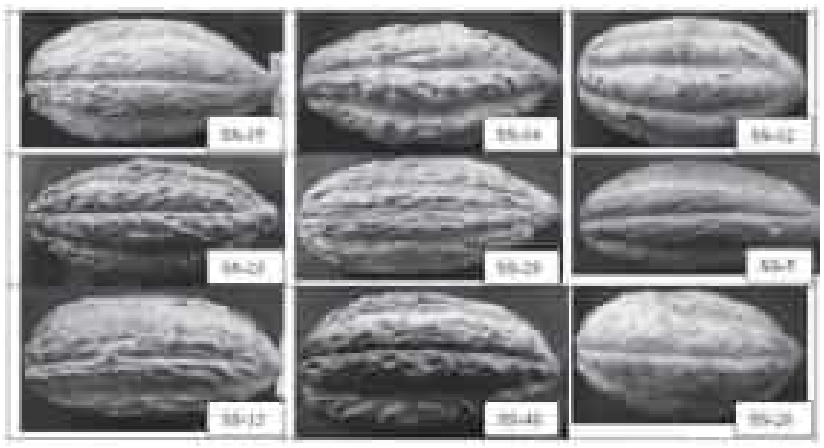


FIGURA 2: *Imagen de frutos de algunos clones de cacao concentrados en la EES de Cacao Selección Sapecho*



FIGURA 3: *Imagen de Cacao Nacional*

Conclusiones

En la Estación Experimental de Sapecho, se cuenta con una valiosa colección de estos árboles seleccionados, constituyéndose en una de las colecciones de germoplasmas más ricas de cacao a nivel nacional. En la actualidad se conoce que el comportamiento productivo del cacao está muy influenciado por el ambiente donde se desarrolla, por lo que es necesario trabajar en una clasificación por sectores debiéndose recomendar material genético especifico para cada lugar de producción.

Referencias citadas

JULI, W., 2009. Caracterización morfológica y molecular del Cacao Nacional Boliviano.

MAMANI, J. 2012; Caracterización de plantas superiores de caco híbrido (T*heobroma cacao L.*) con cualidades de alta productividad en Alto Beni – La Paz", trabajo dirigido Ing. Agronómica. Universidad Mayor de San Andrés, Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.

IDENTIFICACIÓN PLANTAS DE CUPUAZU (*Teobroma grandiflorum* Wild ex Spreng Schum) CON CARACTERISTICAS SOBRESALIENTES EN PRODUCTIVIDAD, RENDIMIENTOS DE PULPA Y SEMILLA EN EL NORTE AMAZONICO DE BOLIVIA

Fortunato Angola, Armelinda Zonta[2], Abrahan Janco[3]
Director Ejecutivo de IPHAE. [2] Responsable investigación IPHAE y Docente de la UAB[3] Estudiante graduado de la Carrera de Ingeniería Forestal – Universidad Autónoma del Beni

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo en el norte amazónico de Bolivia, con la finalidad de identificar plantas de cupuazú, *Teobroma grandiflorum (Wild ex Spreng)* Schum, con características sobresalientes respecto a las variables: producción de frutos sanos, rendimiento de pulpa y semilla para producción de manteca; además de poseer material genético para la implementación de nuevos sistemas agroforestales. Fueron evaluados 72 individuos con 10 años de producción en sistemas agroforestales de familias campesinas en municipios de Riberalta, Guayaramerín y Gonzalo Moreno. Para la selección de las plantas se consideraron 4 descriptores morfológicos y para la caracterización de los frutos se consideraron 8 variables, las cuales fueron base para el análisis estadístico. Cada planta fue codificada, seleccionado tres frutos con un tamaño promedio de toda la producción y que fisiológicamente maduros. Cada fruto recibió un código que permitió identificar el número del fruto, el árbol madre y la localización de la parcela agroforestal. Para establecer las diferencias estadísticas entre los individuos seleccionados las 8 variables fueron sometidas al análisis del conglomerado, K medias, que posibilitó agrupar las variables en función del parecido o similaridad existente entre ellas. Se determinó un número de 6 conglomerados y un número máximo de 15 interacciones. El análisis K medias, basado en el cálculo final de sus centros, determinó que los individuos de los conglomerados 6 y 4 presentan valores más elevados respecto a sus variables y consecuentemente respecto a los conglomerados restantes (Cuadro1). Así mismo el análisis identificó de modo individual a cada una de las plantas cuyos frutos presentaron características sobresalientes. Los resultados indican que existen 10 individuos en el grupo 6 y 27 en el grupo 4 (Cuadro2). La matriz conformada por todas las variables consideradas (Figura1), muestra que el grupo 6 (círculos rojos) se encuentran en todos los casos en la parte superior de cada cuadro y en su caso en la parte superior derecha, similar tendencia se observa con el grupo 4 (círculos violetas), esta dispersión es un indicador de las características superiores que presentan estos individuos en cada variable. Se concluye que las plantas o individuos de cupuazú seleccionados en los conglomerados 6 y 4 pueden a futuro constituirse en la base para mejoras genéticas y de esta manera obtener líneas de alto rendimiento, en cuanto a la productividad y procesamiento industrial de frutos de cupuazú.

Materiales y métodos

Localización geográfica del área de estudio

Las aéreas seleccionadas para la toma de muestras están localizadas en los municipios de Riberalta, Guayaramerín y Gonzalo Moreno en el Norte Amazónico Boliviano. Estas aéreas poseen clima húmedo tropical, con altitudes de 150 a 175 msnm, temperaturas medias anuales entre 25 a 27°C y precipitaciones medias anuales que varían entre 1.500 y 1800 mm concentrados el 80% entre octubre a abril y una época seca con déficit hídrico entre junio y septiembre. Los suelos predominantes en las comunidades seleccionadas son del tipo latossol (oxisoles), bien drenado, profundo de color rojo con baja fertilidad natural.

Metodología

Las plantas seleccionadas fueron identificadas con una placa de aluminio y asignándole un código individual, que identifica el número de la planta, el nombre de la familia productora y la comunidad. La selección fue basada en criterios agronómicos y botánicos utilizados en Brasil, Costa Rica y Colombia.



Fig. nº 1.- Planta de cupuazú con su Respectivo código de identificación

Para la implementación del estudio se realizó una etapa previa que consistió en socializar la propuesta con los productores y productoras agroforestales con el propósito de involucrarlos en el estudio y contar con sus aportes en la determinación de las plantas más productivas y más resistentes a plagas. Del total de las plantas seleccionadas, 76 individuos fueron evaluados porque presentaron características de árbol plus, se encuentran ubicados en 34 parcelas agroforestales.

Para la selección de las plantas se consideraron criterios agronómicos y botánicos, entre los seleccionados tenemos:

Criterios agronómicos:

a.- Vigor de la planta

b.- Altura de la planta

c.- Diámetro de copa

d.- Ataque de plagas (broca del fruto y escoba de bruja).

Criterios botánicos:

a.- tamaño del fruto

b.- forma del fruto

c.- peso de fruto no menor a 700 gramos

d.- espesor de la cáscara

e.- % de semilla

f.- % de pulpa

g.- % de corteza

h.- productividad mayor o igual a 10kg de fruto fresco/planta/año

El proceso para seleccionar las plantas consistió en:

- Individuos de cupuazú con características fenotípicas superiores en producción de frutos, edad superior a 9 años. Los árboles seleccionados poseían características sobresalientes respecto sus vecinos en un radio de 20 metros a la redonda.
- Preferentemente fueron seleccionadas plantas ubicadas en el centro de la parcela que se encuentran en condiciones similares en manejo y edad.
- Ubicación y selección de plantas con producción de frutos antes, durante y después del pico de la zafra.

Tres frutos por planta cercanos a la maduración fueron marcados, mismos que eran representativos en cuanto a su tamaño comparado visualmente con los otros frutos en la misma planta. Cada fruto recibió un código que permitía identificar el árbol madre, el número del fruto y la localización de la parcela agroforestal.

Para establecer los mejores clones se consideraron las siguientes variables por cada fruto:

- Longitud, diámetro, peso total por unidad, peso de cáscara, peso de la pulpa en gramos, peso de la semilla, espesor de la cascara y cantidad de semillas por unidad.

Para agrupar los casos o variables en función del parecido o similitud existente entre ellos, se aplicó el análisis estadístico denominado Cluster; Análisis de conglomerados bajo el procedimiento de Conglomerados de K medias, que permitió establecer un número de 6 conglomerados y un número máximo de 15 interacciones.

Resultados

El análisis de conglomerados bajo el procedimiento de Conglomerados de K medias, basado en el cálculo final de sus centros, determinó que los individuos de los conglomerados 6 y 4 presentan valores más elevados respecto a sus variables y consecuentemente respecto a los conglomerados restantes.

Cuadro 1. Agrupación en conglomerados según la similitud dentro de cada variable

	CONGLOMERADOS O GRUPOS					
VARIABLES	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
LARGO (cm.)	19	15	17	23	20	21
DIAMETRO (cm.)	11	11	11	12	11	12
PESO DE FRUTO (kg.)	1,105	,787	,986	1,460	1,088	1,350
PESO DE CASCARA (Kg.)	,41	,33	,39	,62	,46	,55
PESO DE SEMILLA (Kg.)	,24	,11	,18	,24	,17	,29
PESO DE PULPA (kg.)	,426	,319	,388	,567	,427	,511
ESPESOR CASCARA (mm)	3,8	4,1	3,6	5,1	4,7	4,1
N° DE SEMILLAS / FRUTO	39	16	30	33	24	47

La siguiente figura muestra la matriz formada por todas las variables consideradas, se observa claramente que el grupo 6 (círculos rojos) se encuentran en todos los casos en la parte superior del cada cuadro y en su caso en la parte superior derecha, similar tendencia se observa con el grupo 4 (círculos violetas), esta dispersión es un indicador de las características superiores que presentan estos individuos en cada variable. Figura 2.

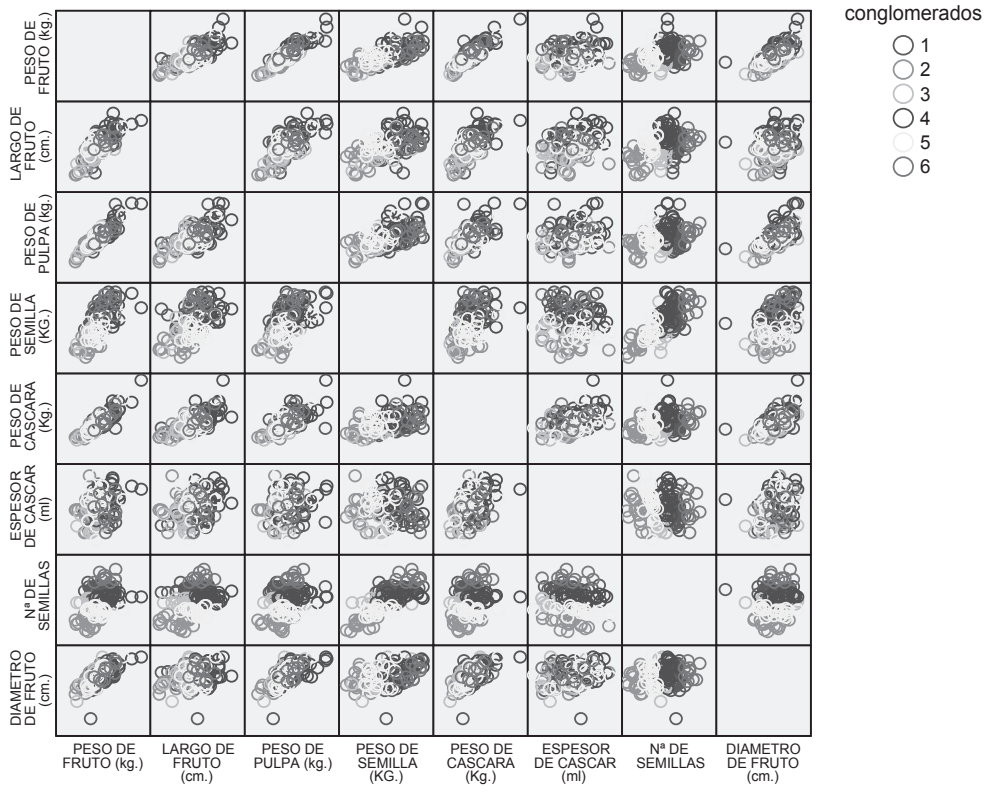


***Figura 2**. Matriz de dispersión de las variables de estudio según su conglomerado*

Conclusiones

Las plantas seleccionadas y evaluadas presentan amplia variabilidad fenotípica, respecto a su productividad, pero también existe similitud entre algunas de ellas, lo cual ha hecho posible agruparlas tomando en cuenta las características más sobresalientes como tamaño, peso, rendimiento de pulpa y otros que hacen que estos individuos se constituyan en clones cuya producción puede a futuro ser la base para mejoras fenotípicas o genotípicas y de esta manera obtener líneas de alto rendimiento en cuanto a la productividad y procesamiento industrial de frutos de cupuazú.



Figura. 3. *Formas y tamaños de frutos de cupuazú presentes en plantaciones*



Figura 4*. Diferentes formas y colores de semilla*

El peso promedio de los frutos maduros estudiados fue 1140 gramos ± 300; el promedio de corteza lavada fue de 40 ± 6%; de pulpa 39 ± 5%; semilla húmeda18 ± 4,2% y 1% de polvillo que se desprende de la corteza. No existe correlación entre forma y tamaño de frutos, ya que en análisis realizado muestra frutos con la misma forma y tamaño, pero con diferente rendimiento en cuando a porcentajes de: pulpa, semilla y corteza. Dichos resultados coinciden con los estudios realizados por Barboza et al en la amazonia brasileña.

Entre los criterios agronómicos analizados, las mayores distancias estadísticas se encuentran en el porcentaje de corteza y semilla; estas variables son determinantes para mejorar el porcentaje de producción de pulpa. Se encontraron frutos de cupuazú con porcentajes de cáscara desde un mínimo de 23% a un máximo de 54%; por otro lado el espesor de cáscara varió desde 1,5 a 7,45 mm en una misma plantación. El porcentaje de producción de semilla húmeda osciló entre 8% como mínimo y un máximo de 27%; mientras que la cantidad de semilla presentó un rango de 10 a 54 semillas/fruto. En la amazonia brasileña, Souza *et al* (1998) y Santos y Condurú (1972) destacan que el rendimiento de pulpa puede ser aumentado por la selección de genotipos que presenten frutos con menor rendimiento porcentual de corteza o semillas.

La producción de pulpa varió entre un mínimo de 23% y un máximo de 48% en una misma localidad o área de plantación. Por lo general frutos con menor porcentaje de pulpa se caracterizan por tener corteza gruesa y mayor número de semillas. Frutos pequeños por debajo de 800 gramos presentaron mayor porcentaje de cáscara y frutos grandes con promedio igual o superior a 2 kg presentan baja productividad por planta.

El análisis multivariado para agrupar casos en función al parecido o similitud establecen como mejores líneas a plantas que presentan las siguientes características:

- Productividad por planta igual o superior a 30 kg de fruto por año, o 20 frutos/planta/año con un peso promedio alrededor de 1.500 g, o con una producción igual o superior a 30 frutos/planta/año, con un peso promedio de 1000 g.

- Rendimiento promedio de la pulpa del 43,0% y semilla del 21%.

- La acidez en ácido cítrico fue constante para todos los clones evaluados con una media de 2,3 ± 0,5. El contenido de sólidos solubles se mantuvo en un rango de 11,5° Brix y 13,5°Brix

En base a la diversidad observada en plantas de cupuazú cultivada en la región norte de Bolivia, es importante considerar ciertas recomendaciones como ser: realizar plantaciones con clones con características sobresalientes en cuanto a producción de pulpa, producción de semilla y tamaño del fruto. Así mismo es importante realizar estudios respecto a la propagación vegetativa de estos clones, además de ejecutar prácticas de injerto, tomando en cuenta las características sobresalientes o deseadas para garantizar la cualidad de las futuras plantaciones.

Referencias citadas

Almeida, C.M.V. de; Barriga, J.P.; Machado, P.F.R. & Silva, F.C.O. da 1995. Coleta de cacau (*Theobroma cacao* L.) da Amazônia brasileira: uma abordagem histórica e analítica. CEPLAC/SUPOC, Porto Velho.

ALVES, R.M.; CRUZ, E.D. Cultivares de cupuaçuzeiro tolerantes à vassoura-de-bruxa. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2003. 4p (Recomendações Técnicas).

ALVES R.M. FRANCO A.A., CRUZ E.D, Seleção de descritores botânico-agronômicos para caracterização de germoplasma de cupuaçuzeiro, Embrapa-Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental, Brasilia 2003

ALVES, R.M. Caracterización genética de poblaciones de cupuazú (Theobroma grandiflorum WILLD EX SPRENG SCHUM) por marcadores microsatelitales y descritores botânico – agronômicos. Tese de doutorado em agronomia. Piracicaba – São Paolo – Brasil, 2002

CUATRECASAS, J. Cacao: a taxonomic of the genus *Theobroma*. Contributions U. S. of the Natural Herbarium, v. 35, n.6, p.379-614, 1964.

GOMES DE ARAUJO D, PEREIRA C.S., ALVES R.M. Divergencia genética entre clones de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum* WILLD EX SPRENG SCHUM), 2002

Miashiro, Kemel. Técnicas para el control de la broca (*Contrachelus humerupictus* Fiedler) em frutos de cupuazú ((*Theobroma grandiflorum* WILLD EX SPRENG SCHUM) bajo sistemas agroforestales em la província Vaca Diez

PIAF El Ciebo, Estudio de evaluación de clones foraneos, selección y caracterización de plantas superiores de cacao, Alto Beni, La Paz – Bolivia

Silva, C.R.S. & Venturieri, G.A. 1998. Híbridos do gênero *Theobroma*: levantamento, histórico e perspectivas. In: Relatório do projeto biologia aplicada à domesticação de fruteiras amazônicas do gênero *Theobroma*. Universidade Federal do Pará. PTU/CNPq/MCT. Belém, PA.

Santos, I. y Condurú, J. 1972. Comparação de rendimento entre frutos de duas variedades de cupuaçuzeiro (Theobroma grandiflorum Schum). IPEAN. Comunicado, 31. Belém. 8p.

Souza, A., Silva, S., Tinoco, P.B., Guimarães, R.R. y Sá Sobrinho, A.F. 1998. Estudo preliminar da cadeia productiva do copoaçu (Theobroma grandiflorum (Willd. ex Spreng) Schum.) no Amazonas. Manaus: EMBRAPA - CPAA. 30 p. (EMBRAPA CPAA Documentos, 17)

AVANCES EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE DOCUMENTACIÓN GRIN-GLOBAL EN EL BANCO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE BOLIVIA.

Alfonso Blanco[1] y Edwin Iquize[1]
[1]Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal
ablanco03@yahoo.com; e_iquize_v@hotmail.com

Resumen

Con el objetivo de implementar el sistema de documentación GRIN-Global al Banco Nacional de Germoplasma de Bolivia, para coadyuvar la conservación de los recursos genéticos administrados por el INIAF, se evaluó el GRIN-Global teniendo los siguientes procedimientos: Revisión de manuales e instalación de programas; En el manejo de programa se definió Usuarios; Introducción de datos en la herramienta Curador y Administrador; Identificación de Accesiones; Taxonomía; Pasaporte; Caracterización y Evaluación; Inventario, Informes e Inclusión de fotografías. Asimismo para usuarios externos se dispone de un portal en formato Web donde se visualiza información de las accesiones incluyéndose su distribución en un mapa. Todo este procedimiento se aplicó en primera instancia a la Colección de Tubérculos y Raíces. Se tiene planificado vaciar la información del Banco Nacional de Germoplasma en el siguiente orden: Granos Altoandinos, Tubérculos y Raíces, Hortalizas, Cereales y Leguminosas, Forestales y Frutales. Entre las conclusiones preliminares se tiene que el GRIN-Global: es una poderosa herramienta, bajos costos de implementación, es flexible y posible de adecuar al requerimiento del banco y permitirá coadyuvar a los Curadores.

Palabras claves: *GRIN-Global, Sistema de documentación, Conservación de Recursos Genéticos, Base de datos de Recursos Genéticos.*

Introducción

Obsérvese en el manejo de los Recursos Genéticos se considera cuatro pilares o áreas (Conservación, Documentación, Promoción del Uso e Investigación), donde cada una de ellas presenta una serie de actividades y con ellas una serie de variables, todas ellas relacionadas por el código de la Accesión. En ese sentido, la Base de Datos de estos recursos genéticos tiene gran relevancia en la Documentación además de generar información resumida (estadística descriptiva) que permite al Responsable o Curador del Banco tomar decisiones referidas a actividades de conservación (Engels y Visser 2007; Iquize, 2013).

Bajo estos antecedentes se tiene el objetivo de implementar el sistema de documentación GRIN-Global al Banco Nacional de Germoplasma.

Materiales y métodos

El GRIN-Global

El GRIN-Global es un sistema de documentación que permite a los Bancos de Germoplasma almacenar y gestionar su información de recursos genéticos (o germoplasma) y mostrar esa información en la Internet. Este sistema está siendo desarrollado mediante un esfuerzo conjunto entre el Fondo para la Diversidad de Cultivos (Global Crop Diversity Trust), Bioversity Internacional, y el Servicio de Investigación Agrícola (ARS) del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) (GRIN-Global, 2010).

Estructura del GRIN-Global

La arquitectura del sistema utiliza tres niveles de: base de datos, negocios y presentación (Figura 1) que se puede desarrollarse y modificarse independientemente.

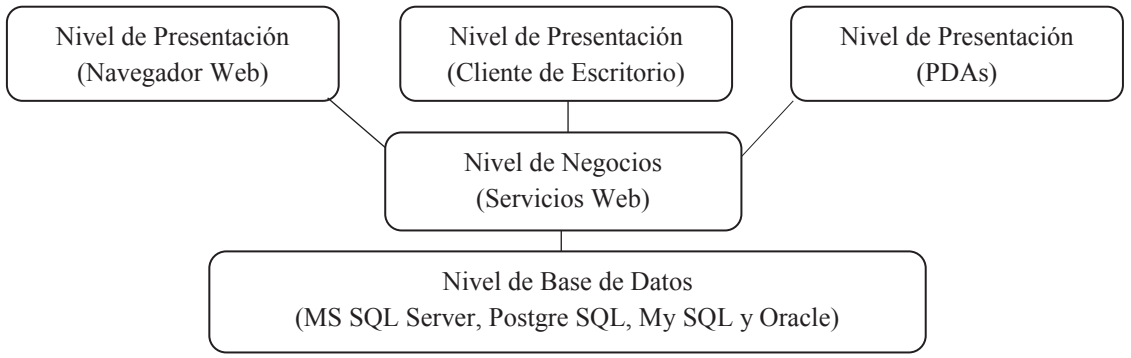


Figura 1. Estructura de los niveles del sistema de documentación GRIN-Global.

El **Nivel de Base de Datos.** Está formada por uno o más motores de bases de datos que realizan todo el almacenamiento de datos, reciben solicitudes de almacenamiento o recuperación de información desde el Nivel de Negocio [Microsoft SQL Server, Postgre SQL (sistema de gestión de base datos relacional y multiusuario de código abierto), My SQL (sistema de gestión de bases de datos relacional, multihilo y multiusuario de Oracle Corporation) y Oracle].

El **Nivel de Negocios**. Este Nivel se comunica con el Nivel de Presentación, para recibir las solicitudes y presentar los resultados; y con el Nivel de Base de Datos, para solicitar al gestor de base de datos, almacenar o recuperar datos de él [XML (Lenguaje de marcas extensible, desarrollado por World Wide Web].

El **Nivel de Presentación**. Conocida como interfaz gráfica y debe tener la característica de ser "amigable" (entendible y fácil de usar), se presenta como una página web.

- **Cliente de escritorio** (Herramienta Curador): permite trabajar en un propio computador, su distribución es limitada, está orientada a usuarios que tienen un conocimiento básico de manejo de Recursos Genéticos. Está diseñada para el manejo de la base de datos, es decir permite insertar, actualizar y eliminar registros.
- **Cliente basado en un explorador web**: Es la página web que puede ser visitada por cualquier tipo de usuario. Diseñado para la búsqueda y realización de pedidos.

Implementación del GRIN-Global

Según el Manual de Procedimientos y Recomendaciones para empezar con el GRIN-Global (2014), cuando una institución o banco de germoplasma comienza con una base de datos nueva o vacía, es necesario seguir un orden para la introducción correcta de su información, a continuación se describe estos pasos:

a. Taxonomía	h. Usuarios
b. Grupos de código y Códigos.	i. Seguridad.
c. Sitios y códigos de sitio.	j. Descriptores de cultivos.
d. Cooperadores.	k. Códigos y Origen del Hábitat.
e. Políticas de mantenimiento de Inventario.	l. Pasaporte de datos
f. Métodos.	m. Información general de Inventario.
g. Región y Geografía.	n. Ordenes en general.

Colecciones administradas por el INIAF

A continuación se presenta las colecciones que se introducirán al sistema de documentación GRIN-Global. Nótese que éstas están digitalizadas en formatos de Excel y Access.

Cuadro 1. Colecciones que se documentaran con el GRIN-Global.

Colecciones	Nombre común de las Especies
Tubérculos y raíces	Papa, Oca, Papalisa, Isaño, Arracacha, Achira, Ajipa, Yacón, Maca y Walusa
Granos alto andinos	Amaranto, Cañahua, Paico y Quinua
Forestales	Maderables y no maderables, alimenticios e industriales
Cereales y leguminosas	Trigo, Maíz, Arveja, Haba, Tarwi, Frijol, Maní,
Hortalizas	Aji (*Capsicum*), Cucúrbitas, …

Resultados y discusión

Manejo del GRIN-Global

Revisión de manuales

En primera instancia la revisión del Manual de Procedimientos Recomendados para empezar con el GRIN-Global (2014) y posteriormente los siguientes documentos: El Manual de Instalación del GRIN-Global; y El Manual de Administración del GRIN-Global

Existen varios manuales específicos que se consultaron como la; Guía para importar datos masivos al GRIN-Global, Guía para adicionar usuario e implementar la seguridad y otros.

Instalación del GRIN-Global

En la instalación del sistema de documentación GRIN-Global en una computadora (Figura 2), se consideraron los siguientes pasos:

- El equipo debe tener un procesador mayor a Intel Core i7 y sistema operativo "Windows Ultímate" como mínimo. Capacidad de almacenamiento 20 GB en disco.
- Se instalaron los prerrequisitos del GRIN-Global; Visual Studio Tools for Applications 2.0, SQL Server 2008, Framework 3.5 (Service Pack 1) y otros.
- Posteriormente se instálalo el actualizador del GRIN-Global (GRIN Global Updater programa) y este a sus vez instala los programas: GRIN-Global Admin (Administrador del GRIN-Global), GRIN-Global Base de datos, GRIN-Global Search tols, GRIN-Global Website (Local) y GRIN-Global Curator tools (Herramienta de manejo del curador)

Definición de Usuarios

El sistema de documentación GRIN-Global trabaja en ambiente de redes (Intranet e Internet) y por seguridad el sistema tiene previsto la definición de usuarios para el uso del mismo como: Administradores, Curadores, Manejo de los datos y usuarios invitados.

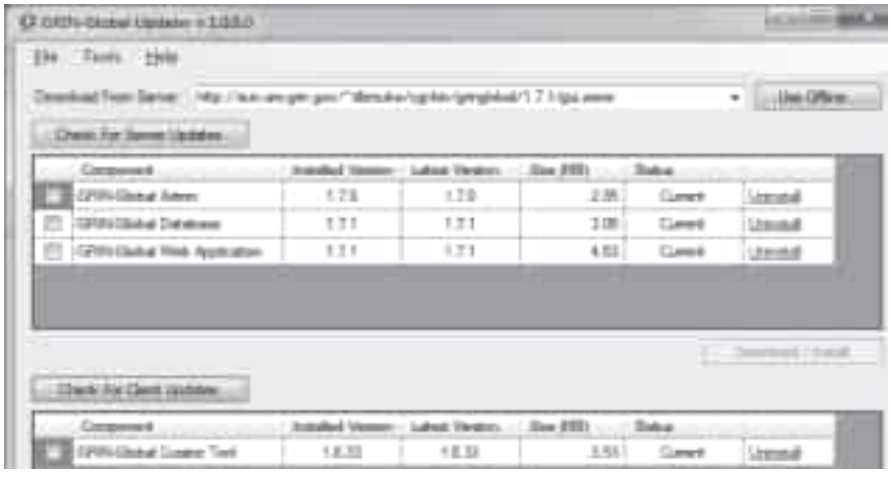


Figura 2. *Ventana del actualizador (GRIN-Global Updater) para instalar los diferentes programas del sistema.*

Introducción de datos

Se está introduciendo los datos de las colecciones de Granos Antoandinos y Tubérculos y Raíces. Asimismo por la cantidad de información que se tiene y la disponibilidad en formato digital se está haciendo el uso herramientas para introducir datos en forma masiva y no individualmente a través de GRIN-Global Admin.

Codificación o identificación de las Accesiones

La identificación de las Accesiones, el GRIN-Global tiene previsto el uso de un Prefijo, un Número y un Sufijo de las Accesiones, esta identificación es única. Así: Prefijo de la Accesión "BOL", sigla asignada internacionalmente a Bolivia; Número de Accesión, empezando con 1 e indefinidamente hasta la última accesión, no se repite; y Sufijo de la Accesión, por ejemplo la colección de Tubérculos y Raíces es TR.

Taxonomía

EL GRIN-Global permite instalar la taxonomía (datos Orden, Familia, Género, Especies y Subespecie), al momento de instalar el Sistema debe seleccionarse la opción de base de datos taxonomía en el proceso de instalación. Se ha verificado previamente la taxonomía de cada una de las accesiones que se introduzcan, debe estar en el Sistema de lo contrario no es reconocida por la base de datos del GRIN-Global y estas se introducirán manualmente.

Datos pasaporte

Los datos pasaporte es la información que identifica a las accesiones de un banco, en estas se detallan su taxonomía, procedencia, nombres, pedigrí y otros datos más. El GRIN-Global, tiene un orden de introducción de datos de accesiones, estas deben coincidir con la información que se está introduciendo. En algunos casos se deben incluir en el GRIN-Global la información que se está introduciendo. Se está utilizando la herramienta "Admin Tools" para la introducción masiva de datos al Sistema GRIN-Global.

Datos de caracterización y evaluación

Los datos de Caracterización y Evaluación, tal vez son los más útiles para nuestros usuarios finales, permite identificar sus características y potencialidades de las accesiones. Por Metodología, se ha definido los descriptores de caracterización, para el cultivo de Papa se expone según al siguiente detalle:

- Nombre del cultivo
- Categoría del descriptor
- Nombre del descriptor
- Título del descriptor
- Descripción del descriptor
- Tipo de dato
- Si es codificado
- Código
- Nombre del código
- Título del código
- Descripción del código
- Idioma

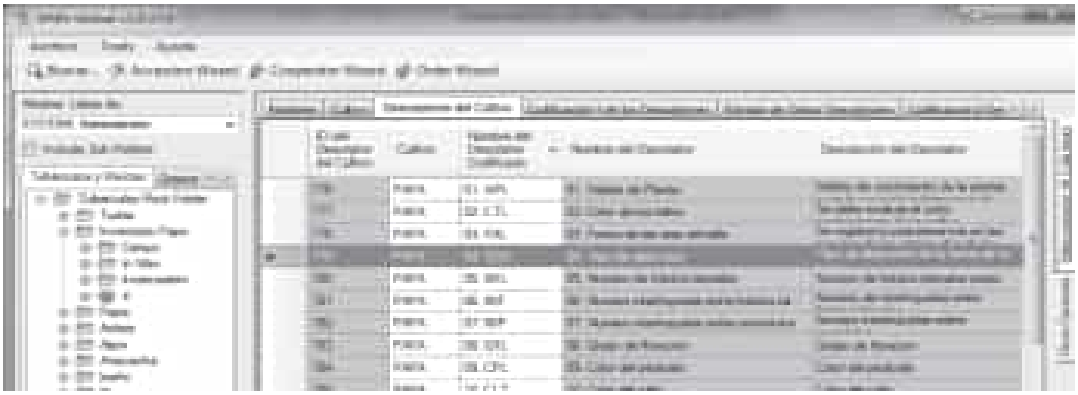


Figura 3. Ventana Curator Tool, con descriptores introducidos para el cultivo de Papa

Se está procediendo a la introducción masiva con la herramienta "Admin Tools" los datos descriptores teniendo en cuenta los siguientes:

- Cultivo
- Nombre del código
- Identificación de inventario
- Método (metodología de caracterización)
- Código
- Valor numérico

Datos de Inventario

Los datos de inventario, permite conocer con exactitud la ubicación y la existencia de semilla que se tiene en el banco. Asimismo permite almacenar los datos de germinación y calidad del inventario. En la colección de Tubérculos y Raíces se ha identificado que existen datos de inventario en Campo, *In Vitro* e Invernadero de acuerdo al siguiente detalle de sus descriptores e introducida los datos masivamente con la herramienta "Admin Tools":

- Códigos Accesión (Prefijo, Numero y Sufijo)
- Códigos Inventario (Prefijo, Numero y Sufijo)
- Tipo de inventario
- Es distribuible
- Es auto deducible
- Está disponible
- Fecha de disponibilidad
- Disponible en la Web
- Cantidad
- Unidad de distribución
- Cantidad critica de distribución
- Cantidad critica de regeneración
- Método de mantenimiento
- Y otros más.

Reportes o Informes

Los reportes o informe, es la presentación de la información resumida de datos específicos del Banco que se imprimirá, como por ejemplo: Impresión de etiquetas para la cosecha; Lista de existencia de la cantidad de accesiones por especie; Las accesiones que deben regenerarse; y Otros más. Para este propósito en GRIN-Global utiliza el Software (Programa) Crystal Report, que se complementa al sistema.

Colecciones y su codificación

El Banco Nacional de Germoplasma de Bolivia mantiene las colecciones (Cuadro 2) donde se detalla las especies y la cantidad de accesiones que se tiene.

Cuadro 2. Relación de recursos genéticos por Bancos de *Germoplasma* y especies.

Banco	Especies	Sufijo
Granos alto andinos	Amaranto, Cañahua, Paico y Quinua	GA
Tubérculos y raíces	Papa, Oca, Papalisa, Isaño, Arracacha, Achira, Ajipa, Yacón, Maca y Walusa	TR
Hortalizas	Aji (*Capsicum*), Cucúrbitas, Solanum, ..	HT
Forestales	Maderables y no maderables, alimenticios e industriales	FO
Cereales y leguminosas	Trigo, Maíz, Arveja, Haba, Tarwi, Frijol, Mani,	CL

Para una correcta identificación de las accesiones, el personal de Recursos Genéticos definió para el Banco de Germoplasma los siguientes aspectos: El uso del Prefijo de la Accesión "BOL", asignada internacionalmente a Bolivia; y Número de Accesión, empezando con 1 indefinidamente hasta la última accesión, no se repite este número. Las nuevas accesiones que llegaría el Banco, usarían el Prefijo de Accesión "BOL", el Número de Accesión será correlativo a la última Accesión de la última colección y el Sufijo de Accesión usara el identificador de la colección.

Publicación en la Web

A través de los servicios Web, los clientes pueden acceder a la información del Banco de Germoplasma; buscar por el número de accesión, especie, nombre común, etc., para ver sus características de ubicación y disponibilidad en el inventario, imágenes y otras. Asimismo se puede apreciar los datos de caracterización y evaluación. Por último, es posible apreciar la distribución de una especie en el Google Maps.



Figura 4. Página Web del Banco de Germoplasma de Bolivia y datos de una accesión



Figura 5. Página Web del Banco de Germoplasma de Bolivia mostrando la distribución geográfica de Solanum tuberosum subsp andigenum

Conclusiones

El GRIN Global es una poderosa herramienta que permite manejar la información del Banco Nacional de Germoplasma de Bolivia. Posee bajos costos de implementación para las instituciones. Es flexible y posible de adecuar al requerimiento del Banco Nacional de Germoplasma de Bolivia.

Referencias citadas

Engels, J.M.M. y Visser, L. (eds.). 2007. Guía para el manejo eficaz de un banco de germoplasma. Manuales para Bancos de Germoplasma No. 6. Bioversity International, Roma, Italia.

GRIN-Global. 2013. Administrator's Quick Guide for Adding Users and Implementing Security. (Acceso marzo 2014, www.ars-grin.gov/npgs/gringlobal/docs/gg_security.pdf).

GRIN-Global. 2013. GRIN-Global Installation Guide. (Acceso marzo 2014, www.ars-grin.gov/npgs/gringlobal/docs/gg_installation_guide.pdf).

GRIN-Global. 2013. MULTI-CROP PASSPORT DESCRIPTORS. www.ars-grin.gov/npgs/gringlobal/docs/gg_multi_crop_passport_descriptors_MCPD.pdf). (Marzo 2014,

GRIN-Global. 2014. Inventory. (Acceso Marzo 2014, www.ars-grin.gov/npgs/gringlobal/docs/gg_inventory.pdf), documento en PDF.

INIAF. 2010. Plan Estratégico Institucional 2011-2015. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Estado Plurinacional de Bolivia. La Paz, Bolivia. pp 38-39.

Iquize, E. 2013. Plan implementación del sistema de manejo de información de los recursos genéticos administrados por el INIAF-Bolivia. Revista Científica de Investigación Info-INIAF. Número 1, Volumen 1. INIAF. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Estado Plurinacional de Bolivia. La Paz, Bolivia. ISSN 2308-250X. DL: 4-3-16-13 P.O. pp 37-48.

INTRODUCCIÓN DE EMBRIONES CIGÓTICOS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa W.*) CON BAJO PORCENTAJE DE GERMINACIÓN A *IN VITRO*

Lisett Vaca Loayza[1], Edwin Iquize Villca[1]
[1] Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal "INIAF", Cochabamba, Bolivia. lisett-vl@hotmail.com; e_iquize_v@hotmail.com

Resumen

Con el objeto de recuperar accesiones con porcentajes bajos de germinación, con la determinación del método de desinfección-concentración del ácido giberélico y el efecto de aminoácidos con la introducción de embriones cigóticos de quinua a condiciones *in vitro*. El trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Cultivos de Tejidos de la Estación Experimental Toralapa del INIAF. Se utilizaron accesiones de quinua con menores porcentajes de germinación. En el primer experimento se determinó el procedimiento de desinfección con ácido giberélico (0.3 y 0.6 ml/l), tiempos de desinfección (10, 20 y 30 minutos) con formaldehido y 10 accesiones de quinua; en el segundo se empleó aminoácido (40.9, 20.5, 10.2, 5.1 y 0 %) y seis accesiones de quinua. La variable de germinación fue procesada con el modelo lineal generalizado bajo el supuesto de distribución binomial y multinomial en base a la estructura del análisis de varianza de clasificación doble y factorial 5x5. Entre los resultados del experimento 1, se tiene la desinfección con formaldehido al 57% por evaporación y por 30 minutos fue la más eficiente; las accesiones presentaron diferencias en la germinación a P: 0.01; también se registró según las muestras respuesta positiva de accesiones al 0.6 ml/l de ácido giberélico. En el experimento 2, también se observó diferencias entre accesiones a P: 0.01 y así mismo la interacción donde las accesiones fueron influidos por las concentraciones de aminoácidos, deduciéndose que las semillas luego de la germinación absorben los aminoácidos. Se concluye la posibilidad de recuperar la variación genética de las accesiones de quinua con porcentajes próximas a cero con la técnica *in vitro* y ácido giberélico.

Palabras claves*: quinua, germinación, ácido giberélico, aminoácidos, formaldehido.*

Introducción

Bolivia conserva una colección *ex situ* de 3104 accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en el Banco de germoplasma de la Estación Experimental de Toralapa, provincia Tiraque, Departamento Cochabamba. Los bancos de semillas constituyen uno de los métodos más convenientes de conservación para la mayoría de las especies que se reproducen por semilla, ya que permiten almacenar una gran variabilidad genética (Trujillo, 2006).

Una de las características más llamativas de las semillas es su bajo nivel de hidratación, que implica la reducción del metabolismo celular hasta niveles mínimos, lo que les confiere una gran resistencia frente a las variaciones ambientales, permitiendo su dispersión, almacenamiento o manipulación hasta que la rehidratación en condiciones adecuadas desencadene los procesos de germinación (Ruiz, 1994).

Cuadra (2008) indica que las Condiciones para que se dé la germinación están dadas por dos factores: a) *Condiciones externas*, como la disponibilidad de agua, temperaturas adecuadas y presencia o ausencia de luz. b) *Condiciones intrínsecas*, como la capacidad de permanecer viva durante un largo período de tiempo, denominada viabilidad y la facultad de germinar, llamada poder germinativo. Debido al contenido de aminoácidos y proteínas en el grano de quinua, por el tiempo de almacenaje probablemente causaría una desnaturalización, incidiendo en la capacidad de germinación.

De las 3104 accesiones de quinua conservada por el INIAF fueron analizadas 2675 accesiones,

encontrándose germinación desde 0 a 100 %, el promedio general fue 54,14 %. Se encontró que el 71.6 % de las accesiones evaluadas presentaron una germinación menor o igual al 80 % (Alanoca *et al*. 2013).

El presente estudio tiene por objeto de recuperar accesiones de quinua con porcentajes bajos de germinación, determinando el método de desinfección-concentración del ácido giberélico y el efecto de aminoácidos con la introducción de embriones cigóticos de quinua a condiciones *in vitro*.

Materiales y métodos

El experimento se desarrolló en el Laboratorio de Cultivos de Tejidos de la Estación Experimental Toralapa del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) dependiente del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT).

Material Vegetal

Experimento 1

En el Cuadro 1. Se observa la relación de accesiones de quinua con datos de germinación según norma ISTA, empleados en el establecimiento *in vitro*.

Cuadro 1. Antecedentes de germinación según normas ISTA, para el experimento 1

Accesiones	País	Dep.	Germinación Normales	Germinación Anormales	Muertas	Duras	Latentes
2661	Bolivia	Potosí	0.00	38.00	9.75	5.50	46.80
845	Perú	Puno	0.00	0.00	22.75	0.00	77.30
2760	Bolivia	La Paz	3.00	56.00	27.00	3.00	11.00
2132	Bolivia	Potosí	3.50	10.50	80.75	0.00	5.25
2992	Bolivia	Oruro	6.00	75.00	10.00	0.00	9.00
2857	Bolivia	La Paz	6.00	43.00	38.00	7.00	6.00
3029	Bolivia	La Paz	9.00	80.00	3.00	5.00	3.00
2167	Bolivia	Potosí	9.00	0.00	80.00	5.00	6.00
Utusaya Real	Bolivia		>90.00				
Kellu Real	Bolivia		>90.00				

Fuente: Base de Datos del Banco Nacional de Granos Altoandinos – INIAF, 2013.

Se probaron dos métodos de desinfección: **a)** desinfección con alcohol al 70% (v/v) por 30 segundos, luego en hipoclorito de sodio al 3% (v/v) durante 5 minutos, seguido de 3 enjuagues con agua destilada esterilizada; **b)** desinfección por evaporación con formaldehido al 37 % de concentración durante 10, 20 y 30 minutos de exposición.

Las semillas fueron cultivadas sobre la combinación de sales minerales y vitaminas de Murashige y Skoog (1962), 3 % de sacarosa suplementado con myoinositol 100 mg/l, kinetina 0.1 mg/l, thiamina 0.2 mg/l, y dos niveles de Ác. Giberélico (AG3) 0.3 y 06 mg/l, como agente gelificante phytagel 2.4 g/l, con un pH de 5.7. Para esta etapa se considero una semilla por tubo con ocho repeticiones, que fueron incubadas en cámara de crecimiento a 22 °C, fotoperiodo de 16 hr luz y 8 hr oscuridad e intensidad lumínica de 2500 lux.

Las plántulas desarrolladas fueron trasplantadas en cama de madera con sustrato esterilizado (compuesto por dos partes de arena y una de tierra vegetal (2:1), esterilizado a 90°C y a 4 atm de presión) (Rocabado, Mercado, Iquize. 2013).

Experimento 2

En el Cuadro 2, se observa la relación de accesiones de quinua con datos de germinación según norma ISTA, empleados para el establecimiento y multiplicación *in vitro*.

Cuadro 2. Antecedentes de germinación según normas ISTA, para el experimento 2

Accesiones	País	Dep.	Germinación Normales	Germinación Anormales	Muertas	Duras	Latentes
2851	Bolivia	La Paz	0.00	0.00	91.00	9.00	0.00
2775	Bolivia	La Paz	0.00	69.00	16.00	5.00	10.00
2590	Bolivia	Potosí	0.00	0.00	52.00	2.00	46.00
2185	Bolivia	Potosí	0.00	5.00	68.00	0.00	27.00
1680	Bolivia	Oruro	0.00	22.50	37.22	14.17	26.11
2769	Bolivia	La Paz	0.00	61.00	28.00	7.00	4.00

Fuente: Base de Datos del Banco Nacional de Granos Altoandinos – INIAF, 2013.

En esta fase se trabajó con seis accesiones (Cuadro 2), siguiendo la siguiente metodología: a) preparación de cinco concentraciones de aminoácidos marinos FPI LD (Perfect Digest TM) líquido (T1= 49.9, T2= 24.9 , T3=12.47, T4=6.23 y T5= 0 %); b) las semillas fueron sumergidas por espacio de 30 minutos, c) se procedió a realizar la desinfección con formaldehido al 37 % por evaporación durante 30 minutos (según los resultados del experimento 1).

Se realizó el establecimiento en medio MS (Murashige y Skoog, 1962), myoinositol 100 mg/l, kinetina 0.1 mg/l, AG3 O.6 mg/l, thiamina 0.2 mg/l, azúcar 3%, phytagel 2.4 g/l con un pH de 5.7. Para esta etapa se consideró 10 semillas por tratamiento con tres repeticiones, sembradas en cajas de cultivo (6 x 10 cm), posteriormente fueron incubados en cámara de crecimiento a 22 °C, fotoperiodo de 16 y 8 hr de luz y oscuridad e intensidad lumínica de 2500 lux.

Este procedimiento se realizó con el objetivo de analizar la interacción de las diferentes concentraciones aminoácidos marinos líquido en la germinación de las seis diferentes accesiones de quinua.

Metodología estadística

Experimento 1

Los factores estudiados fueron: tiempo de desinfección de semillas (10, 20 y 30 minutos); antecedentes de germinación (0, 3 a 3.5, 6, 9 y >90 % de germinación normal), medio de cultivo con Ácido Giberelico (AG3) 0.3 y 0.6 mg/l y Accesiones de quinua. La variable germinación fue procesada con el modelo lineal generalizado con el supuesto de distribución binomial bajo la estructura del análisis de varianza de clasificación doble los factores concentración de Ácido Giberelico y Accesiones de quinua (Montgomery, 2003; Kachman, 2000; SAS Institute Inc, 2013).

Experimento 2

Los factores estudiados fueron: accesiones de quinua (1680, 2185, 2590, 2769, 2775 y 2851) y concentración de aminoácidos (40.9, 20.5, 10.2, 5.1 y 0 %). La variable de respuesta germinación de semillas (germinación normal, anormal y no germina) fue procesada con el modelo lineal generalizado bajo el supuesto de distribución multinomial en base a la estructura del diseño completamente al azar y experimento factorial 5x5 (Montgomery, 2003; Kachman, 2000; SAS Institute Inc, 2013).

En ambos experimentos los niveles de los factores fueron discriminados con la diferencia de promedios por mínimos cuadrados y la distribución de Chi cuadrado.

Resultados y Discusión

Experimento 1

Porcentaje de contaminación

En la Figura 1, se observa que la aplicación de formaldehido al 37 % por evaporación (30 minutos), fue el que obtuvo un 85% de explantes libres de contaminación (15 % bacterias y 0 % hongos). En comparación a la aplicación de alcohol al 70% (v/v) e hipoclorito de sodio al 3% (v/v) dio como resultado 18% de contaminación por hongos y 25 % con bacterias, teniendo el 57 % de material limpio. El formaldehído o formol se utiliza como desinfectante de alto nivel en

estado líquido y gaseoso, principalmente en solución acuosa (al 37 %); en estas condiciones posee actividad bactericida, fungicida y esporicida. Nótese, en la Fotografía 1, el material introducido a condiciones *in vitro* de diferentes accesiones y variedades.

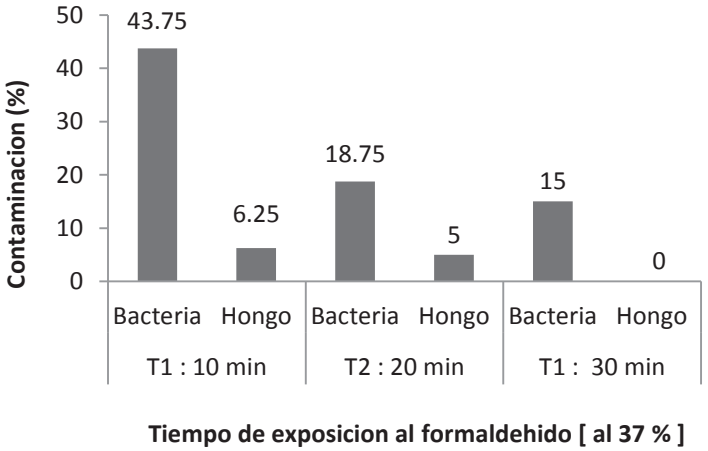
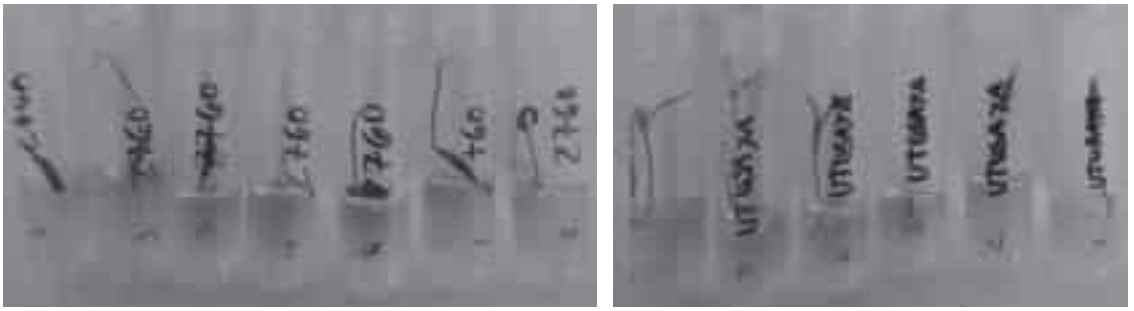
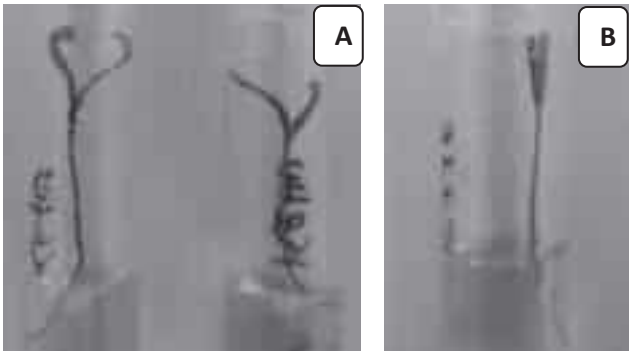


Figura 1. *Porcentajes de contaminación y tiempos de exposición formaldehido al 37 %*



Fotografía 1. Accesión 2760 y variedad Utusaya Real, desinfectados con formaldehido al 37 % durante 30 minutos.



Fotogra*fía 2. Variedad Kellu Real (A) y Accesión 2992 (B) desinfectadas con alcohol al 70% (v/v) e hipoclorito de sodio al 3% (v/v), contaminadas con bacterias.*

Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación de las accesiones de quinua (Cuadro 3) presenta similitud entre las concentraciones de Ácido Giberélico a P: 0.05, pero registra diferencias entre accesiones de quinua a P: 0.01. La accesión con menor porcentaje (24.97%) fue BOL 2167 (Figura 2), las otras presenta valores mayores de germinación. Por otra parte, a nivel de muestras se observó que las accesiones 2132 y 2167 presentaron porcentajes de germinación del 50.0 y 38.0 % para la concentración de 0.6 mg/l de AG3, considerando que las mismas tienen porcentajes de semillas muertas del 80.75 y 80.0 % respectivamente en el análisis de germinación (INIAF, 2013), en ese sentido se presume a nivel de muestras que el medio con concentración de 0.6 mg/l de AG3 permitiría un reactivación del embrión (Lluna, 2006).

Cuadro 3. Prueba de Wald para la relación de germinación de semilla

Fuente variación	Grados de libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Ácido Giberélico	1	0.29 ns	0.5882
Accesiones de quinua	8	1354.93 **	<.0001

**: Significativo a P: 0.01

ns: No significativo a P: 0.01

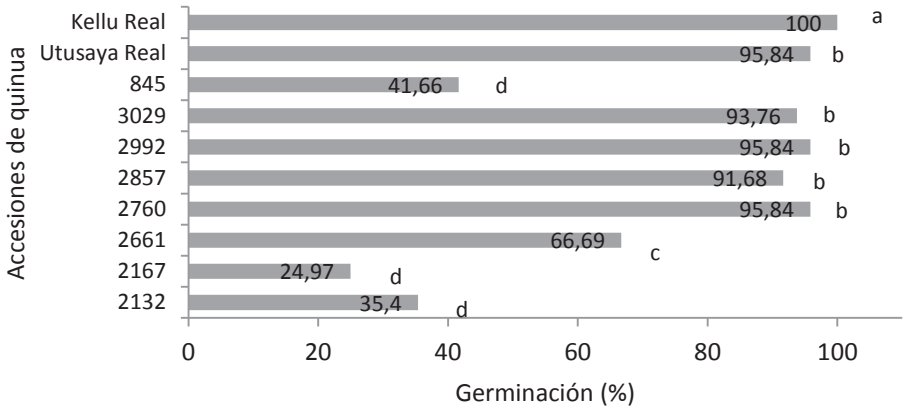
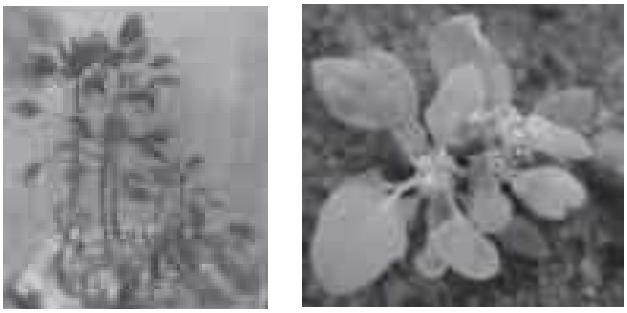


Figura 2. Germinación de semillas de las accesiones de quinua

Las plántulas in vitro de quinua fueron multiplicadas con un factor de 5. Las misma fueron trasplantadas en invernadero donde se registró respuesta favorable del prendimiento en el sustrato, también se observó un desarrollo vegetativo para su multiplicación u obtención de semilla (Fotografía 1). Según Copa (2008) logró realizar cortes de 2.38 brotes/vitro planta en Oruro.



Fotografía 3. Accesión de quinua BOL 2992 in vitro y en cama de madera en invernadero.

Experimento 2

En esta fase se realizó el establecimiento y multiplicación de estas accesiones que presentan porcentajes de 16 a 91 % de semillas muertas en las pruebas de germinación según norma ISTA (Alanoca, *et al*, 2013). Algunos autores consideran que la vida de la semilla almacenada depende de tres factores (Thomson, 1979 y Berry, 1962 citado por Caicheo, 2008): 1) El tipo de semilla, 2) Historial previo al almacenaje (incluyendo recolección y secado), por ultimo 3) Las condiciones reales de almacenamiento.

En base al Cuadro 4, existe diferencias entre accesiones a P: 0.01, también la interacción Accesiones*Aminoácidos es significativa, en ese sentido existe un comportamiento diferenciado de las accesiones por el efecto de las concentraciones de aminoácidos sobre la ocurrencia de la germinación de las semillas (normal anormal y muerta). Nótese el efecto simple de Aminoácidos la respuesta de la germinación es similar a P: 0.05.

Cuadro 4. Prueba de Wald para la ocurrencia de germinación

Fuente	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Accesiones de quinua	5	98.22 **	<.0001
Aminoácidos	4	4.81 ns	0.3075
Accesiones*Aminoácidos	20	43.31 **	0.0019

**: Significativo a P: 0.01
ns: No significativo a P: 0.01

Las respuestas de semilla con germinación normal y anormal, sumadas (Figura 3) presentan valores con la oportunidad de recuperar semillas de accesiones que no germinan en el suelo definitivo, por otra parte dentro las accesiones de quinua presentan mínimas diferencias al efecto de las concentraciones de aminoácidos reflejándose en la interacción Accesiones *Aminoácidos. Esta respuesta visualiza que el efecto de los aminoácidos ocurre posterior a la germinación, probablemente las semillas no logran absorber dicha solución.

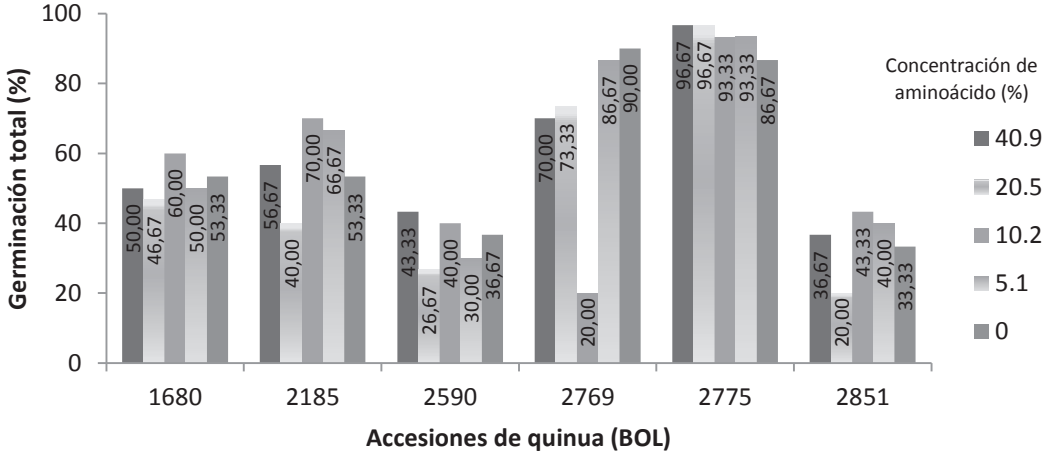


Figura 3. *Porcentaje de germinación total por efecto de concentraciones de aminoácidos y accesiones de quinua.*

Conclusiones

Se observó un efecto positivo de las accesiones con antecedentes de porcentaje próximo a cero a la concentración de 0.6 ml/l de ácido giberélico, la misma es ratificada en un segundo experimento.

Referente al efecto de aminoácidos no repercutió en la germinación. Por otra parte, es posible recuperar la variación genética de las accesiones de quinua con porcentajes próximas a cero con la técnica *in vitro* y ácido giberélico.

Referencias citadas

Alanoca, C., Guzman, D., Lutino, S., Iquize, E. 2013. Evaluación de la germinación de accesiones de banco de germoplasma del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* W.) de Bolivia. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), La Paz, Bolivia

Caicheo B. Ana M., 2008. Almacenamiento y algunos protocolos de rutina para la mantención de semillas, Universidad de Magallanes chile, Punta Arenas - Chile. p. 8-12.

Copa, M. 2008. Protocolos en la producción *in vitro* de 6 ecotipos de quinua real *Chenopiun quinoa* Will en el Centro de Investigación en Biotecnología y Recursos Filogenéticos. Universidad Técnica de Oruro. Fac. Cs. Agr. Pec. y Vet. Bolivia.

Cuadra, Cecilia de la. 2008. Germinación, latencia y dormición de las semillas, Dormición en las avenas locas. Hoja divulgativa, Núm. 3/92 HD. Ministerio de agricultura pesca y alimentación. Corazón de María – Madrid.

Jiménez de Erramouspe, P.; Armada de Romano, M.; Gómez, S.. 2008. Caracterización química y estructural de semillas de quinua variedad Cica. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de Salta. Argentina

Kachman, S. 2000. An Introduction to generalized linear mixed models. Department of Biometry, University of Nebraska–Lincoln. 15 p. http://statistics.unl.edu/faculty/steve/glmm/paper.pdf

Lluna Duval, R. 2006. Hormonas vegetales: crecimiento y desarrollo de la planta. Tecnología de producción – Industria hortícola.

Montgomery, D. 2003. Diseño y análisis de experimentos. Trad. Rodolfo Piña García. Limusa Wiley México DF 686p.

Murashige T, and Skoog F. 1992. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultires. Physiologia Plantarum. 15:473-479.

Rocabado, C; Mercado, L.; Iquize, E. 2013. Producción de Semilla Prebásica de cinco variedades nativas de papa provenientes del Banco de Tubérculos y Raíces Andinas. Revista científica de investigación INFO-INIAF. N 2 vol 1, 2013. La Paz Bolivia.

Ruiz, Marta Maria De Paula. 1994. Alteraciones bioquimicas en semillas envejecidas de girasol (*Heliantlws annaus* L. cv. Peredovik) relacionadas con la viabilidad, funcionalidad de membranas y cambios asociados con la capacidad antioxidante. Universidad Complutense de Madrid. Facultad de Farmacia. Departamento de Bioquimica y Biología Molecular II.

SAS Institute Inc. 2014. Documentation for SAS, Version 9.2. www.sas.com

Trujillo María Isabel. 2006. Conservación de recursos genéticos forestales. Programa Nacional Producción Forestal. 28 - 30 Revista INIA - Nº 8, septiembre 2006.

INTRODUCCIÓN DE LÍNEAS AVANZADAS DE TRIGO DEL CIMMYT EN EL ALTIPLANO DE LA PAZ

Quispe, F. y F. Marza
Programa Nacional de Trigo del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF)
femarza@hotmail.com

Resumen

El objetivo del presente estudio fue identificar y seleccionar genotipos de trigo harinero con características promisorias de adaptación y líneas sobresalientes para componentes de rendimiento en el altiplano de La Paz. El material genético objeto de estudio fue de 146 líneas avanzadas de trigo harinero correspondiente al vivero 41 IBWSN, evaluado en la estación experimental Kallutaca. Se empleó la metodología de surco por entrada con dos testigos como Tepoca T89 y Tiraque. Por coeficientes de correlación se identificó a los genotipos con mayor significancia ($p<0,05$), entre las variables peso de mil granos con peso hectolitrico ($r=0,639$), longitud de espiga con altura de planta ($r=0,505$) y días a emergencia con madurez fisiológica ($r=0,355$). Se seleccionaron componentes de rendimiento como: número de granos por espiga, altura de planta, numero de espigas por metro y el peso hectolitrico. Se estableció también cuatro componentes principales, explicando el 73,9 % de la varianza total acumulada; mostrando la contribución de cada variable cuantitativa a la formación de cada uno de los componentes. Finalmente, en base a los análisis anteriormente citados y los rendimientos obtenidos de 146 genotipos de trigo en estudio, se clasifico en cuatro categorías: buena (con rendimiento mayor a 3000 kg ha^{-1}), favorable (de 2000-3000 kg ha^{-1}), regular (de 1000-2000 kg ha^{-1}) y critico (con rendimientos menores a 1000 kg ha^{-1}).

Palabras claves: *trigo, selección, rendimiento.*

Introducción

El trigo (*Triticum aestivum*) constituye la base fundamental de la alimentación de la población a nivel mundial y en particular de nuestro país. En Bolivia, la campaña agrícola 2010 tuvo una producción total, de 201.508 toneladas de trigo, con un rendimiento promedio de 1.180 $Kg.ha^{-1}$; donde la demanda de este cereal para esta gestión fue de 631.825 toneladas, cubriendo así solo el 32 % de lo requerido y el resto fue cubierto con la importación y el contrabando (MDRyT, 2011). Esta diferencia respecto a la productividad de este cereal frente a otros países, está determinada por la escala de rendimiento y la tecnología de producción, los cuales son factores fundamentales; producto de la mayor atención a la investigación, innovación y transferencia de tecnología.

La zona del altiplano presenta algunas limitaciones agroecológicas, agudizado por la presencia de factores adversos como la sequía; el cual condiciona a la producción triguera (Crespo y Gabriel, 2001). Frente a estos acontecimientos sobre inseguridad alimentaria, restricciones climáticas y fenómenos de la naturaleza, se propuso el estudio, con el propósito de buscar líneas de trigo que cuenten con habilidades potenciales para adaptarse principalmente al clima, al stress hídrico y a las diferentes adversidades (heladas, sequias y granizadas) que presenta el contexto, los cuales son aspectos considerados influyentes en la productividad de este grano y que de alguna forma este cultivar sea una alternativa de producción local para satisfacer los requerimientos nutricionales de la población, con el objetivo de identificar y seleccionar entradas de trigo con características promisorias de adaptación con características agronómicas sobresalientes para el componente de rendimiento en condiciones agrometeorológicas del Altiplano Norte de Bolivia en una población de 146 líneas de trigo procedente del vivero internacional del CIMMYT.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en la campaña agrícola 2009–2010, en la estación experimental Kallutaka, dependiente de la carrera de Ingeniería Agronómica de la Universidad Pública de El Alto, ubicada en la segunda sección del municipio de Laja de la provincia Los Andes del departamento de La Paz, comprendida geodésicamente entre los 16º 31' 28" latitud Sur y 68º 18' 30" longitud Oeste, a una altitud de 3.902 m.s.n.m. El material genético que fue objeto de estudio, consistió de 146 líneas avanzadas de Trigo procedente del vivero 41 IBWSN, pertenecientes al banco de germoplasma del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, clasificada como vivero de observación, y dos testigos comerciales como Tepoca T89 y Tiraque. Por las características del material genético no se hizo uso de un diseño experimental adoptándose la metodología de surco por entrada interpuesto con dos testigos comerciales como Tepoca 89 y Tiraque cada 19 entradas. La parcela experimental fue de 270 m^2, donde la preparación del terreno fue con ayuda de un tractor agrícola. La siembra se realizó de forma manual con una densidad de 100 kg ha^{-1}. Por el método de muestreo aleatorio simple se determinó a 4 genotipos por unidad experimental. Las variables registradas en las unidades experimentales fueron: días a emergencia, madurez fisiológica, altura de planta, número de espigas por metro, longitud de espiga, número de granos por espiga, rendimiento en grano, peso hectolitrico y peso de mil granos. Los datos fueron sometidos a un análisis de estadística descriptiva, tablas de contingencia, análisis de correlación, regresión múltiple y un análisis de componentes principales para rendimiento.

Resultados y iscusión

El comportamiento de las precipitaciones registradas durante los siete meses de la investigación fueron de 368,8 mm, donde las mayores precipitaciones pluviales mensuales se presentaron desde mediados de diciembre hasta febrero con 91,8; 99; y 86,8 mm respectivamente. La temperatura media fue 9,8 ºC, registrándose también 16,2 y 3,4 ºC como máxima media y mínima media respectivamente (Estación meteorológica Kallutaka, 2010). En esta etapa, se describió el comportamiento de las líneas de trigo en estudio, con relación a cada carácter cuantitativo, considerando el análisis de tendencia central (media aritmética), dispersión (desviación estándar, varianza, rango, mínimo, máximo) y distribución (sesgo y curtosis).

La correlación más alta correspondió a las variables de peso hectolitrico y peso de mil granos (r=0,639). Estas variables en su mismo orden se encuentran correlacionadas con las variables rendimiento en grano (r=0,312 y r=0,256); número de granos por espiga (r=0,218 y r=0,158); longitud de espiga (r=0,223 y r=0,460) y altura de planta (r=0,271 y r=0,436), estas correlaciones indican que a mayor altura de planta, longitud de espiga, numero de grano y rendimiento en grano tiende a ser mayor el peso hectolitrico y el peso de mil granos por espiga; los cuales son características propias de rendimiento en grano por unidad de superficie y calidad de grano.

La segunda correlación positiva importante, es la asociación entre la longitud de espiga con rendimiento en grano (r=0,244); estas variables están correlacionadas con el número de granos por espiga (r=0,425 y r=0,401); número de espigas por metro (r=0,223 y r=0,231) y altura de planta (r=0,505 y r=0,454), los cuales indican que a mayor altura de planta y longitud de espigas, mayor será el número de granos por espiga, el cual es directamente proporcional al rendimiento.

Otra correlación importante, es la asociación entre días a emergencia y madurez fisiológica (r=0,355), los cuales a su vez se encuentran correlacionadas con la altura de planta (r=0,437 y r=0,204), que indica que cuanto más tarda la emergencia de las plántulas de igual manera será la madurez del trigo.

Campero *et al.,* (2001), menciona que en el estudio de factores limitantes a la producción de trigo, la alta correlación presentada fue de numero de granos por metro y el peso de cien granos (r=0,96), y que el número de espigas se relacionó directamente con el rendimiento (r=0,65). Estableciéndose entonces que las variables correlacionadas, son factores importantes que tienen su efecto en el rendimiento en grano y que estas son susceptibles a los días a la emergencia, los cuales influyen directamente en el desarrollo del cultivar.

Se realizó la inferencia correspondiente, realizando regresión múltiple para el rendimiento en grano como variable dependiente además de: días a emergencia, madurez fisiológica, altura de planta, número de espigas por metro cuadrado, longitud de espiga, número de granos por espiga, peso hectolitrico y peso

de mil granos como variables independientes.

Según el análisis de varianza, se obtuvo 4 grupos, los cuales todos resultaron ser significativos ($p<0,05$), el primero con la influencia de altura de planta, el segundo por altura de planta y número de granos por espiga, el tercero por altura de planta, número de granos por espiga y número de espigas por metro, y el cuarto grupo asociado a cuatro variables cuantitativas ordenados de acuerdo a la significancia de cada una de las variables que aportan al rendimiento en grano (kg. ha^{-1}). Donde el modelo de estimación del rendimiento en grano de trigo está dado por:

$$\text{Rendimiento} = -3,288 + 0,032\ \text{NGE} + 0,029\ \text{AP} + 0,004\ \text{NEM} + 0,030\ \text{PH}$$

De acuerdo a este resultado, se puede afirmar que el modelo demuestra que el rendimiento tiene una relación positiva y que está influenciado en una mayor proporción por número de granos por espiga, así como también confirma la dependencia de la altura de planta, número de espigas por metro y el peso hectolitrico; ya que a mayor número de estas variables mayor será el rendimiento por unidad de superficie, en consecuencia, este análisis de regresión nos permitió conocer mejor el comportamiento y el manejo práctico que necesitan las líneas de trigo en estudio. Al respecto varios autores han destacado que el rendimiento es el resultado del número de granos por unidad de superficie y del peso alcanzado por los mismos (Fraschina y Formica, 2003). Sin embargo, la extensa región triguera en el país tiene ambientes de producción condicionado por la gradiente altitudinal que permite una distinta expresión del llenado de grano.

Las variables independientes fueron transformadas a componentes principales, estas fueron interpretadas tomando en cuenta sus valores, sus vectores propios y la varianza total explicada por cada uno de los componentes, así como la proporción de la varianza total acumulada.

Los resultados obtenidos en este estudio, se interpretaron en función al valor propio (peso o varianza de cada eje) de nueve componentes principales. De acuerdo al criterio de Cliff (1987); citado por Franco e Hidalgo (2003), se consideró a cuatro de estos componentes principales; el primero con 32,7 %, el segundo con 15,7 %, el tercero con 13,3 y el cuarto con 12,1 % de la varianza total, se logró representar el 73,9 % de la varianza total acumulada.

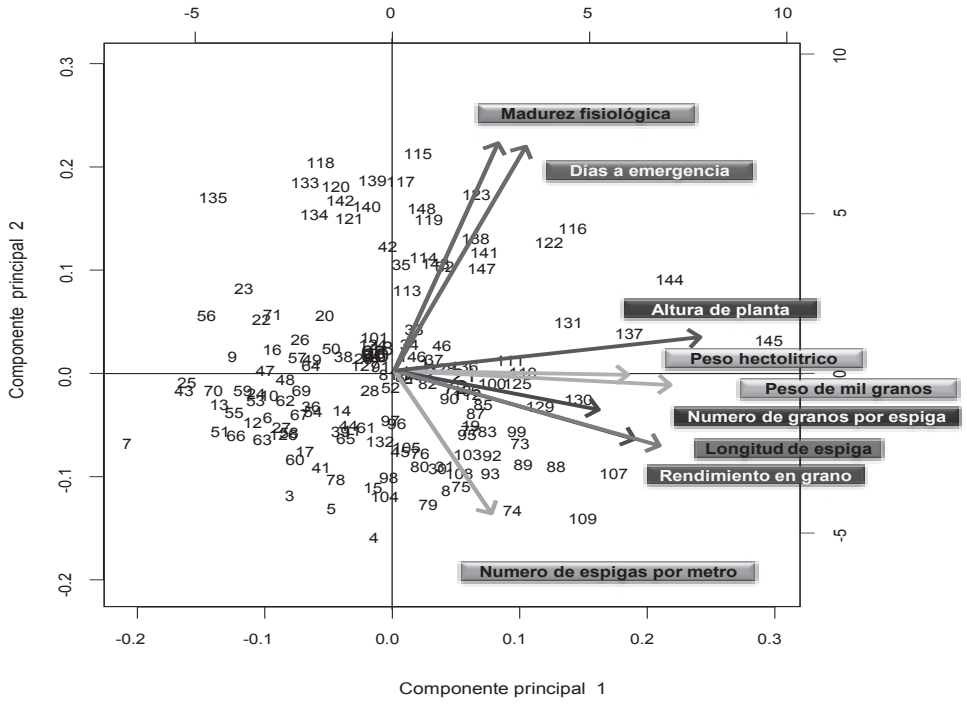


Figura 1. *Biplot para componentes principales de rendimiento de 146 líneas avanzadas de trigo del vivero 41 IBWSN del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, en el altiplano norte de Bolivia durante la campaña agrícola 2009-2010.*

Con la finalidad de mostrar de forma conjunta la distribución de las nueve variables cuantitativas, recurrimos a la construcción y representación gráfica de los mismos en un plano bidimensional para los dos primeros componentes principales, de manera que se puedan observar las proyecciones de las variables. En la Figura 1, se puede advertir de forma nítida los resultados del análisis de componentes principales de un primer grupo donde las variables: altura de planta, peso de mil granos, longitud de espiga, rendimiento en grano, peso hectolitrico y numero de granos por espiga son las más correlacionadas y mejor explicadas. Asimismo, estas se encuentran alejadas del origen formando ángulos menores a 90º. Esto significa que cuando una de las variables aumenta la otra variable también aumenta por la correlación existente entre las mismas.

Las variables madurez fisiológica y días a la emergencia se encuentran muy correlacionados, los cuales se encuentran alejadas al origen, por lo que se encuentran mejor representados en este componente formando un segundo grupo. Esta representación nos muestra que cuanto mayor sea los días a la emergencia mayor será los días a la madurez fisiológica. En consecuencia, este análisis demuestra que las líneas: L1150, L1112, L1110, L1019, L1149 y L1113 con rendimiento de grano de: 5858, 3978, 3511, 3288, 3280 y 3063 $kg.ha^{-1}$, se encuentran entre los más sobresalientes, mostrándose significativamente las variables: longitud de espiga, peso hectolitrico y peso de mil granos. Estos resultados que se muestran hacen que se identifique como genotipos superiores y que el incremento en la productividad podría lograrse con base en el rendimiento, y apoyados en las variables anteriormente citadas considerando un índice de selección construido con las cuatro variables. Al respecto Grieve *et al.,* (1992), observaron que el mayor rendimiento en grano de trigo se determinó por un mayor número de granos por espiga y el peso hectolitrico, pero que estos componentes del rendimiento pueden ser afectados por factores ambientales. Sin embargo, Slafer y Calderini (2003) y Hewstone (2003), señalan que resulta más práctico, fácil y confiable medir el rendimiento del grano de trigo, ya que este es la resultante de todos los factores biótico y abióticos que se presentan desde la siembra hasta la cosecha y además, los componentes del rendimiento frecuentemente muestran correlaciones negativas, por lo que el rendimiento potencial de un cultivar se lograra cuando no existan factores ambientales que limiten la máxima expresión de sus componentes del rendimiento.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos bajo los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, se puede concluir que:

- Se ha evidenciado también que las variables: peso hectolitrico y el peso de mil granos están fuertemente correlacionadas con: rendimiento en grano, numero de granos por espiga, longitud de espiga y altura de planta. La segunda correlación más importante de la matriz, formaron la altura de planta con longitud de la espiga, los cuales correlacionaron significativamente con días a emergencia, madurez fisiológica, numero de espigas por metro, numero de granos por espiga, peso hectolitrico y peso de mil granos.

- Según el modelo matemático de estimación por regresión múltiple, se demostró; que el rendimiento en grano por unidad de superficie, está influenciado positivamente por las variables de numero de granos por espiga, altura de planta, numero de espigas por metro y peso hectolitrico.

- El método de análisis de componentes principales permitió identificar a las variables que más han contribuido a la productividad; el primer componente formado de las variables: altura de planta, peso de mil granos, longitud de espiga, rendimiento en grano, peso hectolitrico y número de granos por espiga. El segundo componente constituido principalmente por variables como: madurez fisiológica, días a emergencia, número de espigas por metro, longitud de espiga, rendimiento en grano, y número de granos por espiga. El tercer componente conformado por las variables de: peso hectolitrico, numero de espigas por metro, peso de mil granos, días a la emergencia, altura de planta y rendimiento en grano. Y el cuarto componente compuesto por las variables: número de granos por espiga, número de

espigas por metro, peso de mil granos, madurez fisiológica, peso hectolitrico y rendimiento en grano.

Referencias citadas

Campero, M. *et al.,* 2001. Identificación de factores limitantes a la producción de trigo en campos comerciales en los llanos de Santa Cruz, Invierno 2000. Memorias de la IV reunión nacional de trigo y cereales menores. Cochabamba – Bolivia. Pp. 223.

Crespo, M. y Gabriel, O. E. 2001. Evaluación de material segregante de trigo bajo condiciones de estrés hídrico. Memorias de la IV reunión nacional de trigo y cereales menores. Cochabamba – Bolivia. Pp. 135.

Franco, T. L. e Hidalgo, R. (Eds.). 2003. Análisis estadístico de datos de caracterización morfológica de recursos fitogenéticos. Boletín técnico no. 8, Instituto internacional de recursos filogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. Pp. 8, 20, 22,30-31.

Fraschina, J. y Formica, M. B. 2003. Fisiología del cultivo de trigo. Caracterización del crecimiento del grano de trigo. Instituto nacional de tecnología agropecuaria "*Marco Juárez*", (INTA). Córdoba-Argentina. Pp. 40-42.

Hewstone, C. 2003. Rediseño de componentes de rendimiento y su interacción con el manejo. Estrategias y metodologías utilizadas en el mejoramiento de trigo. Seminario Internacional, La estanzuela, Uruguay. CIMMYT – INIA. Pp. 25-26.

Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT). 2011. Política de desarrollo rural en Bolivia. Agricultura sostenible para la seguridad alimentaria. Pp.6.

Mora, F. F. M. 2011. Condiciones climáticas amenazan cosechas. Alerta de mercados, granos básicos. Sistema de información e inteligencia de mercados, Costa Rica. 10p.

Programa Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología para el Cultivo de Trigo (PROTRIGO). 2001. Memoria final de Protrigo (1999-2001). Sucre – Bolivia. Pp. 48.

Slafer, G. A. y Calderini, D. F. 2003. Herramientas fisiológicas para el mejoramiento del rendimiento de trigo. Estrategias y metodologías utilizadas en el mejoramiento de trigo, La estanzuela, Uruguay. CIMMYT – INIA. Pp. 16.

LA AGROBIODIVERSIDAD DEL MANÍ EN CHUQUISACA, SU USO PARA LA OBTENCIÓN DE VARIEDADES

Cresencio Calle Cruz[1]
[1] *Fundación PROINPA (c.calle@proinpa.org)*

Resumen

El maní cultivado tiene su centro de origen en la región sur de Bolivia, consecuentemente la variabilidad genética presente en el Chaco y Valles de Chuquisaca es abundante. Si bien se han realizado investigaciones sobre colectas, caracterización morfológica y molecular, aún resta trabajo para hacer un uso y aprovechamiento sostenible de esta agrobiodiversidad. Después de cinco años de investigación participativa a base de ecotipos de maní en Padilla se obtuvieron las variedades T'urupampa (hábito rastrero y vaina y granos grandes) y Pili Pili (hábito erecto y vaina y granos medianos), las cuales fueron obtenidas mediante la investigación participativa que muestra que se pude hacer uso de la agrobiodiversidad del maní orientado a la mejora varietal. Resta por caracterizar aspectos de calidad, como los contenidos de ácidos grasos, aceites, proteínas para promover su uso sostenible. Es importante implementar estrategias de conservación in situ en los lugares de mayor agrobiodiversidad, para que a través de un uso sostenible se pueda beneficiar directamente a los productores.

Palabras claves: *Maní, agrobiodiversidad, germoplasma, ecotipos, caracterización, variedades*

Introducción

El maní pertenece a la familia de la fabáceas, es una planta autógama (flujo génico por polen nulo, excepto en presencia de abejas) y es geocárpica (las vainas maduran debajo del suelo) y se destaca por su gran adaptabilidad y su valor alimenticio (50% aceite estable, 20-25% proteína de buena calidad) (Ojeda et al, 2005).

Según datos del Instituto Nacional de Estadística, en Bolivia se cultiva 11.991 ha de maní, con un rendimiento promedio de 1.042 kg/ha (MDRyT, 2011). Las zonas productoras del Chaco se tienen rendimientos promedio de 1250 kg/ha, superiores al rendimiento medio nacional, lo que muestra la potencialidad de estas zonas.

Otra de las principales ventajas del maní como parte de las leguminosas, es que permite fijar nitrógeno en el suelo, importante nutriente para su desarrollo de las plantas. Esta provisión la realiza a partir de su capacidad de capturar el nitrógeno existente en la atmósfera y con bacterias del tipo Rhizobium y/o Bradyrhizobium que permite fijar importantes cantidades de este nutriente en el suelo (Calle, *et al* 2012).

Los ecotipos que se cultivan en las diferentes zonas son numerosos y varían en tamaño de vaina, ciclo de maduración, tipo de crecimiento, tamaño de vaina, granos por vaina, tamaño y color de vaina y características de calidad y sabor. Esta gran diversidad de maníes nativos es parte del patrimonio cultural y agrícola boliviano y del mundo, constituyéndose en base para el fitomejoramiento y así generar variedades requeridas por los productores, transformadores y consumidores para de esta manera contribuir a la seguridad alimentaria. En consideración de lo anterior, el objetivo del trabajo fue caracterizar la agrobiodiversidad y generar variedades de maní de manera participativa a partir de ecotipos locales.

Bolivia centro de origen del maní cultivado

El maní cultivado (*Arachis hypogaea L.*) fue domesticado en los valles interandinos y la región de transición del Chaco Boliviano, siendo esta región el centro de origen de esta especie (Krapovickas, 2004). Los conquistadores españoles en sus relatos se refieren al maní como una planta que cultivaban los nativos y que los frutos maduraban bajo la tierra, a la cual llamaban "Manduvi". (Seijo, 2004).

De acuerdo con investigaciones realizadas en Argentina (Seijo, 2004) y en Brasil (Valls 2004), se confirma que los ancestros próximos al maní cultivado son *Arachis duranensis y Arachis ipaensis*, que se en localizan en el sur de Bolivia, constituyéndose por tanto el centro de origen del maní cultivado las proximidades de Villamontes en cercanías del Rio Pilcomayo. La figura 1 muestra el proceso de origen que estos dos antecesores silvestres dieron origen al maní cultivado.

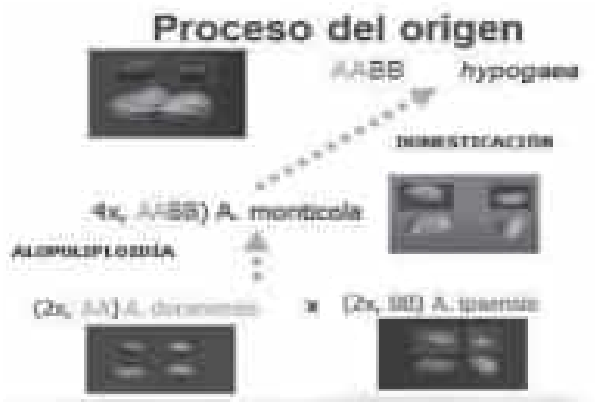


Figura 1. Esquema del proceso de origen del maní cultivado (Seijo, 2004)

Materiales y métodos.

Colectas y caracterización

Se han realizado colectas de ecotipos de maní en comunidades del Municipios de Padilla, Serrano y Alcalá principalmente que corresponden a la región de Chuquisaca Centro.

Posterior a las colectas se han implementado parcelas de observación o jardín de ecotipos para ser evaluados en cuanto a sus características morfológicas y agronómicas utilizando para ello descriptores del Bioversity (Ex IPGRI).

Análisis molecular de la variabilidad

En los Laboratorios de Biología Molecular de Proinpa, se realizó un primer análisis utilizando para ello marcadores moleculares microsatélites para 156 ecotipos colectados en los Valles además de accesiones adicionales del Chaco. Este estudio preliminar se realizó mediante la extracción de ADN de hojas tiernas y empleando el método CTAB2X.

Proceso de Investigación Participativa para obtención de variedades

Bajo la metodología de los Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL's) establecidas en las comunidades de Pili Pili y T'urupampa, (Municipio de Padilla, Chuquisaca), a partir de los ecotipos colectados se eligieron dos para realizar el proceso de purificación y selección positiva de las plantas para la obtención de las variedades de acuerdo a las siguientes etapas:

- 2007-2008 Selección positiva de 500 plantas.
- 2008-2009 Siembra y selección de 250 plantas.
- 2009-2010 Siembra bajo diseño de Látice de 16 por 16 con dos repeticiones.
- 2010-2011 Liberación y Multiplicación de semilla.

Resultados y discusión

La agrobiodiversidad de maní; características y comportamiento agronómico de 22 ecotipos de maní

En el análisis preliminar de los datos de la caracterización fenológica se pudo observar que presentan variabilidad en cuanto a: hábito de crecimiento; ciclo vegetativo del cultivo, tamaño y forma de la vaina, tamaño y color de los granos, reacción enfermedades y otras (Calle, 2012).

De veintidós ecotipos evaluados, seis; Oclliri Largo (rastrero), Cormino (erecto)**,** Larguillo Oclliri (erecto), Last´a (rastrero), Patillo (rastrero), Oclliri Colorado (erecto), presentaron tolerancia de 3 a 4% de incidencia a las enfermedades foliares, en comparación al resto de los ecotipos.

Los rendimientos más altos en grano y peso de 100 semillas presentaron los ecotipos Pico y Loro, Quinsancho, Patillo, Larguillo, Oclliri Colorado, Colorado, con pesos entre 125 a 147 gramos por parcela, con relación a los demás ecotipos que presentaron bajos pesos.

Las características agronómicas y morfológicas de los seis ecotipos más sobresalientes en el rendimiento y peso de 100 semillas de maní fueron, floración profusa y moderada, el tipo de planta rastrero en los diferentes ecotipos mostraron mayor formación de vainas maduras.

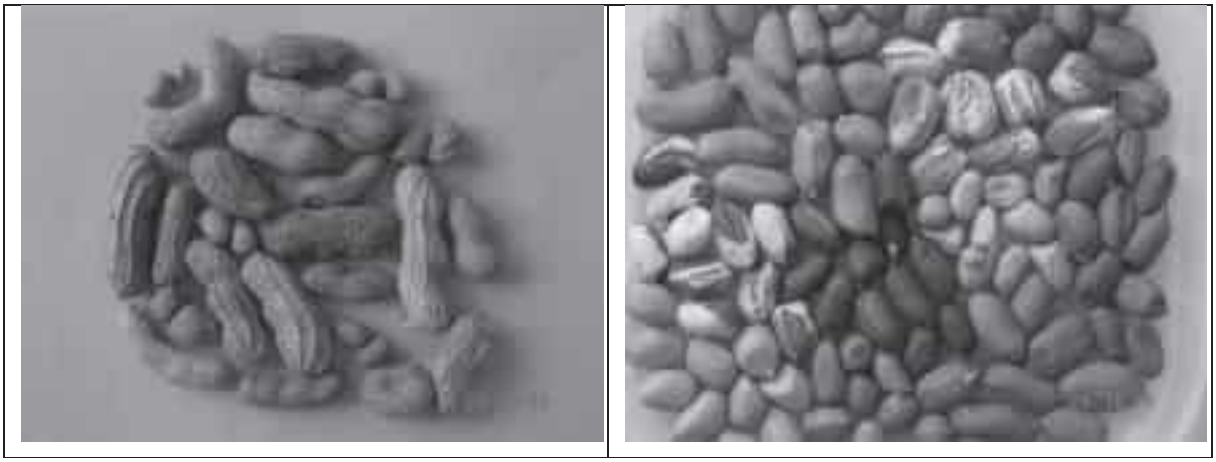


Figura 2. Diversidad de vainas y granos de maní en tamaños, formas y colores, expresión de la variabilidad genética del maní en Bolivia.

La caracterización molecular

De acuerdo a este estudio preliminar, en el que además de las 22 accesiones de Chuquisaca Centro fueron incluidas accesiones del Chaco tanto Chuquisaqueño como Tarijeño, mediante la extracción de ADN de hojas tiernas y empleando el método CTAB2X, donde la mayoría de los ecotipos mostró una huella genética singular las cuales se pueden observar que se separan en el dendograma generado (Figura 3). Por lo que se puede concluir que existe una amplia diversidad genética entre los ecotipos de maní cultivado.



Figura 2. Caracterización molecular con GSS 21 microsatélites, para 156 accesiones de maní (PROINPA no publicado)

Obtención de variedades de maní a partir de ecotipos locales

La experiencia de los Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL) de Padilla en la obtención de variedades de maní en Chuquisaca Centro

De veintidós ecotipos de maní evaluados por su tolerancia a enfermedades y rendimiento así como un proceso de selección positiva, después de cuatro años de investigación participativa con CIAL's (Comités de Investigación Agrícola Local) en el Municipio de Padilla se logró liberar y registrar dos nuevas variedades de maní dentro del municipio de Padilla

que en reconocimiento a las comunidades donde se hizo el trabajo se denominaron: T'URUPAMPA-2011 y PILI PILI-2011. Este proceso constituye un importante esfuerzo de los productores de maní con el apoyo técnico de PROINPA en la realización de esta investigación participativa que muestra el aprovechamiento de la agrobiodiversidad del maní (Fundación Proinpa, 2011).



Figura 4. Variedades de maní liberadas en Padilla, 2011

Cuadro 2. Principales características de las nuevas variedades de maní generados en Padilla, Chuquisaca.

CARACTERSÍTICAS	PILI PILI 2011	T'URUPAMPA 2011
Habito de crecimiento	Erecto 6	Rastrero (Decumbente2)
Altura de planta en cm.	33 cm	17,2 cm
Rango de días a la cosecha	140 – 150	150 – 165
Número de vainas por planta	27	36
Número de granos por vaina	1 a 2	1 a 3
Forma del grano	Oval redondo	Oval alargado
Color del grano	Rojo	Rojo-pálido
Tamaño del grano	Mediano	Grande
Peso de 100 semillas en gramos	126	130,1
Rendimiento promedio en kg/ha	1607	2500



Figura 5. Productores de maní de Padilla integrantes del Comité de Investigación Agrícola Local (CIAL), evaluando el comportamiento de las variedades de maní.

Conclusiones

- Existe una abundante variabilidad genética del maní cultivado que fue caracterizado en sus aspectos morfológicos, agronómicos y moleculares, lo cual la amplia variabilidad de la agrobiodiversidad cuyo aprovechamiento es aún limitado.

- Las variedades T'urupampa y Pili Pili, obtenidas a partir de ecotipos mediante la investigación participativa muestran que se pude hacer un aprovechamiento de la agrobiodiversidad del maní orientado a la mejora varietal.

- Resta por caracterizar aspectos de calidad, como los contenidos de ácidos grasos, aceites, proteínas para promover su uso sostenible.

- Es importante implementar estrategias de conservación in situ en los lugares de mayor agrobiodiversidad, para que a través de un uso sostenible se pueda beneficiar directamente a los productores.

Referencias citadas

Calle. C. 2012. Uso sostenible de la agrobiodiversidad de maní. *In* 1ra Evaluación de la Cadena del maní. Gobierno Autónomo de Chuquisaca. Sucre Bolivia. 69 p.

Calle. C. 2012. El maní, Avances y desafíos de las experiencias de PROINPA. In 1ra Evaluación de la Cadena del maní. Gobierno Autónomo de Chuquisaca. Sucre Bolivia. 69 p.

Calle C.C., Villegas Ch. J., León Q. R., Martínez C. J.C. 2011. Prácticas de Manejo del Cultivo de Maní. Fundación PROINPA, Programa de Innovación Continua PIC. Talleres Gráf. Gaviota del Sur. Sucre Bolivia. 12 p.

Calle C.C., Maita T.R., 2006 El Cultivo de Maní, Avances de PROINPA en los Valles y Chaco de Bolivia. *In* Compendio 2003-04, 2004-05. Fundación PROINPA.

Fundación Proinpa. 2011. Informe Final. PIC Sistemas de Producción Basados en Ají y Maní en el Municipio de Padilla. Sucre.

Fundación Proinpa, Programa de Innovación Continua (PIC-COSUDE). 2011. "PILI PILI y T'URUPAMPA 2011. Variedades de Maní Generadas en Padilla". Boletín divulgativo. Sucre Bolivia. 2p

Ministerio de Desarrollo rural y Tierras MDRyT, 2011. Boletín de Estadísticas Agropecuarias

Krapovickas, A. 2004. Consideraciones sobre el origen del maní. IV Encuentro de especialistas del género Arachis.

Ojeda Ch. N., Calle C.C., Arrazola. M. Arevalo J., Céspedes M. 2005. Maní, Manual de Cultivo. FDTA Valles, ANAPO, Fundación PROINPA, CIAPROT. Impresiones Poligraf. Cochabamba Bolivia. 64p.

Seijo. J.G, Lavia G.I. 2004. Que nos cuentan los genes ribosómicos sobre el origen del maní. IV Encuentro de especialistas del género Arachis.

Valls. JF. 2004. Novas prioridades para a colecta de germoplasma de especies de Arachis no Brasil. IV Encuentro de especialistas del género Arachis.

***Agradecimientos a**: Los Comités de Investigación Agrícola Local (CIAL's) de Pili Pili y T'urupampa del Municipio de Padilla, al Comité Impulsor de Ají y Maní de Chuquisaca, al Laboratorio de Biología Molecular de la Fundación PROINPA y al Programa de Innovación Continua (PIC) de la COSUDE.*

LOS AGRICULTORES CUSTODIOS: FORTALECIMIENTO DE LA CONSERVACIÓN *IN SITU* DE LA AGROBIODIVERSIDAD EN BOLIVIA

Wilfredo Rojas[1], Milton Pinto[1], Juana Flores, Ronnie Mamani[1] y Stefano Padulosi[2]

[1]Fundación PROINPA, La Paz, Bolivia
[2]Bioversity International, Roma, Italia
E-mail: w.rojas@proinpa.org

Resumen

La conservación *in situ* de la agrobiodiversidad en finca o sistemas tradicionales de cultivo ha ido cobrando importancia desde la década de los 90'. Se ha puesto en marcha en diversas partes del mundo iniciativas con el fin de comprender las dinámicas locales que ocurren en la conservación y uso de la diversidad de cultivos en estos sistemas tradicionales con el propósito de contribuir a generar y/o fortalecer las estrategias locales de conservación. La conservación en finca mantiene los conocimientos tradicionales vinculados a la agrobiodiversidad y a las prácticas relacionadas con su uso. Son pilares de la conservación de la agrobiodiversidad aquellos agricultores que por diversas razones se distinguen de los demás por su contribución a la conservación de la diversidad de variedades nativas, ellos son llamados 'agricultores custodios' que silenciosamente aportan a la conservación con los cultivos destinados principalmente a la alimentación de sus familias y de las futuras generaciones del país y el mundo. Con el propósito de visibilizar el rol de los 'agricultores custodios', la Fundación PROINPA coordinó una iniciativa para conocer y entender las motivaciones de estos agricultores conservacionistas, y en abril del presente año el INIAF hizo un reconocimiento a los 'Agricultores Custodios de la Agrobiodiversidad' de ocho comunidades circundantes al lago Titicaca, mediante la presentación de un *Manifiesto de Gratitud*, en el marco del Sistema Nacional de Recursos Genéticos.

Palabras clave: *conservación in situ, agrobiodiversidad, agricultores custodios.*

Introducción

El cambio y la variabilidad climática representan una grave amenaza para la agrobiodiversidad. Ante esta situación la comunidad internacional está respondiendo con un mayor apoyo a la conservación *ex situ* orientado hacia los cultivos considerados 'principales', como el trigo, maíz, arroz, y papa, y con poca atención a los otros cultivos subutilizados y estratégicos para la seguridad alimentaria y nutricional de la humanidad. En comparación con la conservación *ex situ*, la conservación en finca o en sistemas tradicionales de cultivo (*in situ*) es poco abordada por los programas de investigación y desarrollo, y débilmente integrada en las estrategias nacionales de conservación.

Para la conservación en finca se vienen desarrollando estrategias basadas en las comunidades campesinas y en zonas o centros de agrobiodiversidad. En esta forma de conservación se mantiene los conocimientos tradicionales vinculados a la agrobiodiversidad y a las prácticas relacionadas con su uso, las que se transmiten por los agricultores de generación en generación. Son pilares de la conservación de la agrobiodiversidad aquellos agricultores que por diversas razones se distinguen de los demás por su contribución a la conservación de la diversidad de cultivos y variedades en sus sistemas tradicionales de manejo.

Es necesario hacer un mayor esfuerzo para reconocer la contribución de estos 'agricultores

custodios', que silenciosamente aportan con los cultivos destinados principalmente a la alimentación de sus familias y conservan recursos para la alimentación de las futuras generaciones del país y el mundo. En este sentido la Fundación PROINPA coordinó esta iniciativa con instituciones socias (CARE Bolivia, Samaritan's Purse, CETHA Túpac Katari) en el marco del proyecto Especies Olvidadas y Subutilizadas del Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola – conocido como NUS IFAD III por sus siglas en inglés- y auspiciado por Bioversity International,

El objetivo del estudio fue comprender y aprender de los 'agricultores custodios' sobre sus motivaciones para manejar, conservar y usar la diversidad de cultivos y variedades, y a partir de ahí cómo se puede contribuir a desarrollar y/o fortalecer una estrategia de conservación *in situ*, en el marco de una estrategia nacional de conservación como es el Sistema Nacional de Recursos Genéticos (SNRG) que viene implementando el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF).

Materiales y métodos

El trabajo con 'agricultores custodios' y 'bancos comunitarios de semillas' se ejecutó en 8 comunidades circundantes al lago Titicaca: Cachilaya (Provincia Los Andes), Coromata Media (Provincia Omasuyos); Erbenkalla y Rosapata (Provincia Ingavi); y Corque Amaya y Suriquiña (Provincia Pacajes). En estas comunidades se implementó la siguiente metodología (Pinto *et al*. 2013a):

a) **Reuniones y talleres participativos,** se informó a autoridades locales y a agricultores sobre la actividad de 'agricultores custodios'.

b) **Selección de agricultores custodios,** en reuniones comunales y a través de un trabajo conjunto se identificaron y seleccionaron a agricultores voluntarios e interesados en trabajar con la agrobiodiversidad de las comunidades.

c) **Fortalecimiento de las capacidades,** consistió en talleres sobre la importancia de la conservación y uso de la agrobiodiversidad, de su documentación y sobre las buenas prácticas agrícolas para mejorar las condiciones de manejo de cultivos.

Por cada agricultor custodio se generó un libro del 'Registro Comunitario de la Biodiversidad' con información que consiste en 30 variables, que va desde el nombre del cultivo y variedad, tipo de cultivo, fuente de la semilla, manejo y ubicación en el agro ecosistema, formas de uso y/o valoración, procesamiento, valor económico, estado de su conservación e imágenes fotográficas.

Resultados y discusión

Agricultores custodios

Algunos agricultores destacan en sus comunidades por su dedicación al manejo de una amplia diversidad de cultivos y variedades, incluyendo las variedades raras y en peligro de extinción. Estos agricultores poseen el conocimiento tradicional asociado al manejo de la agrobiodiversidad y en armonía con la naturaleza. A estos agricultores excepcionales se les ha otorgado diversos nombres, como: expertos de semillas, agricultores nodales, conservadores de semillas, curiosos, conservacionistas, innovadores, guardianes de las semillas y **agricultores custodios** (Gruberg *et al*. 2013; Rojas *et al*. 2014).

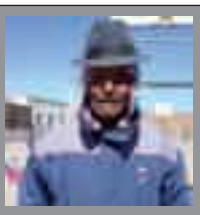
En forma conjunta, los agricultores de la comunidad y los técnicos facilitadores definieron los criterios para la identificación y selección de los 'agricultores custodios': 1) tener y manejar un número importante de especies y variedades; 2) mantener una vocación para conservar y usar la diversidad de variedades; 3) amplia experiencia en el manejo de cultivos, y 4) ser reconocidos y respetados por la comunidad en su papel de agricultor. Bajo estos criterios fueron seleccionados 43 'agricultores custodios' (Cuadro 1), los mismos fueron reconocidos y apoyados por la comunidad (Pinto *et al*. 2013a).

Cuadro 1. Número de 'agricultores custodios' en relación al total de agricultores de ocho comunidades de La Paz circundantes al lago Titicaca

Provincia	Municipio	Comunidad	N° Agricultores Comunidad	N° Agricultores Custodios
Omasuyos	Huarina	Coromata	60	6
Los Andes	Puerto Pérez	Cachilaya	80	4
	Batallas	Corque Amaya	57	6
		Suruquiña	80	5
Ingavi	San Andrés Machaca	Erbenkalla	25	3
		Rosapata	25	4
Pacajes	Caquiaviri	Antaquira	90	8
		Pucamaya	40	7
4	**5**	**8**	**447**	**43**

Durante dos años agrícolas (2011-2013) se realizó el registro de la agrobiodiversidad con este grupo de 'agricultores custodios'. En el Cuadro 2 se presentan los resultados que fueron registrados de la diversidad de cultivos y variedades que manejan cuatro 'agricultores custodios' de la comunidad Cachilaya. Doña Viviana Herrera conserva un total de 109 variedades de papa, quinua, haba, cebada y avena; don Rene Huallpa 31 variedades de papa, oca, isaño, papalisa y cebada; don Elías Vargas 30 variedades de papa, oca, quinua, cañahua y cebada; y don Ricardo Vargas 24 variedades de papa, oca, quinua, cebada y alfalfa (Pinto *et al*. 2013b). Los 'agricultores' se diferencian de los demás agricultores porque éstos últimos cultivan en promedio menos de 15 variedades.

Cuadro 2. Cantidad de cultivos y variedades conservadas por Agricultores Custodios de Cachilaya (Prov. Los Andes de La Paz)

Custodio / Cultivos				
	Ricardo Vargas	Elías Vargas	Rene Huallpa	Viviana Herrera
Papa	15	19	17	79
Oca	6	4	8	*
Isaño	*	*	3	*
Papalisa	*	*	2	*
Quinua	1	4	*	16
Cañahua	*	2	*	*
Cebada	1	1	1	5
Avena	*	*	*	3
Haba	*	*	*	6
Alfalfa	1	*	*	*
TOTAL	24	30	31	109

La papa es el cultivo con mayor diversidad entre los 'agricultores custodios', juega un rol estratégico en la seguridad alimentaria de las familias y para la generación de ingresos. La oca y la quinua en terminos

de diversidad le sigue en importancia a la papa y se usan principalemente para la alimentación, aunque la quinua en el último año ha sido comercializada para la generación de ingresos. También cumplen una función importante en la alimentación de las familias el isaño, papalisa, cañahua, haba, avena y cebada, mientras que alfalfa y la cebada se usan para alimentar al ganado.

Los 'agricultores custodios' no solo conservan su diversidad de cultivos sino que experimentan, son observadores por excelencia y tienen un sentido de responsabilidad para compartir su material vegetal, conocimiento, patrimonio y cultura con sus familias, comunidades y con la sociedad en general; ellos son quienes mantienen, adaptan y fomentan la biodiversidad agrícola. Mientras que los otros agricultores de la comunidad tienen la responsabilidad de seleccionar y conservar las semillas para asegurar la subsistencia de sus familias.

Varios investigadores han puesto en manifiesto que el éxito y la eficiencia de las iniciativas de conservación en finca podrían incrementarse por la tendencia 'pro-diversidad' de los 'agricultores custodios', ya que su interés intrínseco por la preservación de los cultivos y variedades nativas pueden facilitar una colaboración productiva y armoniosa (Gruberg *et al*. 2013). Además la comprensión de las motivaciones de los 'agricultores custodios' para la conservación de los cultivos puede dar pautas importantes sobre cómo trabajar con ellos en la conservación de la diversidad en momentos en que ésta práctica enfrenta tantos desafíos (Gruberg *et al*. 2013).

Bancos comunitarios de semillas

Se constituyen en una estrategia complementaria para apoyar a los 'agricultores custodios' y ambos para fortalecer la conservación *in situ* de la agrobiodiversidad. Para ello, es importante tener en cuenta la naturaleza de cada comunidad, y por lo general la participación de los agricultores de la comunidad es necesaria, de lo contrario el trabajo solo con 'agricultores custodios' será limitado en el sentido de que se pueda afectar el procedimiento que se sigue entre ellos para compartir sus semillas o materiales de siembra, creando barreras en los flujos de semillas.

Los 'bancos comunitarios de semilla' cumplen, al mismo tiempo, la función de ser espacios de multiplicación de semillas y de enseñanza-aprendizaje entre los agricultores donde se ponen en práctica, de manera colectiva, los aprendizajes compartidos en los cursos de capacitación. Sin embargo, se necesita más investigación para entender mejor la complementación de funciones entre los esfuerzos individuales (agricultores custodios) con los esfuerzos colectivos (bancos comunitarios de semillas) para el mantenimiento, valorización, e intercambio de la diversidad genética y el conocimiento tradicional (Gruberg *et al*. 2013; Rojas *et al*. 2014).

El rol de los actores en la conservación de la agrobiodiversidad

El INIAF es la institución nacional encargada de la investigación agrícola, pecuaria y forestal de Bolivia y actualmente está a cargo de los Bancos Nacionales de Germoplasma. Entre sus actividades principales está la conformación del Sistema Nacional de Recursos Genéticos (SNRG), cuya estructura contempla los componentes de conservación *ex situ* e *in situ*, fundamental para visibilizar la existencia de este tipo de iniciativas como son los 'agricultores custodios' y los 'bancos comunitarios de semillas'.

El gobierno boliviano a través del INIAF el 30 de abril del presente año y en el marco de la implementación del SNRG reconoció por primera vez, el papel de los 'Agricultores Custodios de la Agrobiodiversidad' de ocho comunidades (Cuadro 1) como contribuyentes claves para la conservación de la biodiversidad, la seguridad alimentaria y los ingresos, tanto en el presente como en el futuro, para sustentar y cuidar el planeta. Asimismo, el INIAF en este reconocimiento formal hizo la presentación de un ***Manifiesto de Gratitud a los Agricultores Custodios***, de esta forma se da un paso trascendental al incorporar a los 'Agricultores Custodios de la Agrobiodiversidad' como parte del SNRG.

En esta iniciativa de los 'agricultores custodios' que se trabaja con el proyecto NUS IFAD, el rol de las instituciones involucradas como CARE Bolivia, CETHA Túpac Katari, Samaritan's Purse y la Fundación PROINPA, además de otros actores que trabajan en el desarrollo y entendimiento de la dinámica local de estos procesos, es fundamental para su articulación en el SNRG que está llevando a cabo el INIAF. De esta forma es posible construir de manera participativa un modelo de manejo, conservación y uso de los recursos genéticos que vele por este importante patrimonio que tiene el país.



Lectura del Manifiesto y entrega de Certificados de Reconocimiento a los 'Agricultores Custodios de la Agrobiodiversidad'. La Paz, 30 de abril de 2014

Conclusiones

Cada vez es más reconocido los grandes beneficios derivados de la labor de los 'agricultores custodios', es por ello que varias instituciones de diversas partes del mundo están dirigiendo sus esfuerzos para apoyar y comprender el rol de estos actores en la conservación y uso de la agrobiodiversidad y en la búsqueda de la seguridad y soberanía alimentaria.

El reconocimiento y manifiesto llevado a cabo por el INIAF a los 'agricultores custodios', constituye un paso fundamental en el marco del Sistema Nacional de Recursos Genéticos y a partir de ahí iniciar la construcción de red a nivel nacional, similar a las que existen en otras partes del mundo como México y Nepal y donde este tipo de organizaciones son reconocidas y apoyadas por sus gobiernos en el marco de una política nacional (Shrestha *et al*. 2013).

La conformación de una 'red de agricultores custodios' y una 'red de bancos comunitarios de semillas' es necesario llevar a cabo por el rol importante que juegan en la conservación y uso de agrobiodiversidad y por su papel estratégico como guardianes de la diversidad genética y del conocimiento tradicional asociado.

El desafío está en generar los mecanismos de sostenibilidad de los 'agricultores custodios' y los 'bancos comunitarios de semillas' y poner en evidencia las funciones y la relación entre los agricultores custodios, los bancos comunitarios de semillas y los bancos nacionales de germoplasma.

Referencias citadas

Gruberg H., Meldrum G., Padulosi S., Rojas W., Pinto M., Crane T. 2013. Hacia un mayor entendimiento sobre los agricultores custodios y sus roles: percepciones de un estudio de caso en Cachilaya, Bolivia. Bioversity International, Roma y Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia.

Pinto M., Duran A., Flores J., Condori E., Hilaquita D., Huanca P., Huampu F., Mamani G. 2013a. Entrenamiento a los miembros de la comunidad en la colección de datos. En: Pinto M., Rojas W. (eds.) 2013. Fortalecimiento de la resiliencia en comunidades rurales pobres ante la inseguridad alimentaria, pobreza y cambio climático, a través de conservación de la agrobiodiversidad local en finca. Informe Técnico Anual. Febrero 2012 - Enero 2013, Proyecto NUS IFAD III. Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. pp 9-25

Pinto M., Duran A., Flores J., Condori E., Hilaquita D., Huanca P., Huampu F., Mamani G., Quispe M. 2013b. Estudio y documentación de diversidad, conocimiento tradicional, esfuerzos de conservación y amenazas. En: Pinto M., Rojas W. (eds.) 2013. Fortalecimiento de la resiliencia en comunidades rurales pobres ante la inseguridad alimentaria, pobreza y cambio climático, a través de conservación de la agrobiodiversidad local en finca. Informe Técnico Anual. Febrero 2012 - Enero 2013, Proyecto NUS IFAD III. Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. pp 26-61.

Rojas W., Pinto M., Flores J., Padulosi S. 2014. Los agricultores custodios y los bancos comunitarios de semilla. LEISA Revista de Agroecología. 30(1): 19-21.

Shrestha P., Vernooy, R. & Chaudary, P. 2013. Community Seed Banks in Nepal: Past, Present, Future. Proceedings of a National Workshop, LI-BIRD/USC Canada Asia/Oxfam/ The Development Fund/IFAD/Bioversity International, 14-15 June 2012, Pokhara, Nepal.

MATERIAL DIDÁCTICO SOBRE CONSERVACIÓN DE RECURSOS GENÉTICOS Y NATURALES

Marcia Céspedes[1], Teresa Ávila[1], Ximena Reyes[1], Leticia Cardona[1], Carmiña Montoya[2], José Baudoin[2]
1. Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani
2. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño
m.cespedes@fundacionpatino.org

Resumen

Son pocos los sectores activos y comprometidos con el cuidado de la naturaleza y por ende de los recursos genéticos en Bolivia y estos generalmente están integrados por profesionales relacionados con estos temas sobre todo como consecuencia de su actividad laboral, sin embargo, las consecuencias del deterioro ambiental y la pérdida de recursos genéticos y naturales las sufrimos todos, por lo que es necesario involucrar a la población en general en la tarea de preservar la naturaleza. Los materiales didácticos conteniendo información asimilable sobre temas científicos o técnicos de conservación de recursos genéticos y naturales, pueden ser importantes en la sensibilización del público en general sobre estos aspectos. Es así que a través de este proyecto, en Cochabamba y Santa Cruz se consiguió la participación de alrededor de 200 profesores de áreas rurales y urbanas, biólogos, comunicadores y otros profesionales; 400 estudiantes del sistema formal e informal en forma directa y 5000 en forma indirecta en la utilización de varios materiales didácticos, dando como resultado la creación de materiales didácticos nuevos, con contenido referido a cuidar los recursos genéticos y la naturaleza y garantizar la disponibilidad de los mismos a lo largo del tiempo, como para mantener una calidad alimentaria óptima en base a la utilización de una diversidad de productos en nuestra alimentación diaria.

Palabras clave: *Recursos genéticos, material didáctico, conservación.*

Introducción

Actualmente existe una preocupación por el cuidado del ambiente, el cual se va deteriorando cada vez más rápido debido a diversos factores, como el abuso en la utilización de algunos recursos naturales o la falta de conciencia en la conservación de los recursos genéticos, invaluables para la población humana y afectando la biodiversidad que según el Convenio Sobre Diversidad Biológica (1992), es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente o diversidad dentro de cada especie. Los recursos genéticos, constituyen un componente estratégico de la biodiversidad debido a su estrecha relación con el hombre (Avila y Céspedes, 2010).

Según la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio (EM [a]), la pérdida de biodiversidad contribuye a la inseguridad alimentaria y energética, aumenta la vulnerabilidad frente a desastres naturales como inundaciones o tormentas tropicales, empeora las condiciones de salud, reduce la disponibilidad y calidad del agua, y erosiona el patrimonio cultural.

La FAO considera que un desarrollo sostenible es viable, si se conserva la tierra, el agua y los recursos vegetales y animales, sin degradar el medio ambiente (FAO, 1988 citado por Sepulveda,), para esto, es necesaria la participación de la población en general, pero no existe un nivel adecuado de conciencia ambiental sobre la importancia de la preservación del ambiente y específicamente de los recursos vegetales y animales que constituyen la riqueza genética que permitirá la subsistencia de las generaciones actuales y futuras.

Por otro lado existe la ley del medio ambiente que tiene por objeto la protección y conservación del medio ambiente y los recursos naturales, regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad de mejorar la calidad de vida de la población (Artículo 1°) y define objetivos del control de la calidad ambiental (Artículo 19°) (Gaceta oficial de Bolivia, 1992).

Pese a la existencia de esta ley ambiental, son pocas las acciones dirigidas a cumplirla y sobre todo a preservar eficazmente la naturaleza, siendo que esta preservación es una tarea de todos, tanto en Bolivia como en el mundo entero, así como la conservación de los recursos genéticos, por esta razón, el Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani en coordinación con el Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño (CEDSIP) y el Centro Pedagógico y Cultural Simón I. Patiño (CPCSIP), hace 6 años inició el proyecto "Conservación de recursos genéticos: Un reto para todos", el cual fue complementado en base a varios componentes, uno de estos fue el de crear materiales didácticos que den a conocer la importancia de la conservación de nuestros recursos genéticos, tanto a nivel de garantizar la disponibilidad de los mismos a lo largo del tiempo, como para mantener una calidad alimentaria óptima en base a la utilización de una diversidad de productos en nuestra alimentación diaria.

El objetivo de la creación de materiales didácticos sobre temas de conservación de recursos, como cuentos o juegos de fácil utilización y asimilación, fue realizar la implementación de acciones de sensibilización sobre la importancia de la preservación de especies animales y vegetales que van desapareciendo, en el caso de las vegetales, debido a la falta de uso a nivel alimenticio y conseguir un efecto multiplicador con la utilización de éstos a nivel de la población en general y sobre todo la escolar.

[a] http://www.greenfacts.org/es/biodiversidad/acerca-biodiversidad.htm

Materiales y métodos

En Cochabamba se ejecutaron 3 talleres de capacitación para dar a conocer la utilidad de los materiales didácticos como los cuentos y juegos en la difusión de temas científicos de importancia general, proporcionar las pautas para su creación e incentivar la creación de este tipo de materiales adecuados a nuestro entorno, con la utilización de varios materiales didácticos sobre temas de conservación y biología.

Se complementaron estos talleres, con la participación de profesores y coordinadores de la Red de bibliotecas del CPCSIP, en la aplicación de dos materiales didácticos modelo en propuestas de aplicación de los dos materiales mencionados, en unidades educativas y en las bibliotecas de la Red de bibliotecas del CPCSIP con grupos de niños de distintos establecimientos educativos. La mayoría de estos proyectos fueron dirigidos a fomentar el consumo de variedades que se encuentran cada vez menos y a mejorar la calidad de la alimentación a nivel familiar.

Se realizaron también exposiciones en el CIFP y ferias en diferentes unidades educativas y en el Centro Pedagógico y Cultural Simón I. Patiño, exponiendo los materiales didácticos modelo y explicando su utilización.

En Santa Cruz, se capacitaron a profesores de varias unidades educativas, los mismos que en sus establecimientos capacitaron a más profesores, aplicando los conocimientos de la capacitación y dos materiales didácticos modelo, entregados. Asimismo, crearon junto con sus estudiantes, textos, juegos didácticos, títeres y bailes relacionados con la importancia y la conservación de los recursos genéticos, para asegurar la alimentación del planeta.

Debido a la motivación y creatividad que mostraron profesores y estudiantes en las réplicas, se llevó a cabo la Feria de Recursos Genéticos y Biodiversidad "Una responsabilidad para todos" en la cual, participaron 85 expositores con sus materiales científicos y juegos de su creación, los mismos que fueron expuestos para niños visitantes de otras unidades educativas.

Se realizó la selección y edición de los materiales producidos en Santa Cruz de la Sierra y en Cochabamba se lanzó una convocatoria para las unidades educativas participantes, para la creación de materiales sobre conservación de recursos genéticos, con la finalidad de realizar la replicación de los mismos.

Resultados y discusión

Se capacitaron 200 profesores de unidades urbanas y rurales y facilitadores además de12 coordinadores de bibliotecas

Se realizaron 2 cursos taller de capacitación, 4 réplicas para profesores y facilitadores, 3 talleres para niños y un taller de presentación de materiales nuevos

35 profesores y 12 coordinadores de bibliotecas ejecutaron propuestas de aplicación de los materiales didácticos

Participaron 12 unidades educativas, 11 del sistema formal y una del sistema informal, en forma directa.

400 alumnos participaron en forma directa y más de 5000 en forma indirecta

Se realizaron tres ferias con asistencia de más de 800 personas entre estudiantes, profesores y público en general

Se realizaron siete ferias en unidades educativas, con el material producido por los profesores y alumnos

Se replicaron cinco cuentos, cinco juegos y una cartilla informativa, nuevos, creados como resultado de los talleres, exposiciones y ferias (Tabla 1).

Tabla 1. Materiales didácticos sobre conservación de recursos genéticos

Detalle
Cuento Viaje por la conservación
Juego Carrera por la conservación
Juego Áreas protegidas de Bolivia
Folleto Juega con nosotros, vamos a conocer nuestras áreas protegidas
Cuento La Cruzada del cóndor
Cuento Sueños naturales
Juego Viaje natural
Cuento La salvación de la tierra
Juego El mejor agricultor
Cuento Los agusos
Juego Alimentación saludable

Conclusiones

Las experiencias de aplicación de los materiales didácticos utilizados como modelos, contribuyeron en gran medida a la generación de material didáctico nuevo, en base a experiencias y condiciones locales, tanto en Cochabamba como en Santa Cruz.

Todos los materiales creados ofrecían un contenido valioso para la difusión de los temas de conservación de los recursos genéticos, en base al mejoramiento de la alimentación familiar con la utilización de diferentes especies vegetales que se encuentran cada vez menos, por haber sido reemplazados por otras especies menos nutritivas, como el maíz que fue remplazado por el trigo.

El contenido de los materiales didácticos nuevos seleccionado, se identifica con la realidad nacional a nivel de cuidado ambiental y conservación de recursos genéticos y naturales, por esta razón su replicación es importante para su utilización en otras unidades educativas, creando un efecto multiplicador para la difusión de estos temas. De esta manera, se podrá educar a los consumidores del futuro, lo cual repercutirá en una mayor demanda de las especies y variedades de poco uso favoreciendo a los agricultores que las cultivan.

Referencias citadas

Ávila A., T. y Céspedes P. M. 2010. Conservación de los recursos fitogenéticos. Ed. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño.

Convenio de Diversidad Biológica. 1992. www.biodiv.org

Martínez V., A. guía didáctica: educación ambiental para la conservación de la biodiversidad. http://www.malaga.es/biodiversidad/subidas/archivos/arc_238.pdf

Gaceta oficial de Bolivia. 1992. Ley del medio ambiente. Ley 1333. http://bolivia.infoleyes.com/shownorm.php?id=2173. © 2014 Infoleyes Bolivia Ltda.

MIGRACIÓN ASISTIDA DE POBLACIONES AMENAZADAS DE MANI SILVESTRE

Ximena Cadima[1], Fernando Patiño[1], Cresencio Calle[1], Margoth Atahuachi[1], David Williams[2], José Valls[3]
[1]Fundación PROINPA
[2] Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture (IICA)
[3] Empraba CENARGEN
x.cadima@proinpa.org

Resumen

El maní (*Arachis hypogaea*), es la leguminosa de grano más cultivado en el mundo por su importancia en la nutrición humana. Existen al menos 80 especies silvestres de maní que están distribuidas en 5 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay). En Bolivia se han reportado al menos 20 especies silvestres, casi todas con algún grado de amenaza, y dos de ellas (*A. rigonii* y *A. ipaënsis*) probablemente extintas en la naturaleza. La preservación de germoplasma de especies silvestres de *Arachis*, es importante para la mejora de maní. Para esto, deben integrarse los esfuerzos de conservación *ex situ* e *in situ*. En ambientes naturales, además de las amenazas antropogénicas, el cambio climático también es una grave amenaza para las poblaciones silvestres de maní debido a que todas las especies de *Arachis* son geocárpicas, por lo que su tasa de dispersión es extremadamente lenta, lo cual les impide escapar los graves y rápidos efectos del cambio climático y otras amenazas. La migración asistida de las especies es una estrategia de conservación propuesta para evitar el efecto potencialmente desastroso del cambio climático en plantas o animales silvestres. Esta estrategia está siendo probada de forma piloto en Bolivia para cuatro especies clave de *Arachis*, con el objetivo de facilitar el establecimiento de poblaciones en zonas refugio, ambientalmente adecuadas donde puedan adaptarse y continuar su evolución, y así evitar la pérdida irreparable de estos recursos genéticos únicos e invaluables. Este artículo presenta los avances de dicha experiencia.

Palabras clave: *migración asistida, maní silvestre, cambio climático*

Introducción

El maní (*Arachis hypogaea*), es la leguminosa de grano más cultivado en el mundo debido a su contribución significativa a la nutrición humana. El género *Arachis* incluye al menos 80 especies silvestres (Krapovickas y Gregory 1994 ¸ Valls y Simpson 2005), varios de los cuales ya se han utilizado con éxito en los programas de mejoramiento de maní como fuentes de resistencia a plagas y enfermedades, y otros rasgos. Especies silvestres de *Arachis* ocurren de forma natural en 5 países (Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay), donde muchas tienen distribución geográfica muy reducida y/o están amenazadas de extinción inminente. En Bolivia, considerada como centro de domesticación del maní, existen al menos 20 especies silvestres, de las cuales dos dieron origen al maní cultivado: *A. duranensis* y *A. ipaënsis* (Seijo y Lavia 2004, Valls 2004). Según el Libro Rojo de parientes silvestres de cultivos de Bolivia (VMABCC-BIOVERSITY 2009), casi todas las especies silvestres de maní (17), tienen algún grado de amenaza, y al menos dos especies (*A. rigonii* y *A. ipaënsis*) probablemente se han extinguido en la naturaleza debido a la urbanización y los cambios de uso del suelo. La preservación de germoplasma de especies silvestres de *Arachis,* es importante para la mejora de maní cultivado; por ejemplo se conoce que *A. duranensis* y *A. batizocoi* poseen genes de tolerancia a sequia (Seijo y Lavia, 2004). Por ello se requiere de esfuerzos integrados de conservación *ex situ* e *in situ*. La conservación de germoplasma en bancos de semillas (*ex situ*) es costosa y, a menudo difícil, y muchas especies están ausentes o muy poco representadas en las colecciones de germoplasma existentes. Por otra parte, factores antropogénicos y el cambio climático, constituyen serias amenazas para las poblaciones silvestres de maní debido a su peculiar mecanismo de dispersión.

Las especies de *Arachis* son geocárpicas (producción de semilla bajo tierra) y tienen, por lo tanto, una tasa de dispersión muy baja (en un año, una especie silvestre típica de *Arachis* fija su semilla no más de 1 m de la

planta madre), requiriendo un período aproximado de 1000 años para dispersarse a una distancia de 1 km. Esta característica de las especies silvestres de maní, constituye una desventaja para sus poblaciones, que al estar concentradas en determinados sitios, están expuestas a los drásticos efectos del cambio climático previstos para los próximos 50 años, los cuales probablemente podrían dar lugar a la extinción de la mayoría de las poblaciones conocidas de *Arachis* silvestre (Jarvis*et al*. 2008).

La migración asistida (también llamada reubicación controlada, colonización asistida, y la translocación) de las especies es una estrategia de conservación que se ha propuesto para evitar el efecto potencialmente desastroso del cambio climático en plantas o animales silvestres (Minteer y Collins 2010). Si bien esta estrategia ha sido poco probada y no está exenta de críticas, la importancia global de las especies silvestres de *Arachis* amerita un esfuerzo innovador, que está siendo desarrollado actualmente por la Fundación PROINPA con el soporte de EMBRAPA, y el apoyo de PROCITROPICOS y el IICA, con el objetivo de probar la eficacia y la viabilidad de la migración asistida de poblaciones de especies de *Arachis* bolivianas seleccionadas hacia zonas refugio climáticamente adecuadas para que estos recursos genéticos sean capaces de sobrevivir a los efectos del cambio climático.

Materiales y métodos

Para este estudio piloto fueron seleccionadas cuatro especies: *Arachis rigonii, A. ipaënsis, duranensis* y *A. batizocoi.* Las dos primeras son particularmente claves porque probablemente ya están extintas en la naturaleza, por lo tanto es imperativo lograr su re-establecimiento en campo. *A. duranensis* porque es una de las especies que dió origen al maní cultivado y ello le confiere particular importancia para probar la factibilidad de una translocación. *A. batizocoi* porque su área de distribución es intermedia entre *A. duranensis* y las otras dos especies, y por lo tanto fue considerada también importante como parte del experimento piloto para evaluar su capacidad de establecimiento y adaptación en caso de translocación.

La metodología consistió en los siguientes pasos:

A. **Determinación del estado actual de conservación *in situ* de *Arachis duranensis* y *A. batizocoi***

Se recopilaron datos georeferenciados de *A. batizocoi, A. duranensis, A rigonii*. y *A. ipaënsis*, e información espacial adicional (límites administrativos, uso del suelo, zonas de vegetación, rutas camineras, centros poblados, hidrografía y datos climáticos de precipitación y temperatura) de diferentes fuentes (bases de datos internacionales y el Libro rojo de Bolivia de Parientes Silvestres de Cultivos). De 202 registros iniciales recopilados, se llegó a una base de datos final de 62 registros completos (1 *A. ipaënsis*, 41 *A. duranensis*, 19 *A. batizocoi* y 1 *A. rigonii*) después de la eliminación de duplicados o datos incompletos. Con esa información, se llevó a cabo un análisis de datos espaciales y la caracterización de la distribución geográfica de las especies de *Arachis* silvestre seleccionadas.

B. **Obtención de materiales de *A. ipaënsis, A. rigonii, A. duranensis* y *A. batizocoi* para su reubicación en sitios refugio**

A través de los acuerdos realizados con la Corporación de Investigación Agrícola de Brasil (EMBRAPA), el Departamento de Agricultura (USDA) y Charles Simpson, se adquirió (repatrió) germoplasma (semilla) de *A. ipaënsis, A. rigonii, A. duranensis* y *A. batizocoi* colectados varios años atrás originalmente en Bolivia. En 2013 se llevó a cabo un viaje de exploración a la zona del Chaco boliviano. Las rutas de recolección se definieron en base a áreas potenciales de distribución estimadas por el modelo MaxEnt (http://www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent/) para las especies *A. duranensis* y *A. batizocoi*. También se visitaron las localidades tipo de *A rigonii* y *A. ipaënsis*.

Para fines de multiplicación y obtención de material de siembra 27 accesiones de las cuatro especies (*A. ipaënsis, A. rigonii, A. duranensis* y *A. batizocoi*) se establecieron en invernadero y campo. Esta actividad se hizo con la colaboración del Centro de Ecología Aplicada Simón I. Patiño (CEASIP), el Jardín Botánico Municipal (JBSC), la Asociación Nacional de Productores de Oleaginosas (ANAPO) y la Hacienda Agrícola Ganadera del Señor (HAGS). También se recurrió a técnicas de cultivo de tejidos para multiplicar *A. rigonii* y *A. ipaënsis*.

Con el fin de determinar la diversidad genética del material que será establecido en campo (migración asistida), se ha recurrido a técnicas de biología molecular.

C. **Identificación de sitios refugio adecuados y establecimiento de acuerdos con autoridades y comunidades nacionales y / o locales para el mantenimiento y la vigilancia de las poblaciones reubicadas**

En el 2013 se hicieron viajes de prospección a zonas potenciales en Santa Cruz que presentaban características de suelo (arenosos) y clima apropiados para el desarrollo de las cuatro especies objetivo, siguiendo las recomendaciones obtenidas con la caracterización climática, agroecológica y de vegetación realizada en el proyecto. En abril de 2014, se realizó otro viaje exploratorio al Parque Nacional Kaa-Iya en el Chaco boliviano para evaluar el lado este del parque como otra posible área refugio.

Resultados y discusión

A. Determinación del estado actual de conservación *in situ* de *Arachisduranensis* y *Arachisbatizocoi*

Las especies *A. batizocoi*, *A. duranensis*, *A. ipaënsis* y *A. rigonii*, se encuentran distribuidas entre los departamentos de Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija. En el caso de *A. rigonii*, ésta se encuentra exclusivamente en el Departamento de Santa Cruz, mientras que *A. ipaënsis* en el Departamento de Tarija. Por otro lado, *A. batizocoi* tiene una distribución compartida entre los departamentos de Santa Cruz y Chuquisaca, mientras que *A. duranensis* tiene una distribución mucho más amplia ya que incluye además al Departamento de Tarija y llega al norte Argentino (Fig. 1).



Figura 1. Distribución actual de las especies silvestres a) *A. batizocoi***, b)** *A. duranensis***, c)** *A. ipaënsis* **y d)** *A. rigonii* **en Bolivia**

El Cuadro 1 resume las principales características climáticas y ecológicas identificadas, en base a información espacial complementaria, en el área de distribución geográfica de las cuatro especies de maní silvestre priorizadas por el proyecto. Se generaron además imágenes en ArcGis para esta caracterización (datos no mostrados).

Cuadro 1. Principales características climáticas y ecológicas del área de distribución de la especies silvestres de maní *A. batizocoi*, *A. duranensis*, *A. ipaënsis* y *A. rigonii*

Parámetro	Rango de valores
Altitud (m)	200 – 1200
Temperatura mínima (ºC)	12 – 18
Temperatura máxima (ºC)	25 – 33
Precipitación (mm)	500 – 1100
Zonas agroecológicas	Colinas, con agricultura bajo riego (horticultura) y ganadería extensiva. Llanuras, Agricultura y ganadería intensiva y/o extensiva. Serranías, Actividades agrícolas, ganaderas y forestales.
Zonas de vegetación	Bosque tucumano boliviano. Chaco boliviano. Chiquitania
Ecosistemas	Bosques de algarrobo, soto, quebracho. Serranías onduladas cubiertas de arena. Vegetación antrópica: pastos cultivados, barbechos, cultivos, asentamientos urbanos y periurbanos, puestos ganaderos, vías de comunicación o transporte

De acuerdo a la base de datos estructurada, no fueron reportadas poblaciones de especies silvestres de maní en áreas protegidas de Bolivia. Sin embargo, luego del viaje exploratorio realizado al Parque Nacional Kaa-Iya se han observado al menos cuatro especies dentro el Parque (*Arachis cardenasii*, *A. batizocoi*, *A. cruziana* y *A. krapovickasii*).

La modelización de la distribución potencial bajo condiciones climáticas actuales se realizó para *A. duranensis* y *A. batizocoi* (Fig. 2) porque solo estas especies tenían más de 10 registros diferentes en la base de datos, condición básica exigida para lograr una sólida estimación de áreas de distribución de especies (Scheldeman y van Zonneveld 2010). El área estimada por MaxEnt para *A. batizocoi* y *A. duranensis* (de acuerdo con la probabilidad de ocurrencia mayor a 50%) fue 20.173 km^2 y 17.399 km^2 respectivamente.

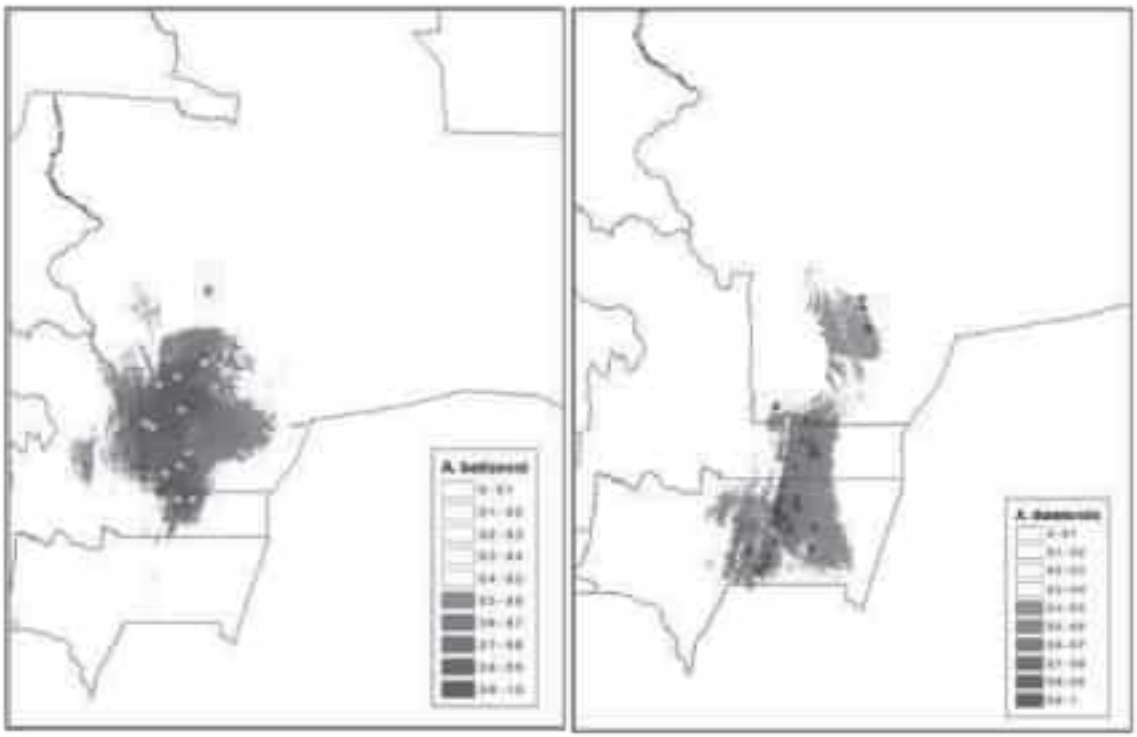


Figura 2. Áreas estimadas por el modelo MaxEnt para las especies A. batizocoi y A. duranensis

B. Obtención de materiales de *A. ipaënsis, A. rigonii, A. duranensis* y *A. batizocoi* **para su reubicación en sitios refugio**

Los materiales obtenidos (semilla) fueron de 10 accesiones de *A. batizocoi*, 17 accesiones de *A. duranensis*, 2 accesiones de *A. ipaënsis* (aunque ambos provienen de un mismo material original colectado) y 1 de *A. rigonii*. Todos de origen boliviano.

En el viaje de prospección y colecta del 2013 a la zona del chaco boliviano se pudo constatar una fuerte sequía en la zona, cuyo efecto se manifiesta en las reducidas poblaciones de maní localizadas. Solo poblaciones de *A. duranensis* y *A. batizocoi* fueron encontradas, pero se pudo evidenciar otros factores de presión sobre estas poblaciones tales como la ganadería y la habilitación de nuevas tierras de cultivo y pastoreo.

Las prospecciones en las localidades tipo de *A. rigonii* y *A. ipaënsis* no dieron resultados positivos. En base a los resultados del viaje (y anteriores realizados por otros investigadores según Atahuachi M., comunicación personal), se estima que la expansión de la mancha urbana en la ciudad de Santa Cruz (localidad de *A. rigonii*) y la abundancia de ganado vacuno y caprino, además de la fragilidad de los suelos (localidad de *A. ipaënsis*), son factores que han contribuido a la desaparición de ambas especies.

Resultado de la multiplicación realizada de 27 accesiones obtenidas y establecidas exitosamente en invernadero y campo (10 accesiones de *A. batizocoi*, 14 de *A. duranensis*, 2 de *A. ipaënsis* y 1 de *A. rigonii)* ahora se cuenta con 2276 semillas

de *A. batizocoi*, 5217 de *A. duranensis*, 149 de *A. ipaënsis* y 475 de *A. rigonii*. Esta cantidad de semilla ahora es significativa para iniciar el proceso de establecimiento definitivo en las áreas refugio identificadas en el proyecto.

El análisis de diversidad genética por técnicas moleculares de las accesiones de *Arachis* a ser establecidas en los sitios refugio aún se encuentra en proceso.

C. Identificaciónde sitios refugio adecuados y establecimiento de acuerdos con las autoridades y comunidades nacionales y / o locales para el mantenimiento y la vigilancia de las poblaciones reubicadas

Dos sitios refugio cerca de la ciudad de Santa Cruz fueron identificados, uno en el Parque Municipal Los Arenales bajo administración del CEASIP, y otro en el Jardín Botánico Municipal, para la reubicación y el establecimiento de las poblaciones de las especies objetivo. Se han realizado acuerdos con estas instituciones para este fin. El Parque Nacional Kaa-Iya en el Chaco boliviano es otro posible refugio, la zona este para las especies *A. duranensis* y *A. batizocoi,* y la zona oeste para *A. rigonii* y *A. ipaënsis*. En proceso está el trámite de permiso para establecer las poblaciones en el Parque. El establecimiento propiamente de los materiales de las cuatro especies se hará en noviembre y diciembre de 2014.

Conclusiones

Muchos intentos fallidos para encontrar *A. ipaënsis* y *A. rigonii* en hábitats naturales llevadas a cabo por diferentes grupos de investigación en el pasado, incluyendo nuestras recientes exploraciones en el Chaco boliviano, confirman que estas especies se han extinguido en su hábitat natural. Las exploraciones en campo también confirman el avance agresivo de factores de estrés de origen antrópico (explotaciones petroleras, sobrepastoreo y ampliación del frontera agrícola) que han perturbado el hábitat de las poblaciones silvestres de especies todavía existentes en el Chaco. Estos resultados resaltan la importancia de este tipo de iniciativas para lograr un restablecimiento y migración asistida de las especies más vulnerables como son las del género *Arachis* hacia entornos naturales apropiados o áreas refugio para promover su conservación *in situ* y evolución genética.

Referencias citadas

Jarvis A., A. Lane and R.J.Hijmans. 2008. The effect of climate change on crop wild relatives. Agriculture, Ecosystem & Environment 126:13-23.

Krapovickas A, y W.C. Gregory. 1994. Taxonomía del género Arachis (Leguminosae). Bonplandia 8:1-186.

Minteer B.A. and J.P. Collins. 2010. Move it or lose it? The ecological ethics of relocating species under climate change. Ecological Applications 20(7):1801-1804.

Scheldeman X. and M. van Zonneveld. 2010. Training Manual on SpatialAnalysis of Plant Diversity and Distribution. Bioversity International, Rome, Italy. 179 p.

Seijo. J.G, Lavia G.I. 2004. Que nos cuentan los genes ribosómicos sobre el origen del maní. IV Encuentro de especialistas del género Arachis.

Valls. J.F.M. 2004. Novas prioridades para a colecta de germoplasma de especies de *Arachis* no Brasil. IV Encuentro de especialistas del género Arachis.

Valls J.F.M. and C.E. Simpson. 2005. New species of Arachis from Brazil, Paraguay and Bolivia. Bonplandia 14:35-64.

VMABCC-BIOVERSITY. 2009. Libro Rojo de Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia. PLURAL Editores. La Paz. 344 p.

MORFOLOGÍA DE TUBÉRCULOS DE *Solanum tuberosum subsp. andigenum* *(Juz. & Bukasov) Hawkes* DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE TUBÉRCULOS Y RAÍCES DE BOLIVIA

Edwin Iquize Villca[1] y Carol Rocabado Espinoza[1].
[1]Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Cochabamba, Bolivia.
e_iquize_v@hotmail.com; carolrocabado@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo tiene por objetivo presentar las características y la variabilidad de las accesiones de papa *Solanum tuberosum subsp. andigenum* (Juz. & Bukasov) Hawkes, material conservado en la Estación Experimental de Toralapa, Provincia Tiraque del Departamento de Cochabamba. Las accesiones de papa año a año, en cada campaña agrícola son sometidas a proceso de regeneración y recibiendo un manejo adecuado en la fase vegetativa y recaudos en la cosecha. El Banco registra 981 accesiones de la subsp *andigenum*, de ellas el 54.34% fueron consideradas. Las accesiones proceden de los Departamentos Cochabamba, Chuquisaca, La Paz, Oruro, Potosí, Santa Cruz y Tarija. Se priorizó la caracterización morfológica de los tubérculos en base a la metodología propuesta por Huaman (2008), evaluando 10 variables o descriptores. Estas variables fueron procesadas con estadística descriptiva, componentes principales para datos cualitativos, cuantitativos y mixtos, también la técnica de Agrupación o Cluster utilizando las distancias euclidianas. Entre los resultados se tiene un 80.87% de variación explicada en los primeros cuatro componentes principales. El primer componente principal representa al Color Secundario de la Piel del tubérculo, Distribución del Color Secundario de la Piel del tubérculo, Color Predominante de la Piel del Tubérculo, Profundidad de Ojos del Tubérculo y Distribución del Color Secundario de la Pulpa del Tubérculo. El segundo componente principal expresa a los caracteres Forma General del Tubérculo, Color Secundario de la Pulpa del tubérculo y Distribución del Color Secundario de la Pulpa del tubérculo. Las accesiones de papa fueron agrupadas en 10, donde el cluster 2 aglutina la mayor cantidad de accesiones (159), seguido por los clusters 3 (136) y 4 (102); y en menor proporción los otros. Los valores registrados implican variabilidad de las accesiones de papa con la posibilidad de realizar mejoramiento genético.

Palabras claves: *tubérculos, caracterización, Solanum tuberosum subsp. andigenum, Germoplasma de Bolivia*.

Introducción

La revista Folia Universitaria (1948) (citado por Coca, 2012), el Prof. Martin Cárdenas, en un artículo relacionado con las plantas alimenticias nativas de los Andes de Bolivia, describe una diversidad de papas de Bolivia, mencionando su procedencia de lugares como: La Paz, Oruro, Potosí, Tarija y alturas de Tapacarí, Colomi, Tiraque y Ayopaya de Cochabamba. Las características y la distribución de la variación específica y varietal de las papas nativas, fueron descritas por varios autores, como Cárdenas 1944; Hawkes and Hjerting 1989, Ochoa 1990, y Hawkes 1999. Entre las papas nativas cultivadas mencionan estos autores a las diploides (2n), triploides (3n), tetraploides (4n) y pentaploides (5n).

La colección de papa boliviana está ubicada entre las más importantes en el mundo por el número de accesiones conservadas. La representación geográfica de la colección del Banco de Tubérculos y Raíces, proviene de siete de los nueve departamentos de Bolivia y de 39 provincias (PROINPA, 2010). El germoplasma de papa ha sido conservado desde la década de los años 60 en la Estación Experimental de Toralapa. A partir de 1990, PROINPA se hizo cargo y entre 1992 - 1995 incrementó el germoplasma a través de recolecciones de papa amarga (Ugarte e Iriarte, 2005). A partir de la gestión 2010 el Banco es administrado por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal "INIAF".

El Banco de Germoplasma de Papa, al presente cuenta con 1586 accesiones de las cuales 981 es *Solanum tuberosum* subsp *andigena* Buk (Tetraploides (4n), reflejando la más alta variación intraespecífica de las papas nativas cultivadas (INIAF, 2014). Éstas se distribuyen o se cultivan en Bolivia en los departamentos de La Paz, Oruro, Cochabamba, Potosí, Chuquisaca, Santa Cruz y Tarija, entre los 1900 y 4300 msnm.

En ese sentido, el presente trabajo tiene el objetivo de reflejar la variabilidad de los tubérculos de papa *Solanum tuberosum subsp andigenum* del Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas de Bolivia.

Materiales y métodos

Ubicación

El trabajo de conservación de recursos genéticos de Tubérculos y Raíces se realiza en la Estación Experimental de Toralapa: ubicada en la Provincia Tiraque, Primera Sección, Latitud 17° 28' 35.01" S, Longitud 65° 39' 9.88" O, Altitud 3526 msnm, a una distancia de 74 km de la ciudad de Cochabamba, sobre la carretera antigua a Santa Cruz. La temperatura promedio es 12.5 °C y una precipitación pluvial de 552 mm/año (SENAMHI, 2014).

Estrategia de conservación

La estrategia de conservación de los tubérculos andinos sigue una lógica del uso de metodologías complementarias, que comprende como principal forma de conservación en campo durante la época del cultivo. En la cosecha se selecciona los mejores tubérculos (60) por accesión, se ubican en bolsas tipo red junto con la etiqueta de identificación y se colocan en cajas, también identificadas. Las mismas se llevan al silo de almacenamiento para su conservación y ubicadas en estantes en base al orden de secuencia de la siembra en el campo. Durante el almacenamiento de los tubérculos se realizan tratamientos contra insectos y plagas.

Procedencia de las accesiones.

Las accesiones de papa *Solanum tubersum subsp. andigenum* (Juz. & Bukasov) Hawkes. en la base de datos se registra 981 accesiones, de ellas el 54.43 % fueron considerados debido a la disponibilidad de información caracterizada y especialmente la existencia de tubérculos aptos para la fotografía. Estas accesiones proceden de los Departamento y Provincia descritas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Relación de accesiones provenientes por departamento, provincia y altitud sobre el nivel del mar de Bolivia.

Departamento	Provincia	Número de Accesiones	Altitud (msnm)	
			Mínimo	Máximo
Cochabamba	Arque, Ayopaya, Bolívar, Capinota, Carrasco, Cercado, Chapare, Esteban Arce, Mizque, Narciso Campero, Quillacollo, Tapacarí y Tiraque	129	1900	4300
Chuquisaca	Nor Cinti, Oropeza, Sud Cinti, Tomina, y Yamparáez	33	2480	3450
La Paz	Aroma, Eliodoro Camacho, Ingavi, Loayza, Los Andes, Manco Kapac, Omasuyos y Pedro Domingo Murillo	184	3706	4150
Oruro	Cercado, Eduardo Avaroa, Saucarí, Sebastián Pagador y Tomás Barrón	42	3600	3700
Potosí	Alonzo de Ibáñez, Cornelio Saavedra, Chayanta, José María Linares, Rafael Bustillo y Tomás Frías	142	3200	4167
Santa Cruz	Manuel María Caballero	1	-	-
Tarija	Eustaquio Méndez	3	-	-
Total		534	1900	4300

Caracterización morfológica de tubérculos

La caracterización morfológica de los tubérculos de las accesiones de papa fue considerada la metodología propuesta por Huaman (2008), evaluando 10 variables o descriptores (Cuadro 2). Se tomaron fotografías en el 2013. Nótese las accesiones del Banco de Germoplasma de Papa presentan diferente grado de infección de virus, desde limpias a infectadas (Rocabado, *et al*, 2013). El rendimiento de papa (kg/planta) corresponde al promedio de las gestiones 2006 y 2014.

Cuadro 2. Variables que caracterizan los tubérculos de papa de la subespecie *andigenum*.

Variable	Sigla
Forma general del tubérculo	FGR
Variante de forma del tubérculo	FRA
Profundidad de ojos del tubérculo	POJ
Color predominante de la piel del tubérculo	CPPL
Intensidad color predominante de la piel del tubérculo	INTC
Color secundario de la piel del tubérculo	CSP
Distribución del color secundario de la piel del tubérculo	DSCPL
Color predominante de la pulpa del tubérculo	CPP
Color secundario de la pulpa del tubérculo	CSPL
Distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo	DCSP

Análisis de datos

Los datos fueron analizados con estadística descriptiva para las variables cualitativas y rendimiento de papa (Steel y Torrie, 1992). Las variables cualitativas fueron procesadas con el análisis de componentes principales (PCA) para datos cualitativos, cuantitativos y mixtos. Se realizó una transformación monotónica de cada variable, con la restricción de que los lazos se conserven (Kruskal, 1964, citado por SAS institute Inc, 2013) complementada con el Análisis de Factores. Nótese, las variables cualitativas analizadas fueron consideradas como ordinales. La agrupación de las accesiones se realizó con el Análisis de Cluster utilizando las distancias euclidianas (SAS Institute Inc. 2013).

Resultados y Discusión

Variación de las variables

La variación explicada de las 10 nuevas variables (componentes principales cualitativos) se registró un 80.87 % en los primeros cuatro componentes, nótese mayor variación en el componente principal uno y disminuye en los siguientes componentes (Figura 1).

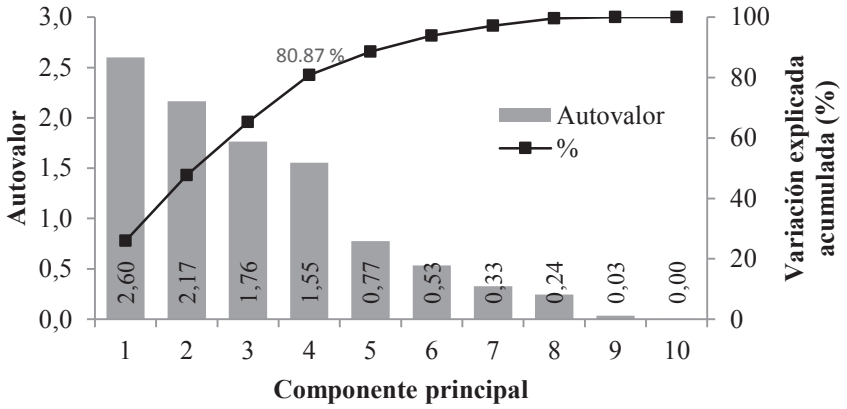


Figura 1. Variación explicada de los componentes principales cualitativos.

El primer componente principal (Cuadro 3) representa al Color secundario de la piel del tubérculo (CSP), Distribución del color secundario de la piel del tubérculo (DSCPL), Color predominante de la piel del tubérculo (CPPL), Profundidad de ojos del tubérculo (POJ) y Distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo (DCSP). El segundo componente principal expresa a los caracteres Forma general del tubérculo (FGR), Color secundario de la pulpa del tubérculo (CSPL) y Distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo (DCSP). Referente al componente principal 3 también son expresivas las variables Color secundario de la piel del tubérculo (CSP) y Distribución del color secundario de la piel del tubérculo (DSCPL). Y en el cuarto componente principal presenta mayor variación explicada por las variables Color predominante de la piel del tubérculo (CPPL) e Intensidad del color predominante de la piel del tubérculo (INTC).

Cuadro 3. Variación explicada de los cuatro primeros componentes principales y variables del tubérculo de papa (%).

Variable	Sigla	Componente principal			
		1	2	3	4
Forma general del tubérculo	FGR	17.16	**30.28**	26.64	0.00
Variante de forma del tubérculo	FRA	26.53	24.80	26.54	0.01
Profundidad de ojos del tubérculo	POJ	**31.23**	9.33	20.92	1.26
Color predominante de la piel del tubérculo	CPPL	30.75	2.23	4.43	**49.60**
Intensidad color predominante de la piel del tubérculo	INTC	11.77	2.61	7.30	**66.20**
Color secundario de la piel del tubérculo	CSP	**35.78**	12.20	**40.85**	10.91
Distribución del color secundario de la piel del tubérculo	DSCPL	**35.80**	12.17	**40.76**	10.99
Color predominante de la pulpa del tubérculo	CPP	12.69	25.62	0.09	6.57
Color secundario de la pulpa del tubérculo	CSPL	26.66	**42.80**	4.64	3.61
Distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo	DCSP	**31.79**	**54.55**	4.32	6.27

Agrupación de las accesiones

Las accesiones fueron agrupadas en 10. El cluster o grupo 2 aglutina la mayor cantidad de accesiones, seguido por los clusters 3 y 4; y en menor proporción las otras (Cuadro 4).

Cuadro 4. Relación de accesiones de papa *Solanum tuberosum subsp. andigenum* por cluster o grupo.

Cluster	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N° accesiones	2	159	136	102	15	28	5	6	32	49
Porcentaje (%)	0.37	29.78	25.47	19.10	2.81	5.24	0.94	1.12	5.99	9.18

Dispersión de las accesiones de papa por cluster y componentes principales

Las 534 accesiones (Figura 2) dispersos por cluster o grupos en base a los valores de los componentes principales 1 y 2, se observan grupos que se diferencian del resto, por ejemplo el cluster 7, 6, 9, 4 y 3; se sobreponen los cluster 10, 2, 5, 8 y 1. En términos generales, las accesiones del cluster 7 poseen ojos profundos, color de la piel predominante negruzca y con distribución del color secundario en la pulpa salpicado. Entre tanto las accesiones de cluster 3 poseen ojos superficiales a medios, color de la piel predominante blanco a rosado y con distribución del color secundario en la pulpa ausente hasta con anillo vascular angosto.

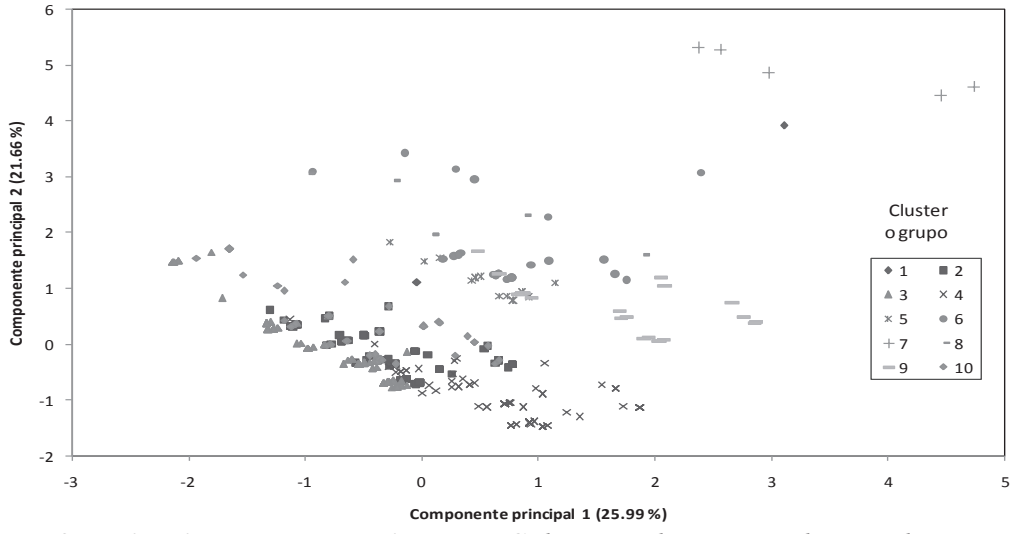


Figura 2. Ubicación de las accesiones de Solanum tuberosum subsp. andigenum por componentes principales 1, 2 y clusters o grupos

Los clusters 2, 7 y 8 dan la posibilidad de obtener a través de mejoramiento genético nuevas variedades con tubérculos de ojos superficiales, contenido de pigmento en la pulpa y especialmente con las accesiones que expresan mayor rendimiento.

Rendimiento de papa

El rendimiento de papa fue 0.3914 ± 0.2096 (promedio y desviación estándar), con un mínimo y máximo de 0.00042 y 1.2283 kg/planta. Obsérvese los rendimientos mayores a 0.73 kg/planta suman 36 accesiones (Figura 3). La distribución de las accesiones refleja la variabilidad fenotípica probablemente éste influido en menor o mayor grado por la incidencia de virus, nematodos y otros factores.

Figura 3. Distribución de frecuencias de las accesiones de papa por el rendimiento (kg/ planta).

Conclusiones

Los cuatro primeros componentes principales expresan una variación del 80.87%, el primer componente al Color secundario de la piel del tubérculo, Distribución del color secundario de la piel del tubérculo, Color predominante de la piel del tubérculo, Profundidad de ojos del tubérculo y Distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo.

El segundo componente a la Forma general del tubérculo, Color secundario de la pulpa del tubérculo (CSPL) y Distribución del color secundario de la pulpa del tubérculo.

Se formaron 10 grupos, donde los clusters 2, 7 y 8 expresan las características con potencial hacia el mejoramiento con tubérculos de ojos superficiales, contenido de pigmento en la pulpa y especialmente con las accesiones que expresan mayor rendimiento.

Agradecimientos

Al personal de Apoyo y Técnico de la Estación Experimental Toralapa y una mención especial al Sr. Víctor Guzmán.

Referencias citadas

Castillo R. 1991. Técnicas para el Manejo y Usos de los Recursos Fitogenéticos. Instituto de Investigación Agropecuaria, (INIAP). Edit. Porvenir. Quito, Ecuador. 249 p.

Coca M. C. 2012. Las papas en Bolivia. Una aproximación a la realidad del mejoramiento del cultivo de la papa en Bolivia. Universidad Mayor de San Simón. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias "Dr. Martin Cárdenas H." Planta Gráfica de Serrano. Cochabamba – Bolivia p. 307.

Huaman Z. 2008. Descriptores morfológicos de la papa (*Solanum tuberosum* L.). Cabildo de Tenerife. Centro de Conservación de la biodiversidad agrícola de Tenerife. ISBN: 978-84-87340-95-6. Depósito Legal: TF-27/2008.

INIAF. 2014. Base de datos del Banco de Germoplasma de Tubérculos y Raíces Andinas. Programa Nacional de Recursos Genéticos. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Estado Plurinacional de Bolivia.

Cardona, S.; Olmos, S.; y Echenique, V. 2010. Variación somaclonal. Capítulo III. In Biotecnología y mejoramiento vegetal II. Editores Lavitus, C.; Echenique, V.; Rubinstein, C.; Hopp, E; y Mroginski, L. Edición Instituto Nacional de tecnología agropecuaria – INTA. Consejo argentino para la información y el desarrollo de biotecnología – ArgenBIO. www.argenbio.org

PROINPA Fundación. 2010. Informe anual 2009.

SAS Institute Inc. 2013. SAS® 9.2. Help and documentation. www.sas.com.

Steel y Torrie, 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill. México DF.

Ugarte M, L.; Iriarte V. 2005. Papas bolivianas. Catálogo de cien variedades nativas. 2da Edición. Sistema Boliviano de Tecnología Agropecuaria SIBTA-MACA, Sistema Nacional de los Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación SINARGEAA. Fundación para la Promoción e Investigación de Productos Andinos PROINPA.

PROTOCOLO DE ESTABLECIMIENTO *IN VITRO* DE QUINUA *(Chenopodiumquinoa Willd.)* CON FINES DE REFRESCAMIENTO

Rosario Lucero[1], Carolina Alanoca[1], Juan José Vicente [1]*
[1] Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Av. Blanco Galindo Km 5.5, Casilla 832, Cochabamba, Bolivia
charito15lucerito@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo de investigación se desarrollo con el objeto de elaborar un protocolo de establecimiento *in vitro* para el refrescamiento de accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con diferentes accesiones bajos en niveles de porcentaje de germinación en el laboratorio de cultivo de tejidos en la Estación Experimental de Toralapa, para tal efecto se emplearon 3 medios de cultivo y como material genético 10 accesiones de quinua con diferentes niveles de germinación del Banco Nacional de Granos Alto Andinos, para el procedimiento de introducción en condiciones *in vitro* se consideraron dos factores; Factor A: Accesiones y Factor B: Medios de Cultivo, constituyéndose un factorial de 10×3, en total 30 tratamientos, en un Diseño Completamente Aleatorio, distribuidos en 4 repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por una magenta con 10 semillas. Las variables evaluadas fueron el porcentaje de plántulas normales, anormales, muertas, y contaminadas, Para el análisis de datos se emplearon modelos generalizados bajo el supuesto de distribución binomial de las proporciones observadas. Los resultados de este estudio muestran que hay diferencias estadísticas entre las accesiones para todas las variables, estos resultados se han contrastado con la técnica de prueba de germinación en laboratorio de semilla, lo que indica que mediante la técnica de cultivo de tejidos las semillas anormales logran germinar.

Palabras clave: *germoplasma de quinua, anormal, accesión, in vitro*

Introducción

La quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) es un cultivo nativo de la región Andina y se cultiva entre los 2500 y 4000 msnm. La mayoría de los investigadores coinciden que la quinua es originaria del altiplano que comparten Perú y Bolivia, ya que en dichas áreas se encuentra la mayor diversidad de plantas cultivadas y parientes silvestres.

Bolivia es un país rico en cuanto a la variabilidad genética de la quinua, actualmente se tiene 3100 accesiones conservadas en el Banco de Germoplasma de la Estación Experimental Toralapa procedentes de Bolivia y otros países, las mismas que se encuentran en conservación ex situ para preservar el material genético.

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Estación Experimental de Toralapa. El objetivo fue buscar un protocolo de establecimiento *in vitro* para el refrescamiento de accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) con diferentes medios de cultivo; los resultados obtenidos generaran una base sobre nuevas técnicas para asegurar la conservación de las accesiones de quinua con menor a 10 % de germinación en el Banco Nacional de Granos Alto andinos, accesiones en su mayoría procedentes de la región del Altiplano Sur y Valle de Bolivia.

Materiales y métodos

Localización del ensayo

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos en la Estación Experimental de Toralapa, dependiente del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), ubicado a 74 kilómetros de la ciudad de Cochabamba carretera antigua a Santa Cruz.

Diseño experimental

Para el establecimiento *in vitro* se consideraron dos factores; Factor A: Accesiones y Factor B: Medios de Cultivo, constituyéndose un factorial de 10×3, en

total 30 tratamientos, en el diseño Completamente Aleatorio, distribuidos en 4 repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por una magenta con 10 semillas.

Las proporciones observadas se distribuyen según distribuciones binomiales para lo cual se emplearon modelos lineales generalizados mediante la función de ligamiento logit y el método de máxima verosimilitud ML del programa R e Infostat.

Para la comparación de medias se empleó el test DGC (Di Rienzo, *et al.,* 2002) que emplea la técnica multivariada del análisis de conglomerados (encadenamiento promedio o UPGMA) sobre una matriz de distancia obtenida a partir de las medias muestrales.

Metodología

Se trabajó con diez accesiones de quinua, 0030-2851-2711-1657-1548-2163-1212-0042-1543 y 2511 con diferentes niveles de germinación conservados en el Banco de Nacional de Granos Altoandinos, procedentes del Valle y Altiplano de Bolivia como se observa en el Cuadro 1. El trabajo de investigación se realizó en dos fases:

Fase I, desinfección del material vegetal

Para la fase de desinfección del material vegetal inicialmente se realizó la selecciona de todas las impurezas que contenían las semillas de quinua, posteriormente se realizó pruebas de desinfección con Metanal (formaldehido) al 37% con 3 tiempos de exposición (5, 10 y 15 minutos) y sembradas en un medio basal (Murashige y Skoog, 1962) sin la adición de fitohormonas. A menudo se denomina Medio Basal y puede ser suplementado con algún regulador de crecimiento y ocasionalmente con otras sustancias. (Fernández & Aparicio *et al.*, 2000). Al cabo de 5 días se pudo observar que las pruebas de 5 y 10 minutos, se contaminaron más del 80% en cambio en la prueba de 15 minutos las semillas empezaron a germinar sin presentar contaminación.

Cuadro 1. Accesiones de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.)

Nº	Accesión	Porcentaje de germinación					Procedencia
		Normales	%Anormales	%Muertas	%Duras	%Latentes	
1	0030	0	1	98	0	1	Valle
2	2851	0	0	91	9	0	Altiplano
3	2711	10	48	28	4	10	Valle
4	1657	11	29.25	7.25	0	52.5	Altiplano
5	1548	24.75	2.5	0	0	72.75	Valle
6	2163	25	8	66	0	1	Altiplano
7	1212	51	24	25	0	0	Valle
8	0042	51	9	39.5	0	0.5	Altiplano
9	1543	99	1	0	0	0	Valle
10	2511	97	3	0	0	0	Altiplano

Fuente: Banco Nacional de Granos Altoandinos, 2013



Figura 1. Secuencia de la germinación in vitro: 1 siembra, 2 germinación y 3 crecimiento.

Fase II, establecimiento de semillas

Una vez determinado el mejor tiempo de desinfección con Metanal (formaldehido) al 37% se realizó el establecimiento *in vitro* de las 10 accesiones de quinua en magentas que contenían 25 ml de medio de cultivo con 10 semillas de quinua cada una en 3 diferentes medios de cultivo como se observa en el Cuadro 2. Todo este procedimiento se realizó en condiciones asépticas en una cámara de flujo laminar. Las variables evaluadas en el trabajo fueron: Porcentaje de Germinación (Normales, Anormales, Muertas, Duras y Latentes) de 5 a 10 días según normas ISTA y Porcentaje de Contaminación (semilla contaminada - no contaminada).

Cuadro 2. Medios de cultivos para establecimiento *in vitro* de quinua

Componentes	Unidad	MEDIO I	MEDIO II	MEDIO III
Macro nutrientes	ml/lt	100	100	100
Micro nutrientes	ml/lt	10	10	10
Fe EDTA	ml/lt	5	5	5
Thiamina	mg/lt	0.4	0.4	0.4
Myoinositol	mg/lt	100	100	100
Pantotenato de Calcio	mg/lt	2	4	2
Ácido giberelico	mg/lt	0.3	0.6	03
Kinetina				0.02
Azúcar	gr/lt	25	25	25
Phytagel	gr/lt	2.4	2.4	2.4
pH		5.7	5.7	5.7

Resultados y discusión

Los resultados generados durante el trabajo de investigación se presentan a continuación:

Fase I, desinfección del material vegetal

La desinfección de las 10 accesiones de quinua, 0030-2851-2711-1657-1548-2163-1212-0042-1543 y 2511 con diferentes niveles de germinación, se realizó con Metanal (formaldehido) al 37%), a diferentes tiempos de exposición (5, 10 y 15 minutos) .

Según las observaciones que se hicieron en los tres tiempos de exposición dentro el agente desinfectante se pudo observar que la exposición en 15 minutos tuvo mejores resultados a comparación de 5 y 10 minutos. De modo general, se puede decir el porcentaje de semillas no contaminadas en el tiempo de 15 minutos de desinfección fue de un 90 % en relación a los tiempos de exposición de 5 y 10 respectivamente.

Fase II, establecimiento de semillas

En función a los resultados obtenidos en todas las variables de respuesta se han obtenido efectos significativos entre accesiones. No se ha evidenciado efectos significativos de medios de cultivo sobre ninguna variable de respuesta ($P>0.05$). La interacción entre Accesiones y Medios ha resultado significativa para el porcentaje de anormales ($P<0.05$), es decir que existe dependencia de ambos factores en la respuesta de esta variable (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen de análisis de varianza de Wald

Accesión	Normales		Anormales		Muertas		Contaminadas	
Accesión	**<0.0001**	**	**<0.0001**	**	**<0.0001**	**	**<0.0001**	**
Medio	0.5949	NS	0.906	NS	0.3755	NS	0.5591	NS
Accesión×Medio	0.2036	NS	**0.001**	**	0.0748	NS	0.1374	NS

En función a los resultados obtenidos en todas las variables de respuesta se han obtenido efectos significativos entre accesiones. No se ha evidenciado efectos significativos de medios de cultivo sobre ninguna variable de respuesta (P>0.05). La interacción entre Accesiones y Medios ha resultado significativa para el porcentaje de anormales (P<0.05), es decir que existe dependencia de ambos factores en la respuesta de esta variable (Cuadro 3).

Cuadro 4. Prueba de medias DGE para accesiones

Accesión	Normales (α=0.05)	Anormales (α=0.05)	Muertas (α=0.05)	Contaminadas (α=0.05)
0030	2.5 b	93.3 a	4.2 b	2.5 b
2851	0.0 b	81.7 b	18.3 a	29.2 a
2711	6.7 b	93.3 a	0.0 b	0.8 b
1657	0.0 b	89.2 a	10.8 b	7.5 b
1548	0.0 b	96.7 a	3.3 b	7.5 b
2163	0.0 b	93.3 a	6.7 b	6.7 b
1212	0.0 b	100.0 a	0.0 b	0.0 b
0042	22.5 a	76.7 b	0.8 b	2.5 b
1543	88.3 a	11.7 b	0.0 b	4.2 b
2511	95.8 a	1.7 b	2.5 b	2.5 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

En cuanto a accesiones los mayores porcentajes en Normales se logran con las accesiones 2511, 1543, 0042, como se puede ver en el Cuadro 4 y la Figura 1, esta variable de respuesta está relacionada con la ocurrencia de plántulas anormales, por lo que las mismas accesiones presentan el menor número de plantas anormales estadísticamente diferentes del resto de accesiones (P<0.05).

En cuanto a la ocurrencia de plántulas muertas y contaminadas, los mayores porcentajes se han registrado para la Accesión 2851 que presenta diferencias estadísticas con respecto al resto de accesiones (P>0.05).

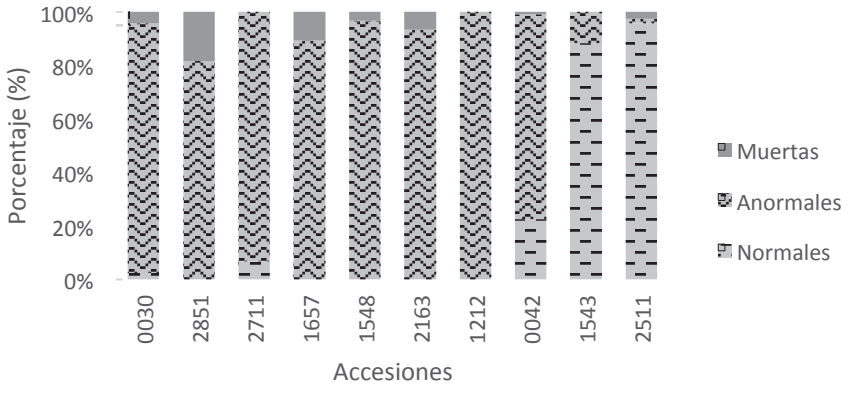


Grafico 2. Medias de porcentaje de plántulas Muertas, Anormales y Normales por accesión

La interacción Medios y Accesiones en la ocurrencia de plántulas anormales, se debe principalmente a las accesiones 1543 y 2511, con bajos porcentajes de plántulas anormales, también debe observarse la accesión 2851 cuyo valor promedio de plántulas anormales ha sido menor con el MC 3, como se puede observar en la Figura 3.

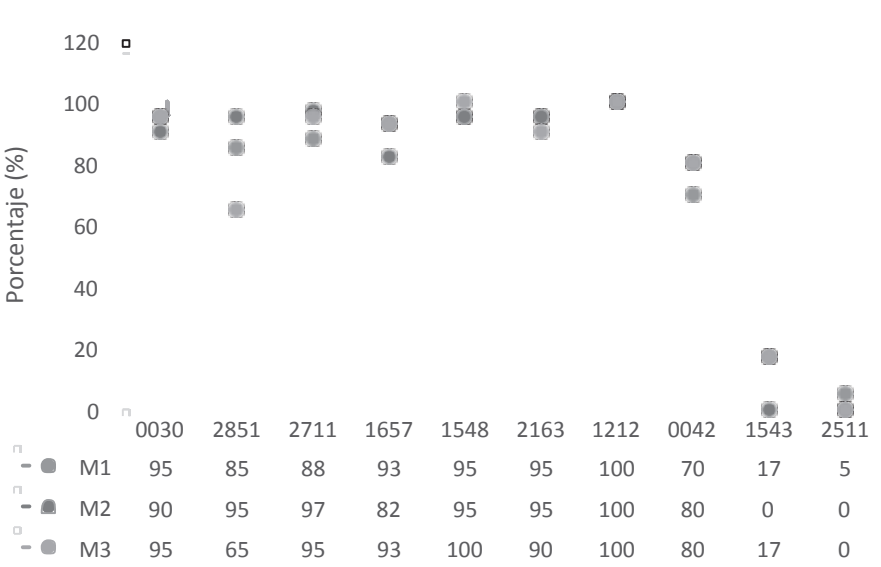


Gráfico 3. Interacción de Medios de Cultivo y Accesiones en el porcentaje de Anormales

Conclusiones

Para la desinfección de semillas de quinua, se obtuvo mejores resultados exponiéndolas a Metanal (formaldehido) al 37%, durante el tiempo de 15 minutos.

No se han obtenido diferencias estadísticas entre medios de cultivo en las variables porcentaje normales, anormales, muertas y contaminadas por tanto se recomienda utilizar el medio de cultivo que demande menor costo.

En base a los resultados obtenidos se puede hacer una relación de la técnica de pruebas de porcentaje de germinación que se hace habitualmente en laboratorio de semilla, las semillas anormales no germinan, éstas llegan a morir, en cambio con la técnica de cultivo de tejidos estas semillas anormales germinan en 80%, caso que no ocurre con la técnica convencional.

En lo referente a accesiones se ha obtenido diferencias estadísticas, las accesiones 0042, 1543 y 2511 presentan el mayor porcentaje de plántulas normales y los menores porcentajes de plántulas anormales. En la cuantificación de plántulas contaminadas y muertas la accesión 2851 presento los mayores valores promedio en muerte y contaminación.

La interacción entre Accesión y Medio presento significancia estadística en el porcentaje de contaminación; interacción causada por las accesiones 2851, 1543 y 2511 con diferentes respuestas a los medios de cultivo.

Referencias citadas

Alanoca C, Lutino S, Guzmán D, Iquize E. 2013. Evaluación de la germinación de accesiones del Banco de Germoplasma de Quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) de Bolivia. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal. Publicado: Revista Científica de Investigación, Vol. 1. La Paz, Bolivia pp. 23 - 28.

Di Rienzo, J.; Machiavelli, R.; Casanoves; F. 2012. Modelos Lineales Mixtos, Aplicaciones en Infostat. 8, 156.

Chiang, NS; Jiménez, MV. 2010 Técnicas de conservación *in vitro* para el establecimiento de bancos de germoplasma en cultivos tropicales 21(1):193-205.

Engelmann, F. 1991. *In vitro* conservation of tropical plant germplasm – a review. Euphytica 57:227-24

Gandarillas, H, 1979 Botánica. En cultivos Andinos, la quinua y la kañiwua. IICA/IICA, Tapia, M. Ed. Bogotá, Colombia. pp. 20-33.

Murashige, T.; Skoog, F. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. Physiol. Plant. 15: 473-497.

RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTALES DE CLIMA TEMPLADO MANEJADOS POR LA FUNDACIÓN PROINPA

Alberto Centellas, Edwin Maita, Giovanna Plata
Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia
E-mail: a.centellas@proinpa.org

Resumen

La caracterización y mantención de recursos genéticos son hoy en el mundo una demanda relevante principalmente en relación a especies de importancia económica actual y potencial. La selección de la estrategia de conservación más adecuada dependerá de varios factores, que serán definidos por la institución responsable. Los frutales de clima templado son de gran potencialidad para el mercado interno y principalmente para uso en la diversificación agrícola de una región. El objetivo del presente trabajo es aumentar la oferta varietal de frutas de carozo y pepita con germoplasma obtenido por otros países y que se adaptan a nuestras condiciones y que sirvan como progenitores para algunos caracteres de interés. La colección de trabajo de frutas de clima templado de la Fundación PROINPA, está conformada por 161 accesos, distribuidos en 3 géneros, de los cuales la mayoría (117), están concentrados en el géneros Prunus, seguido de Pyrus y Malus. Se cuenta dentro de estos géneros con nueve especies. Gran parte de estos materiales fueron introducidos de países vecinos siguiendo la normativa nacional y posee un gran potencial económico. Muchas de éstas ya tienen una buena aceptación por los fruticultores de los diversos valles del país.

Palabras claves: *frutas de clima templado, accesos, Rosacea, Prunus, Malus, Pyrus.*

Introducción

El uso sustentable y continuado de la diversidad genética disponible para el cultivo y consumo de las especies vegetales utilizadas en la alimentación es de suma importancia para el bienestar de las generaciones actuales y futuras. Con las especies de clima templado no es nada diferente, la conservación del pool genético de estas especies se torn**ó** una prioridad en programas agrícolas de muchos países (Brooks y Barton, 1988). La caracterización y mantención de recursos genéticos son hoy en el mundo una demanda relevante principalmente en relación a especies de importancia económica actual y potencial.

La selección de la estrategia de conservación más adecuada dependerá de varios factores (recursos humanos, físicos, económicos y otros), que serán definidos por la institución responsable (Vencovsky, R. 1986). Algunas limitaciones, sin embargo, son evidentes dentro los recursos genéticos de los frutales y entre éstos se destaca el largo tiempo de juvenilidad de las plantas antes de ser evaluados, lo cual causa un trabajo adicional en tiempo y recursos cuando se compara con cultivos anuales, otra situación importante es el intercambio de materiales entre los diversos países que se está tornando cada vez más difícil, lo cual limita la generación de las nuevas variedades (Namkoong, G. 1988).

Los frutales de clima templado son de gran potencialidad para el mercado interno y principalmente para uso en la diversificación agrícola de una región (Thompson, M.M. 1981). Estas frutas presentan sabores muy particulares y agradables en general, además de elevados tenores de az**ú**cares, proteínas, vitaminas y sales minerales de mucha importancia para la alimentación humana. Pueden ser consumidos de forma natural o en forma de jugos, helados, jaleas, y otros (Avidos y Ferreira, 2000).

Las especies frutales de clima templado en nuestro país, como el duraznero, manzano, peras, vides y otras, ya son conocidas desde la época de la colonia. Éstas se encuentran perfectamente adaptadas a nuestros valles, lo cual es favorable para una mayor ampliación de las superficies y además el poder introducir variedades nuevas. La gran parte de los cultivos de duraznero y manzano son producidas para consumo en fresco, luego para deshidratado y otra parte destinada para jugos y mermeladas. Según el INE (2008), existen más de 5000 has de frutas de estas especies en el país.

Estos frutales son cultivados en los valles de Bolivia y tienen un rol importante en la generación de ingresos de muchas familias que se dedican a estas especies, en el caso del valle Alto el duraznero tiene un precio muy atractivo, cuando se compara con especies anuales, además de proporcionar mayor cantidad de empleos directos, por lo cual éste es muy cultivado.

La Fundación PROINPA, está realizando actividades de introducción, colecta, intercambio, caracterización y conservación de recursos genéticos de frutales de clima templado con especies frutales ya adaptadas a nuestro medio y que sean de ciclos diferentes de producción para no tropezar con la concentración de variedades. Los objetivos son:

- Aumentar la oferta varietal de frutas de carozo y pepita con germoplasma obtenido por otros países y que se adaptan a nuestras condiciones
- Utilizarlos como progenitores para algunos caracteres de interés

Material e Métodos

Inicialmente fue realizada una serie de contactos con los curadores de los bancos de germoplasma de frutas de carozo y pepita del INTA San Pedro de la Argentina, INIA Las Brujas del Uruguay y EMBRAPA Clima Temperado del Brasil, para solicitar materiales con determinadas características y que puedan adaptarse a nuestras condiciones climáticas. Por otro lado, fueron realizadas expediciones de campo a los valles de Potosí, Chuquisaca, Santa Cruz y Cochabamba para la colecta de materiales de interés especialmente de frutas de carozo, que son las más cultivadas en nuestros valles a partir de semillas y por tanto posibilidades de diversidad.

Los materiales fueron introducidos siguiendo la normativa nacional de introducción y siendo estas en forma de varetas yemeras, los cuales una vez en Bolivia fueron sometidos a tratamientos fitosanitarios, injertados y los plantines puestos a cuarentena y observaciones en la Fundación PROINPA, al cabo de las cuales y si no hubo observaciones fueron llevados al vivero para su desarrollo. Los materiales colectados en el país en forma de vareta o en carozo siguieron el mismo procedimiento cuarentenario para evitar propagación de plagas.

Con los materiales desarrollados (plantines) fue establecido un huerto colección, siendo la plantación a fines del año 2010. Fueron confeccionadas planillas para cada uno de los accesos tomando modelos del Programa de Mejoramiento de EMBRAPA Clima Temperado del Brasil, en base a los cuales están siendo registradas, las informaciones de interés especialmente datos fenológicos como floración, inicio de brotación, maduración y características físico químicas de la fruta madura.

Resultados y Discusión

En el Cuadro 1, se presenta el detalle de los materiales disponibles en la Fundación PROINPA, los cuales suman un total de 161 accesos. Se observa también que entre los años 2010 al 2013, PROINPA introdujo esta cantidad de los Centros de Investigación del INIA del Uruguay, Embrapa y EE El Cazador del Brasil, INTA de la Argentina y las colectas nacionales, con un acervo de 3 géneros y 9 especies. La mayor proporción de estos materiales (45,3 %) provienen del Brasil, seguido del INIA (23%), las colectas de Bolivia (16,1 %) y del INTA (15,5 %) (Cuadro 2).

Esta colección está llamando la atención de los fruticultores, pues abre la posibilidad de dar soporte a varios municipios que están interesados en nuevos materiales.

En el valle Alto, la gran mayoría de los fruticultores, cultiva la variedad Gumucio Reyes (más del 90%), seguida en menor proporción de las variedades TGB, Coralco y Texas. Cultivares introducidos de Embrapa como son Jade, Precocinho y Chimarrita, son hoy muy apreciados y cultivados en los valles cruceños, por las características de buena firmeza, apariencia, dulzor y no tener defecto de puntas sobresaliente en el fruto. Estas zonas han estado hace más de tres décadas con variedades como FLA 2-4D, Texas, Florida Red y Gumucio, sin tener opciones de nuevas variedades.

Los fruticultores del Valle Alto también ya han ido observando variedades del género Prunus (frutas de carozo) como Eldorado, Chimarrita,

Tropic Snow, FLA 85-17N, y otras que están mostrando buenas características para nuestro medio, lo cual motiva a seguir observando estos materiales, pues estos presentan un buen contenido de azúcar (12 a 15 grados brix), buen aspecto y sobretodo una buena época de entrada en producción.

En relación a los frutales del género Malus, las variedades de manzano Michael, Duquesa, Condesa y Julieta son opciones muy interesantes para complementar a las variedades Princesa y Eva, también brasileras y que ya están establecidas y difundiéndose por muchos valles como Comarapa, Pojo, Valle Alto, Totora y otros. Estas nuevas introducciones, por lo que se observó irán a llenar los vacíos de los meses previos y también posteriores a las citadas variedades.

Cuadro 1. Accesos disponibles en la Colección de frutales de clima templado de la Fundación PROINPA

Especie	Nombre común	Origen	No accesos	Año introducción
Prunus persica	Duraznero	Embrapa	25	2010, 2011
		INIA Uruguay	14	2010
		INTA	12	2010
		Bolivia	15	2010, 2011
Prunus persica var. nucipersica	Nectarino	Embrapa	6	2010, 2011
		INTA	6	2010
Prunus armeniaca	Damasquero	INIA Uruguay	2	2010
Prunus salicinica	Ciruelo	Embrapa	6	2010, 2011
		INIA Uruguay	8	2010
Prunus dulcis	Almendro	INTA	3	2010
Prunus spp.	Portainjertos diversos	Embrapa	11	2013
		INTA	4	2010
		Bolivia	5	2010
Malus domestica	Manzano	EE El Cazador/ EMPASC –SC/BR	12	2010, 2013
		INIA Uruguay	3	2010
Pyrus malus	Pera	Embrapa	1	2013
		EE El Cazador/ EMPASC –SC/BR	12	2013
		INIA Uruguay	8	2010
		Bolivia	6	2012
Pyrus callerya-na	Portainjerto pera	INIA Uruguay	1	2012
Pyrus betulifolia	Portainjerto pera	INIA Uruguay	1	2012
TOTAL			**161**	

Cuadro 2. Total de accesos por género de la Colección de frutales de clima templado de la Fundación PROINPA.

Centro	No accesos	*Prunus*	*Malus*	*Pyrus*	%
Embrapa	49	48	1		30,4
INIA	37	24	3	10	23,0
INTA	25	25			15,5
Bolivia	26	20		6	16,1
EE. El Cazador SC	24		12	12	14,9
TOTAL	161	117	16	28	100

Conclusiones

La colección de trabajo de frutas de clima templado de la Fundación PROINPA, conserva 161 accesos, distribuidos en 3 géneros, de los cuales la mayoría (117), están concentrados en el género *Prunus*, seguido de *Pyrus* y *Malus*. Se cuenta dentro de estos géneros con 9 especies. La gran parte de estos materiales fueron introducidos de los países vecinos y posee un gran potencial económico. Muchas de estas ya tienen una buena aceptación por los fruticultores de los diversos valles del país.

Referencias citadas

Avidos, D.M.F.; Ferreira, L.T. Frutos do Cerrado: Preservação gera muitos frutos. Biotecnologia: Ciência & Desenvolvimento. Ano III. N15.Julio/Agosto de 2000.

Brooks, H.J.; Barton, D.W. 1988.Mantenimiento y conservación de germoplasma. In. Moore, J.N.; Janick, J. (eds.) Métodos genotécnicos en frutales. Pp.16-26.

INE. 2008. Encuesta Nacional Agropecuaria. Pp 32-37.

Namkoong, G. 1988. Sampling for germplasm collections. HortScience v.23, pp. 79-81.

Roos, E.E. 1988. Genetic changes in a collection over time. HortScience v.23, pp. 86-90.

Thompson, M.M. 1981. Utilization of fruit and nut germplasm. HortScience v.16, pp. 132-135.

Vencovsky, R. 1986. Melhoramento genético em vegetais. Ciência e Cultura, v.38,n.7, p.1155-1160.

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL CULTIVO DE YACÓN (*Smallanthus sonchifolius*) EN LA PAZ Y COCHABAMBA

Juan José Vicente R. [1], Franz Terrazas A.[2], Carmen del Castillo G. [1], Gino Aguirre V. [3]
[1] Facultad de Agronomía-Universidad Mayor de San Andrés
[2] Fundación PROINPA
[3] FCAPyV-Universidad Mayor de San Simón
juanjose_vicente@yahoo.es

Resumen

Para obtener información sobre distribución geográfica y sistemas de producción del yacón (*Smallanthus sonchifolius*), en La Paz se prospectaron valles interandinos (provincias Muñecas y Larecaja) y yungas (provincia Nor Yungas), en Cochabamba la región de yungas de Colomi (provincia Chapare). La distribución geográfica se obtuvo mediante georeferenciación y la información sobre sistemas de producción y etnobotánica mediante entrevistas con agricultores e informantes claves, utilizando encuestas semi-estructuradas. En La Paz se han prospectado 12 comunidades. Las altitudes de valles interandinos variaron entre 2695 a 3312 msnm, en San Juan de la Miel (Nor Yungas) fue de 2000 msnm. En Cochabamba, el rango altitudinal varió entre 1007 y 2439 msnm, incluyendo 10 comunidades. En valles interandinos de La Paz, se han identificado dos sistemas de producción de yacón, huertos familiares y asociación con maíz (*Zea mays*). En los yungas el yacón se cultiva en bordes de parcelas de racacha *(Arracacia xanthorryza*) y en jardines familiares. En Cochabamba las principales formas de producción son cultivos múltiples y en monocultivo. En cultivos múltiples el yacón se distribuye en franjas o bordes de parcelas de papa (*Solanum sp.*), maíz (*Zea mays*) y locoto (*Capsicum pubescens*). En La Paz y Cochabamba la producción es principalmente para el autoconsumo y luego la venta. En la caracterización de variabilidad genética, el agricultor utiliza el color de la raíz como característica discriminante identificándose morfotipos amarillos, morados y blancos.

Palabras clave: *yacón, raíces andinas, conservación in situ, distribución geográfica, diversidad genética*

Introducción

La importancia y potencialidad actual del yacón no es por su valor alimenticio, sino por su contribución a la salud, lo cual radica en la calidad de sus carbohidratos conocidos como fructooligosacáridos, de pocas calorías y que no elevan el contenido de glucosa en la sangre, lo cual convierte a esta especie en promisoria en el mercado de productos dietéticos (Seminario *et al*., 2003). Como otras raíces andinas como arracacha (*Arracacia xanthorrhyza*), achira (*Canna edulis*), ajipa (*Pachyrrhizus sp.*), maca (*Lepidium meyenii*) y mauka (*Mirabilis expansa*) el yacón ha sido poco estudiado y marginado de programas de investigación, razón por la cual la información aún es escasa, lo que impide un mejor y mayor aprovechamiento de sus propiedades. Se hace preciso profundizar la investigación en Bolivia a partir de la compilación y sistematización de información disponible pues la inventariación de información primaria y secundaria sobre el yacón y otras raíces andinas de gran potencial es de alta prioridad (Hermann, 1992).

Grau *et al*. (2001) señalan que posiblemente la domesticación del yacón comenzó en las zonas de yungas (1000 a 2300 msnm) o zonas montañosas del Norte de Bolivia o el Sur de Perú.

De acuerdo a Sevilla y Holle (2004) la diversidad de una especie esta constituida por todas las variaciones genéticas, producto de la diferencia de las especies, no se debe confundir la diversidad genética con la variabilidad genética que es una característica de poblaciones dentro de especies. La variación entre poblaciones de una especie, más la variación dentro de poblaciones es la diversidad genética total de una especie. Las especies pueden ser más o menos diversas; las características de las poblaciones pueden ser más o menos variables.

Grau y Rea (1997) mencionan que pese a que la erosión genética afectó al yacón en Bolivia, el cultivo de la especie es muy común todavía en la mayoría de los departamentos andinos del país; Tarija, Chuquisaca, Cochabamba y La Paz. En el departamento de La Paz principalmente en la provincia Camacho y Sud Yungas, probablemente los de mayor superficie cultivada y los de mayor diversidad de germoplasma.

Con estos antecedentes el objetivo del presente trabajo fue de generar información primaria del cultivo de yacón (*Smallanthus sonchifolius*) con miras hacia la generación integral de estrategias de conservación *in situ* y aspectos generales sobre los sistemas de producción en valles interandinos y yungas de los departamentos de La Paz y Cochabamba.

Materiales y métodos

La zona de prospección se ubicó en los departamentos de La Paz y Cochabamba, en función a las zonas identificadas por el Profesor Martín Cárdenas y Julio Rea, para el caso de La Paz estas regiones corresponden a valles interandinos y yungas. En el caso de Cochabamba, el subtrópico o región de yungas de Colomi de la provincia Chapare. Con estos antecedentes se priorizaron algunas localidades y provincias de los departamentos de La Paz, en la provincia Larecaja se ha prospectado la región de valles interandinos del municipio de Sorata. La zona prospectada en la provincia Muñecas corresponde a los valles interandinos del municipio de Chuma, (norte de La Paz) y en la provincia Nor Yungas, el municipio de Coroico, comunidad de San Juan de la Miel.

Las herramientas empleadas fueron entrevistas semiestructuradas, y técnicas participativas. En parcelas se registr**ó** información respecto a altitud y las coordenadas geográficas, esta información se analiz**ó** con estadística descriptiva en el caso de las entrevistas semiestructuradas y mediante el programa DIVA-GIS 3.0 para la información geográfica.

Resultados y discusión

Distribución geográfica



Figura 1. Distribución geográfica de sitios de prospección en La Paz y Cochabamba

El rango de altitud de la prospección donde se halló cultivares de yacón varía desde 2695 a 3312 msnm para los valles interandinos de las provincias de Muñecas y Larecaja de La Paz, lo que representa un intervalo de 1243 m de diferencia aproximadamente. Estos rangos altitudinales se enmarcan en los descritos por Rea (sf) quien reporta que las mayores concentraciones de yacón se dan entre altitudes de 3200 a 3400 msnm, hasta extremos de 3600 m. La distribución geográfica desde los 15º20’30” S hasta los 15º47’26” S de rango aproximadamente y en 68º37’06” W hasta los 68º59’57” W. Coordenadas pertenecientes a las provincias de Larecaja y Muñecas. En Nor Yungas se cultiva a 2000 msnm aproximadamente y 16º16’ S y 67º42’. La amplitud altitudinal para la zona de yungas de Cochabamba fue de 1007 hasta 2439 msnm, esto es una amplitud de 1400 m aproximadamente. Las altitudes más frecuentes fueron las del rango de 1500 a 2000 msnm (Figura 2). La distribución entre 16º59’36” S y 17º12’28” S y 65º46’15” W y 65º01’53” W.

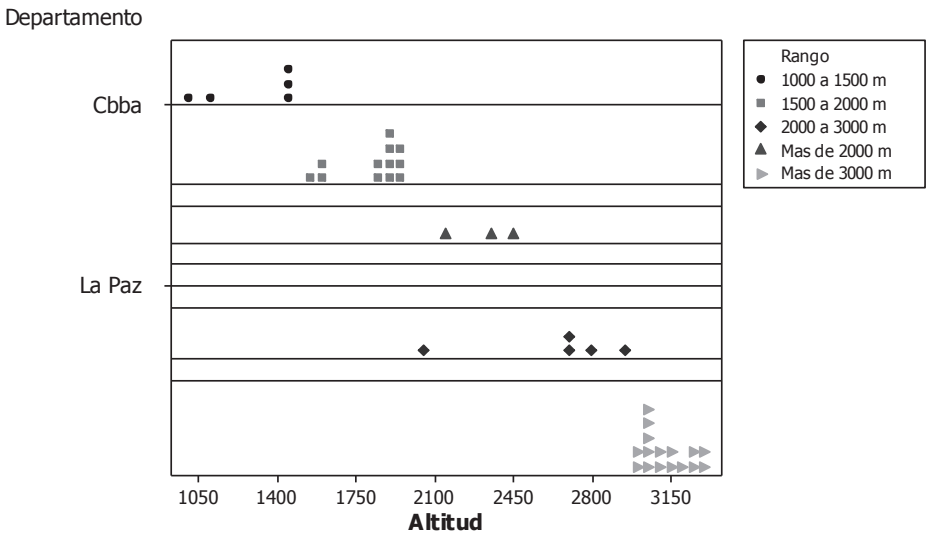


Figura 2. Distribución altitudinal de puntos de caracterización y recolección de S. sonchifolius en los departamentos de La Paz y Cochabamba

Sistemas de producción en La Paz

En las zonas productoras se ha determinado básicamente dos tipos de sistema de producción de yacón: un sistema en jardín o huerto familiar y un sistema asociado con algún cultivo (principalmente el maíz o *Zea mays*).

Huerto familiar: Un sistema de cultivo típico de la región es el de "canchones": espacios destinados a diversas especies de consumo familiar principalmente, el "canchon" puede estar protegido por muros de adobe, piedras o incluso barreras vivas, esto con el propósito de proteger a los cultivos de animales y crear un ambiente favorable al desarrollo de las plantas (Figura 2).

Asociación con maíz: Otra forma de producción del yacón es un sistema asociado con maíz, en esta distribución la distancia de siembra entre hileras de maíz puede ser de 60 a 100 cm, generalmente el yacón ocupa lugares periféricos o irregularmente distribuidos dentro del cultivo de maíz intercalado entre surcos.

Diversidad genética y usos en La Paz

En La Paz, el tipo amarillo (kellu) y el morado (kulli, Ch'ejche o pintado) son los más comunes en orden de preferencia. Respecto al tipo amarillo (Jank'o, yuraj o churi) la gente prefiere este tipo de yacón por su mayor dulzor, mayor producción al alcanzar la madurez y mayor oportunidad de comercialización.



a) Morfotipo amarillo b) Morfotipo morado

Fotografía 1. Diversidad morfológica de la raíz, diferentes morfotipos de acuerdo al color y pigmentación de la pulpa (La Paz)

La forma de consumo de la raíz de yacón en la zona es cruda, no tiene un manejo post-cosecha ni forma de conservación, En cuanto a los usos se destaca el empleo como refresco, alivia la temperatura. El destino de la producción es al autoconsumo, venta y en algunos casos al intercambio por frutas, esto se realiza en la

feria de Ticachuri. Las fechas de aparición de yacón o aricoma en los mercados de las ciudades de La Paz y El Alto coinciden con el *Corpus Christi* en junio de manera muy variable en diferentes gestiones agrícolas.

Yungas de La Paz

Zona San Juan de la Miel

Para la cuenca de San Juan de la Miel, el principal cultivo de la zona es la racacha (*A. xanthorrhyza*) de gran importancia económica y con diversidad de raíces como walusa (*Xanthosoma sp.*) y el jamachepeq'e (*Maranta arundinacea*), otros cultivos que destacan en la comunidad son el maíz, el locoto y el zapallo. En esta comunidad el yacón se siembra en lugares aledaños o bordes de parcelas. Referente a la diversidad genética del yacón en esta región, los cultivares locales conocidos son cuatro; amarillo, blanco, morado (kulli), rosado, este último puede ser una variación del morfotipo morado de acuerdo a la apreciación de agricultores.

Sistemas de producción en Cochabamba

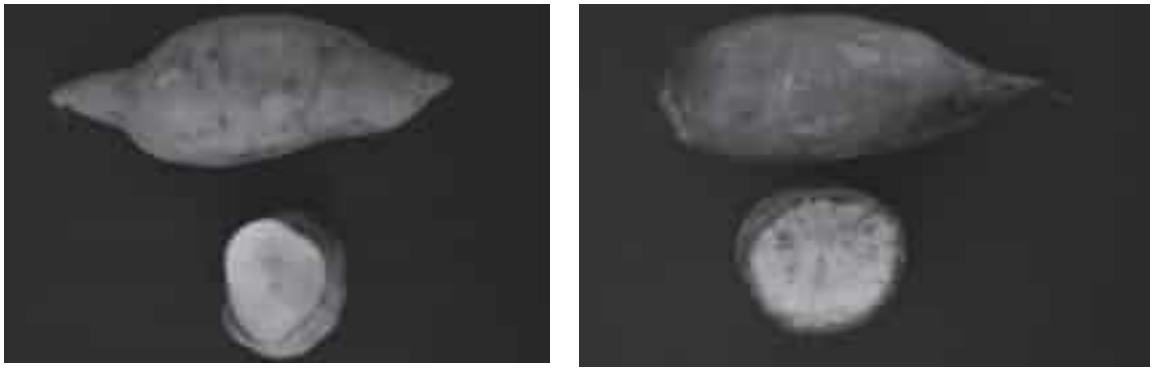
Cultivos múltiples: De acuerdo al tipo de producción se puede hallar al yacón en medio o al lado de cultivos como la walusa, racacha, maíz y locoto (*Capsicum pubescens*).

Monocultivo: El yacón en monocultivo puede hallarse en áreas definidas para este propósito o en franjas de terreno, se prefieren las variedades de yacón con morfotipo amarillo a nivel de raíz, la distancia de siembra en este sistema es de 0,8 a 1 m de distancia tanto entre plantas como entre hileras, la cosecha de raíces es secuencial. En este sistema se produce en áreas cercanas a linderos y carreteras por su mayor facilidad de transporte y oportunidad para el comercio, esto corresponde a una altitud aproximada de 1800 msnm, zona considerada como "tierras calientes, templadas, rasu pampa", con suelos pedregosos a ligeramente arenosos en textura. Grau et al. (2001) mencionan que en algunas regiones el yacón puede ser ocasionalmente cultivado en pequeñas parcelas para su venta en los mercados locales.

Diversidad genética y usos en Cochabamba

El morfotipo más común y conocido es el amarillo (Kellu), debido a su mejor sabor, dulzura y por su mayor oportunidad y preferencia en el mercado, luego está el morfotipo morado (Kulli o Ch'ejche por su apariencia) pero con menor frecuencia de siembra, pese a que se ha mencionado que tiene buen rendimiento y buen grado de dulzor, finalmente se hace mención al morfotipo blanco (Yuraj).

La mayoría de los entrevistados no conoce usos medicinales, otras personas indican que tiene la propiedad de aliviar la temperatura corporal y se la consume como refrescante, conocen propiedades nutricionales por medios informativos o comunicación con investigadores que recolectaron material para estudios sobre las propiedades bioquímicas del yacón. La mayor parte de producción se destina el autoconsumo y en menor proporción hacia la venta, la producción que se cosecha en la zona de Colomi se puede comercializar en los retenes (Carretera a Santa Cruz) en estado fresco, se prefiere para el comercio raíces de color amarillo, esto principalmente por apariencia y presentación, al respecto la fundación PROINPA, ha trabajado diferentes formas de procesado del yacón como el deshidratado de raíz (k'isa de yacón).



a) Morfotipo amarillo b) Morfotipo morado

Fotografía 2. *Diversidad morfológica de la raíz, diferentes morfotipos de acuerdo al color y pigmentación de la pulpa (Cochabamba)*

Conclusiones

Valles interandinos y yungas de La Paz:

- En los valles interandinos de La Paz el rango de cultivo fue de 2695 a 3312 msnm (Larecaja). Para el caso de Nor Yungas se cultiva a altitudes hasta 2000 msnm aproximadamente.
- En valles interandinos de La Paz (Larecaja y Muñecas) se presentan generalmente dos tipos de sistemas de producción: huertos familiares y en asociación con cultivos (principalmente el cultivo de maíz).
- La caracterización de la diversidad genética del yacón por parte del agricultor se la realiza por los rasgos observables de color de la pulpa a nivel de raíz en el momento de cosecha, distinguiéndose tres morfotipos: amarillo, blanco, morado.
- En la región de Nor Yungas (San Juan de la Miel) el cultivo de yacón se produce generalmente en borduras de parcelas y bordes de casas (jardines familiares).
- Para la región de San Juan de la Miel, la variedad local más conocida es la amarilla, en menor frecuencia, las variedades blanca, kulli y rosada.

Yungas de Cochabamba (Colomi):

- Para la región de Colomi, el rango altitudinal de distribución del cultivo se ha registrado entre 1000 hasta 2430 msnm.
- En la región de Colomi existen principalmente dos sistemas de producción de yacón: en cultivos múltiples y en monocultivos. Los cultivos múltiples presentan diferentes patrones de distribución y diversificación de la producción. Los monocultivos, son áreas destinadas netamente a la producción de yacón. El destino de este sistema de siembra es comercial con más frecuencia en zonas aledañas a la carretera.
- Se ha establecido el conocimiento de tres tipos o variedades locales de yacón caracterizadas principalmente por la raíz (amarillo, blanco y morado).

Referencias citadas

Cárdenas M. 1989. Manual de plantas económicas de Bolivia. 2º Edición. Editorial Los Amigos del Libro. Impresiones Poligraf. 57-58

Grau A, Rea J. 1997. Yacón (*Smallanthus sonchifolius* Poepp. & Endl.) H. Robinson.

Grau A, Kortsarz AM, Aybar MJ, Sánchez AN, Sánchez SS. 2001. El retorno del yacón. Ciencia Hoy 11. 63

Hermann M. 1992. Raíces y tubérculos andinos: Prioridades para un recurso alimenticio pospuesto. Centro Internacional de la Papa. Lima .36

Holle M. 1994. Aspectos generales de la biodiversidad en RTAs. Reunión Internacional de Recursos Genéticos de Papa, Raíces y Tubérculos Andinos (1. 1994, Cochabamba). IBTA - PROINPA - COTESU. Cochabamba, Bolivia. 130-139

Rea J (sf) Conservación y manejo in situ de recursos fitogenéticos agrícolas en Bolivia. Raíces Andinas Contribuciones al conocimiento y a la capacitación. Centro de Servicios Múltiples de Apoyo al Desarrollo Semilla. La Paz, Bolivia. 16 p. Bolivia. 37

Seminario J, Valderrama M, Manrique I. 2003. El yacón: fundamentos para el aprovechamiento de un recurso promisorio. Centro Internacional de la Papa (CIP), Universidad Nacional de Cajamarca, Agencia Suiza para el desarrollo y la Cooperación (COSUDE). Lima, Perú. 60

Sevilla R, Holle M. 2004. Recursos genéticos vegetales. Luis León y Asociados S.R.L. Ediciones Torre Azul SAC. 445

Agradecimientos

Al convenio interinstitucional CIUF-UMSS por el apoyo y cooperación brindado para la realización del presente estudio en el marco de la maestría "Manejo y Conservación de los Recursos Fitogenéticos y Biotecnología Vegetal Aplicada".

SISTEMAS TRADICIONALES DIVERSIFICADOS DE CULTIVO CON FINES DE CONSERVACIÓN Y APROVECHAMIENTO DE RECURSOS GENÉTICOS EN EL SUBTRÓPICO DE COLOMI, COCHABAMBA.

F. Terrazas, V. Iriarte, X. Cadima.
Fundación PROINPA.
f.terrazas@proinpa.org

Resumen

El estudio de sistemas tradicionales diversificados de cultivo se realizó en la zona subtropical de Colomi. Mediante una exploración del manejo local de policultivos, se estableció que hace 20 años todas las parcelas eran manejadas como policultivos y estaban destinadas solo al autoconsumo. El maíz era el cultivo predominante que se combinaba con cucúrbitas, locoto, raíces, papa, frijoles, maní y otros bajo diferentes patrones de policultivo. Actualmente, predominan sistemas de monocultivo de papa, locoto y zapallo. Este cambio si bien contribuye a la economía familiar tiene consecuencias negativas para el ambiente y el suelo provocando su degradación con implicaciones importantes en la simplificación de la dieta familiar y la disminución de la agrobiodiversidad afectando principalmente la conservación de los recursos genéticos locales. El año 2011-2012, se rediseñaron participativamente los arreglos espaciales y temporales de asocio de cultivos para evidenciar que los policultivos pueden ser también rentables y en contraposición al monocultivo favorecen la producción ecológica y promueven la conservación in situ de la agrobiodiversidad. El ensayo evidenció que la incidencia de enfermedades es menor en policultivos y los rendimientos por superficie fueron superiores en 10 a 50 % frente a los monocultivos.

Palabras clave: *Policultivo, agrobiodiversidad, diseño, conocimiento tradicional.*

Introducción

Diferentes sistemas de policultivo en el mundo han sido descritos por varios investigadores como Papendick et al. (1976), Kass (1978), ICRISAT (1984), Beets (1982), Gómez y Gómez (1985), Steiner (1984), Francis (1986), y otros citados por Amador, M. & Gleissman S. (1989). Sin embargo, poco se conoce sobre las particularidades de los sistemas de policultivo en Colomi particularmente en la zona subtropical.

Una ventaja de los policultivos, es que frecuentemente se puede obtener un mayor rendimiento en la siembra de una determinada área sembrada como policultivo que de un área equivalente, pero sembrada en forma de monocultivo, lo cual mejora el aprovechamiento de la tierra que es un recurso escaso en muchos sitios (Casanova A., Hernández A., Quintero P. 1998). También los sistemas tradicionales de cultivo privilegian el uso y por lo tanto la conservación de variadas especies y variedades nativas ampliamente adaptadas a las condiciones particulares agroclimáticas de cada zona. Recuperar y potenciar el uso de los cultivos podría traducirse en una mejor conservación de la agrobiodiversidad local y una mayor disponibilidad y diversidad de alimentos importantes para la nutrición y seguridad alimentaria familiar. Por estas razones se plantea ésta investigación, para estudiar y entender los patrones de policultivo actualmente existentes y a partir de ello plantear nuevos diseños orientados a mejorar la producción de alimentos y en un plano más optimista generar excedentes para la venta.

Material y métodos

La investigación se realizó en dos campañas agrícolas 2010-2011 y 2011-2012 en la zona subtropical de Colomi, concretamente en las comunidades de Tablas Monte y Maica Monte.

En la primera campaña, se recuperó y documentó el conocimiento tradicional sobre los sistemas de policultivos mediante entrevistas y observaciones participantes considerando dos grupos focales: agricultores mayores a 60 años y agricultores menores a 60 años.

Entrevistas y observación participante in situ de los sistemas de policultivo

Las entrevistas se realizaron a informantes clave de la comunidad, hombres o mujeres que actualmente manejan policultivos. Se emplearon herramientas participativas como mapas parlantes y calendario agrícola para documentar el conocimiento del entrevistado sobre sistemas de policultivo.

Se realizaron observaciones participantes de parcelas con policultivo con el fin de obtener mediciones complementarias *in situ* ligadas a la distribución espacial de los cultivos como la densidad de siembra, modalidades de asocio o combinación de cultivos, en contorno, sobre el mismo surco o alternado.

Diseño participativo de los policultivos

El rediseño de policultivos se realizó con agricultores expertos de Tablas Monte y Maica Monte mediante talleres para analizar la situación actual de los policultivos y proponer nuevas combinaciones de cultivos en base criterios propios y consensuados.

Evaluación del desempeño de policultivos

El desempeño de los cultivos solos o asociados fue evaluado mediante el índice del Uso Eficiente de la Tierra (UET) cuyo cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$UET = La + Lb = Ma/Sa + Mb/Sb$$

Donde :

La y Lb= rendimientos relativos para cultivos individuales.

Ma y Mb= rendimientos de los cultivos componentes en policultivos.

Sa y Sb= rendimientos de los cultivos solos.

Si: UET > 1, el policultivo es ventajoso

UET = 1, es indiferente el modo de siembra

UET < 1, el monocultivo supera al policultivo

En otras palabras, el UET indica el área total requerida para producir la misma cantidad de cada cultivo cuando se siembran por separado.

Resultados y discusión

Descripción de los sistemas tradicionales diversificados de cultivo en el subtrópico de Colomi



Los informantes clave mayores de 60 años coincidieron en señalar que hace 20 años o más los sistemas de producción de los chacos en el Subtrópico eran muy diferentes a los actuales ya que se producía principalmente para el autoconsumo por las dificultades de sacar productos al mercado. En la percepción de este grupo focal los policultivos eran la forma apropiada de aprovechar el suelo y disponer de mayor variedad de productos para la casa.

Los testimonios revelan que la modalidad de policultivo más común en el pasado era Locoto – maíz y maíz-p'aquizapallo. El maíz estaba presente en la mayoría de las combinaciones de policultivo y se asociaba además de locoto con arracacha, chuwis (frejol) y zapallo. En la tabla siguiente se resumen los principales policultivos existentes en la zona.

Tabla 1. Descripción de patrones de policultivos realizada por upo focal adultos mayores.

Patrones de policultivo	Cultivo principal	Edad	Agricultor
1. Locoto – Maíz 2. Maiz - arracacha en el contorno 3. Arracacha - papa (mora o pureja) 4. Yuca - maíz – chuwi (frejol)	Locoto Maiz Arracacha Yuca	72	Justino Gonzales
1. Locoto – Maíz 2. Maiz – p'aquí zapallo 3. arracachi - papa – mani.	Locoto Maiz Papa.	74	Francisca Romero
1. Locoto – Maíz 2. Maiz - arracacha 3. Arracacha - papa (mora o pureja)	Locoto Maíz Arracacha.	62	Leoncio Siles
1. Locoto – Maíz 2. Maiz – p'aquí zapallo.	Locoto Maíz.	76	Filiberto Sandivar
1. Maiz – chuwis 2. Arracacha - papa (mora o pureja)	Maiz Arracacha	60	Ciprian Mamani
1. Maiz – Chuwi 2. Maiz - páqui zapallo. 3. Locoto – maíz	Maiz Maiz Locoto	82	Nicasio Cantarran



Fig. 2. *Elaboración de mapas parlantes.*



Fig. 3. *Elaboración de mapas parlantes y muestra de diversidad de especies y variedades presentes en los policultivos.*

Las entrevistas con agricultores menores a 60 años y la observación participante ratifican cambios en los arreglos espaciales y temporales de los policultivos ligado a la modificación del destino de producción con prioridad para la venta. Mediante mapas parlantes y el calendario agrícola se recuperó valiosa información sobre los ciclos de crecimiento de los cultivos (tardíos, precoces) y fechas de siembra que deben ser sincronizados para lograr una cosecha oportuna y adecuada, lo cual denota que el conocimiento local sobre la práctica de los policultivos aún está vigente.

En todas las parcelas visitadas se pudo verificar que en realidad existe mayor diversidad de la que mencionan en la entrevista, lo cual es muy relevante en términos de la conservación de recursos genéticos.

Breve descripción de policultivos en la zona subtropical de Colomi

1. **Policultivo Maiz – Zapallo: Eugenia Barrientos**

El mapa parlante elaborado por doña Eugenia Barrientos representa una parcela de zapallo asociado con maíz choclero en hileras cada 1.5 a 2 metros realizado en una superficie aproximada de 3000 metros cuadrados (2 *catos*).





Figura 3. *Fotografías del policultivo maíz – zapallo (arriba) variedad quintalero (abajo) y perfil del Policultivo (derecha).*

El policultivo maíz - zapallo practicado en la zona incluye maíz Choclero y la variedad de zapallo Quintalero como se aprecia en la foto junto al niño y son muy valoradas en el mercado. El maíz choclero cosechado en el mes de diciembre, enero y febrero tiene precios elevados en el mercado, lo que hace muy rentable a este policultivo.

2. **Policultivo Arracacha-Maní- Papa: Francisca Romero**

Se incluyen tres especies: arracacha (variedad k'ellu), maní (variedad criollo) y papa pureja y tiene la característica de combinar una especie de ciclo largo como la arracacha (10-11 meses) con otra de ciclo medio como el maní (6 meses) y una de ciclo muy corto como la papa pureja (3 meses) o papa mora (4 meses). Esta combinación tiene como ventaja el control de hierbas y un mejor aprovechamiento del espacio.



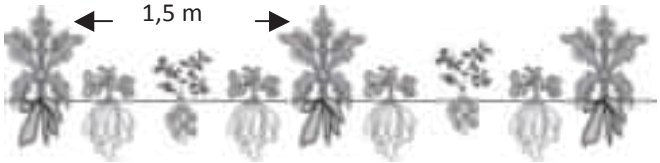


Figura 4. *Foto que muestra el arreglo espacial del policultivo Arracacha-maní- papa – maní – Arracacha- cuyo perfil se esquematiza a la derecha.*

3. **Policultivo Arracacha -Yuca - Maní: Nicasio Cantarran**

El policultivo incluye la arracacha (cultivar kellu)-Yuca y Maíz . El cultivo principal es la arracacha establecida a una distancia entre filas de 1,2 a 1,5 m. La Yuca y arracacha, se establecen en periodos diferentes, la yuca en el mes de julio y posteriormente en noviembre se planta la arracacha en medio de la Yuca que se va a cosechar en marzo. Cuando sale la yuca, queda el cultivo de arracacha establecido y se cosecha en junio o julio. El maíz con arracacha se establecen juntos en forma alternada, el maíz que es de desarrollo rápido, protegen del sol (da sombra) a la arracacha que es de desarrollo lento en las primera etapa de crecimiento donde es más vulnerable a la sequía.





Fig. 5. *Foto y esquema de policultivo Yuca-arracacha y maíz- arracacha.*

4. **Policultivo Arracacha – Papa pureja: Filiberto Sandivar**

La combinación de arracacha (cultivar kellu) y papa pureja (que es precoz, 3 meses) en forma alternada reduce la oportunidad de competencia entre ambas especies.



Figura 6. *Foto y esquema de policultivo de don Filiberto Sandivar (papa-arracacha)*

La arracacha se siembra a densidades bajas dejando 1 o 1,20 m entre filas. Como la arracacha es de crecimiento lento especialmente en los primeros cinco meses, el espacio libre es aprovechado para producir papa y además controlar la hierba sin el uso de herbicidas.

5. **Policultivo Maiz – frijol (500 m2): Elsa Fuentes**

En este sistema primero se sembraba el maíz y cuando las plantas alcanzan una altura de 0.50 m, se siembran los chuwis (frejoles) en la base a una distancia aproximada de 30 cm. Doña Elsa menciona que "las enfermedades del chuwi se reducen cuando se combina con maíz, al cual no le perjudica porque también produce bien".



Diseño participativo de policultivos e implementación de ensayos

Las combinaciones de cultivos planteados por los agricultores consideraron criterios locales de facilidades en el manejo de la parcela, interacciones positivas entre cultivos (gramíneas y leguminosas, tubérculos y raíces y leguminosas) y la rentabilidad por unidad de superficie. Una primera conclusión en el planteamiento de los policultivos fue tomar como cultivo base al maíz por su importancia comercial sobre todo para la producción de choclo al cual se asociaron otros cultivos bajo las siguientes modalidades de asociación: Maíz - frijol, Maíz – arracacha, Maíz - maní y Maíz - papa (var phureja)



Figura 8. *Monocultivo de arracacha y policultivo de maíz y arracacha al fondo.*



Figura 9. *Policultivo Maíz + Maní*

Rendimientos y Uso Equivalente de la Tierra (UET).

El rendimiento fue evaluado a la cosecha pesando la producción de los monocultivos o de los componentes del policultivo por separado. Para evaluar el policultivo se ha utilizado el índice de Uso Equivalente de Tierra (UET).

Tabla 2. Cálculo del Uso Equivalente de la Tierra (UET)

Policultivo	Especie	Superficie (m2)		Producción (kg)		Rendimiento (tn/ha)		UET
		P	M	P	M	P*	M*	
Maiz - Maní	Maiz	168	56	206	186	12.3	33.2	1.2
	Maní	168	56	25.8	9.8	1.5	1.8	
Maiz - Frijol	maiz	98.4	56	71	46	7.2	8.2	1.3
	frijol	98.4	80	4.6	8	0.5	1.0	
Maiz - papa	Maiz	98.4	56	33	34	3.4	6.1	1.1
	papa	98.4	80	11.5	17	1.2	2.1	
Maiz - arracacha	Maiz	192	64	160	67	8.3	10.5	1.5
	Arracacha	192	64	240	110	12.5	17.2	

***P= policultivo, M= monocultivo**

En general, las especies bajo policultivo (P) individualmente han tenido menores rendimientos que en monocultivo (M), sin embargo, el rendimiento combinado es superior en todos los casos. Destaca la asociación maíz- arracacha y maíz frejol, donde se requeriría 50 % y 30 % más de superficie cultivada con monocultivo de frijol o maíz para obtener un rendimiento equivalente al obtenido con el policultivo. Esto quiere decir, que tanto el maíz como la arracacha, el frijol, el maní y la papa se beneficiaron mutuamente de las interacciones biológicas, ecológicas y agronómicas de los sistemas de policultivos como lo señala Vandermeer (1995).



Figura 10. *Evaluación participativa de los policultivos en Maica Monte*

Conclusiones

Los sistemas diversificados de cultivo en el Subtrópico de Colomi han cambiado en los últimos 20 años. Actualmente, están basados en cultivos comerciales como la papa, el locoto y el zapallo que se combinan con otros cultivos como el maíz (choclero), la arracacha, el frejol, yuca entre otros. Los policultivos contienen mayor diversidad de la que se menciona y por lo tanto contribuyen a la conservación de recursos genéticos.

En rediseño participativo de los policultivos tomó en cuenta principalmente criterios de rentabilidad planteando nuevos arreglos espaciales y temporales de asocio de cultivos: a) Maíz + frijol, b) Maíz + arracacha, c) Maíz + maní y d) Maíz + papa variedad pureja.

El índice de Uso Equivalente de la Tierra fue superior a 1 para todos los policultivos propuestos por los agricultores lo que quiere decir, que tanto el maíz como la arracacha, el frijol, el maní y la papa se beneficiaron mutuamente de las interacciones biológicas, ecológicas y agronómicas de los sistemas propuestos. Destacan los policultivos maíz- arracacha y maíz frejol con índices UET de 1,5 y 1,3 respectivamente, es decir que se requiere 50 % y 30 % más de superficie cultivada con monocultivo de las especies asociadas para obtener un rendimiento equivalente al obtenido con el policultivo.

Referencias citadas

Amador, M, F. y S, R. Gleissman, 1989. An ecological approach to reduce extention impacts through the use of intercropping. In Agroecology. Ecological Studies 78. University of California, Santa Cruz: 146-159 pp.

Vandermeer J. 1995. Los policultivos. La teoría y evidencia de su facilitación. Departament of biology University of Michigan Ann Arbor. Michigan 48109, EUA.

Casanova A., Hernández A., Quintero P. 2005. http: //www.desal.org.mx/spip/IMG/pdf/ CASANOVA_ policultivos.pdf.

USO DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE PAPA PARA EL CAMBIO CLIMÁTICO: LECCIONES Y DESAFÍOS

Ximena Cadima[1], Julio Gabriel[1], Ada Angulo[1], Noel Ortuño[1], Ana Panta[2], René Gómez[2], Alberto Salas[2], Carolina Girón[3]
[1]Fundación PROINPA, [2]Centro Internacional de la Papa
[3]Instituto Nacional de Innovación Agraria – Perú
x.cadima@proinpa.org

Resumen

En la región Andina, la diversidad de papas nativas ha sido utilizada por miles de años por los pobladores locales como parte de sus estrategias de sobrevivencia para hacer frente a las dificultades climáticas de las montañas. Los eventos adversos; sin embargo, se han vuelto más recurrentes, severos o aleatorios en los últimos años a consecuencia de los cambios del clima, ocasionando que los agricultores tengan serios problemas para enfrentarlos. La base genética para la búsqueda de características deseables que determinen tolerancia a estreses abióticos y bióticos se encuentra en la gran diversidad de papa presente en los países de Bolivia y Perú. En el periodo 2009 – 2012 se hicieron estudios paralelos y complementarios en ambos países para encontrar pautas para que los agricultores de la región Andina continúen cultivando papa, implementando medidas para hacer frente a los efectos del cambio climático. Los estudios evidenciaron que la base genética no es suficiente, ésta debe ser acompañada con tecnología complementaria para que los agricultores puedan enfrentar mejor las limitantes productivas exacerbadas por los cambios en el clima. Se investigaron y encontraron alternativas tecnológicas, como variedades potencialmente tolerantes a sequía y heladas provenientes de colecciones *ex situ* y materiales genéticos de agricultores (*in situ*). La tecnología del uso de los bioinsumos en combinación con la resistencia genética también probó ser efectiva para hacer mejor frente a los estreses abióticos. La gallinaza en combinación con la micorriza resultó ser el bioinsumo más eficiente bajo una sequía severa. El bioinsumo virgotop contribuyó a reducir las pérdidas por reducción de follaje (simulación de heladas). Asimismo, los programas de mejoramiento en ambos países han avanzado en la búsqueda de fuentes de resistencia encontrando materiales promisorios resistentes tanto a heladas como a sequía. Por otra parte, se han desarrollado algunas herramientas como mapas de vulnerabilidades desarrollados con las comunidades y mapas de riesgo desarrollados con apoyo de sistemas de información geográfica para ayudar a identificar acciones para prevenir o reducir los riesgos de helada, sequía, granizada o eventualmente inundaciones.

Palabras clave: *diversidad genética, papa, cambio climático, sequía, heladas.*

Introducción

La región Andina, es el centro de origen de la papa. La diversidad de este cultivo ha sido, por miles de años y todavía es, la base de la alimentación y de las estrategias de sobrevivencia de miles de comunidades campesinas, para hacer frente a las dificultades climáticas de las montañas, como heladas, granizadas y sequías (Gandarillas & Ortuño 2009, Zeballos *et al*. 2009). Estos eventos adversos; sin embargo, se han vuelto más recurrentes, aleatorios y severos en los últimos años a consecuencia de los cambios del clima, ocasionando que los agricultores tengan serios problemas para enfrentarlos (INE 2014; Vallejos *et al*. 2009). La mayoría de las variedades tradicionales de papa que son cultivadas en la región Andina no están adaptadas al nuevo régimen de cultivo ocasionado por el cambio climático (sequías al inicio del ciclo, período de lluvias más corto e intenso, granizadas y heladas más frecuentes), por lo que estas condiciones hacen disminuir drásticamente los rendimientos e incluso perder completamente la producción de papa (Vallejos *et al*. 2009, Mamani & Vallejos, 2009). Esta situación vulnera no solo la base alimentaria de las comunidades, sino también su sostén económico y social, porque los agricultores optan por migrar en búsqueda de otros medios de subsistencia.

La papa en comparación con otras especies es considerada susceptible a la sequía debido

a que ésta afecta su sistema radicular (Iwama 2006); a pesar de ello, se han reportado estudios que demuestran una respuesta diferencial entre individuos sometidos a ensayos bajo condiciones de estrés hídrico (Ranilla *et al*. 1997; Lahlou & Ledent 2005). Por otra parte, el daño por heladas es un importante problema en la producción de papa en latitudes altas y en algunas zonas de latitudes bajas. Las pérdidas por las heladas en los Andes (-3 ºC a -4 ºC) pueden causar una reducción de la producción de 40 a 100% (Vallejos *et al*. 2009, PROINPA 1996). Se ha evidenciado; sin embargo, la existencia de valiosas fuentes de tolerancia a heladas en materiales cultivados de *S. stenotonum, S. ajanhuiri, S. x curtilobum* y *S x juzecpczukii*, y varias especies silvestres (Gabriel *et al*. 2011, Estrada, 2000).

Se postula que una buena nutrición ayuda a sobrellevar condiciones de estrés. De igual modo, permitiría al cultivo recuperar de manera más rápida su tasa normal de crecimiento ante una adversidad puntual, a causa de la mayor abundancia de recursos y área foliar remanente una vez pasado el evento desfavorable (Ferraris y Ponsa 2008). El uso de bioinsumos parece ser una alternativa interesante para contrarrestar el efecto causado por el estrés hídrico por sequía y/o heladas, porque ayudaría a una recuperación acelerada de las plantas y permitiría la producción de mejores y más sanas cosechas. Así por ejemplo, Ortuño *et al.* (2010) mencionan que las micorrizas facilitan la absorción de agua del suelo y del fósforo. Las bacterias del tipo *Bacillus,* son promotoras de crecimiento de la planta; que además las protegen de patógenos y permiten establecer una simbiosis haciendo que las plantas sean vigorosas y de mejor rendimiento. También el uso de abonos orgánicos como el humus de lombriz y gallinaza tienen mayores beneficios sobre el crecimiento de los cultivos respecto a otros abonos orgánicos (Rojas & Ortuño 2007).

Por lo expuesto, se planteó la necesidad de tomar medidas preventivas y de adaptación a los efectos adversos del cambio climático sobre los sistemas de producción basados en papa. La base genética para la búsqueda de características deseables que determinen tolerancia a estreses abióticos y bióticos se encuentra en la gran diversidad de papa presente en los países de Bolivia y Perú, y que es conservada *ex situ* y por agricultores en condiciones *in situ*. Estos materiales constituyen uno de los más importantes recursos fitogenéticos de la zona Andina para la seguridad alimentaria y para afrontar el cambio climático. Sin embargo, para promover un mejor aprovechamiento, fueron sugeridas evaluaciones sistemáticas de estos materiales dentro de un proceso participativo y el esfuerzo conjunto para acelerar la obtención de resultados. Mediante un proyecto desarrollado por instituciones colaboradoras de Bolivia y el Perú, con el financiamiento de FONTAGRO, se buscaron pautas para que los agricultores de la región Andina continúen cultivando papa, utilizando la diversidad genética e implementando medidas complementarias para hacer frente a los efectos del cambio climático. De esta manera, se pretende contribuir a fortalecer los sistemas de producción basados en papa y a reducir su vulnerabilidad a las condiciones cambiantes del clima.

Materiales y métodos

Se realizaron evaluaciones sistemáticas de la plasticidad fenotípica de la papa bajo condiciones controladas (*ex situ*) y bajo condiciones de agricultores (*in situ*) en forma paralela en Bolivia y Perú. Se priorizaron evaluaciones a sequía y heladas por ser las dos limitantes más pronunciadas por efecto de los cambios en el clima en la zona Andina (INE 2014; Vallejos *et al*. 2009). Los métodos utilizados fueron: evaluación *in vitro* para tolerancia a estrés hídrico utilizando Polyetilen glicol (PEG) (Gopal & Iwama 2007, Suharjo 2004), evaluación bioquímica de medición de la actividad de antioxidantes enzimáticos (Catalasa (CAT), el Ascorbato peroxidasa (APX) y la guaiacol peroxidasa (POX)) para identificar posibles materiales resistentes a sequía (Gabriel *et al*. 2013, Moller & Jensen 2007, Arora *et al*. 2002), evaluación en invernadero para estrés hídrico utilizando diferentes regímenes de riego (Gabriel *et al*. 2014), y evaluación a heladas en campo bajo condiciones simuladas (cortes de follaje) (Gabriel *et al*. 2014). Las evaluaciones en campo sobre comportamiento de los materiales genéticos a sequía y heladas fueron combinadas con aplicación de bioinsumos (gallinaza o estiércol y micorrizas para el caso de sequía, y virgotop para el caso de heladas). Como parte del conjunto de estrategias de adaptación a los efectos del cambio climático, se hicieron avances en los programas de mejoramiento

genético en ambos países para la identificación de mecanismos de resistencia genética y de materiales promisorios con tolerancia/resistencia a estreses abióticos. Paralelamente a todos estos estudios sobre sequía y helada, se hizo un análisis del cambio climático en las zonas de estudio en Bolivia (altiplano norte de La Paz y la zona de puna de Cochabamba), mediante levantamiento de la percepción local sobre cambios en el clima y su efecto actual, y a través del uso de sistemas de información geográfica en combinación con un método de Valoración Relativa Espacial (MVR) (Proyecto DIPECHO, 2008) se hizo un análisis de riesgos a sequía y heladas de las zonas de estudio, esto para generar herramientas que ayuden en la toma de decisiones a la hora de cultivar papa en las zonas altoandinas.

Resultados y discusión

En Bolivia y en Perú, genotipos de papa nativa provenientes de los bancos de germoplasma fueron evaluados y seleccionados por su tolerancia a heladas y sequía. De la colección de trabajo de papa de Bolivia, evaluada desde el inicio del proyecto (164 accesiones) en invernadero y campo, al tercer año dos genotipos fueron identificados como potencialmente resistentes a sequía y heladas. En Perú, de 116 accesiones evaluadas en ensayos *in vitro*, diez genotipos resultaron tolerantes, y cinco de ellos fueron confirmados como altamente tolerantes a sequía en invernadero, y medianamente tolerantes a heladas en campo.

Asimismo, al inicio del proyecto, se evalúo material con resistencia a sequia y heladas (30 cultivares) seleccionado con agricultores de tres regiones de Bolivia (Norte Potosí, altiplano norte de La Paz y de la zona de puna de Cochabamba). Cuatro genotipos (tres del grupo *andigena* y uno *stenotonum*) provenientes de Norte Potosí y de Cochabamba fueron seleccionados como tolerantes tanto a sequía como a heladas y con buenos rendimientos; además, se identificaron tres genotipos (dos *stenotonum* y uno *ajanhuiri*) del altiplano de La Paz, tolerantes a heladas y parcialmente a sequía, más un genotipo (*andigena)* tolerante a sequía. En total son ocho genotipos seleccionados en Bolivia por su tolerancia/resistencia a heladas y/o sequía. En Perú, el CIP también inició evaluaciones con material preseleccionado (57 accesiones del banco de germoplasma y nueve cultivares nativos de la comunidad de Taucca (Chinchero-Cusco). Al tercer año de evaluación de estos materiales seleccionó de manera participativa 14 cultivares como tolerantes a extrema sequía.

Resultados de evaluaciones de invernadero en accesiones de la colección de trabajo de Bolivia, previamente identificadas como resistentes a sequía y heladas, confirmaron que los genes que determinan la tolerancia a sequía están de algún modo relacionados con aquellos que gobiernan la tolerancia a corte de follaje (como simulación de efecto de helada), por lo que genotipos seleccionados para sequía serían también candidatos para enfrentar estrés de helada como fue sugerido por Snyder & de Melo-Abreu (2010).

En Bolivia se evaluó también el uso de bioinsumos como innovación tecnológica en combinación con la resistencia genética para hacer mejor frente a los estreses abióticos. Los resultados de campo fueron diferentes en condiciones de Cochabamba y La Paz. En Cochabamba, el aporte de los bioinsumos fue significativo en ensayos de sequía, la combinación de gallinaza + microrriza contribuyó a incrementar hasta 500% más el rendimiento en un cultivar diploide, y 280% en un tetraploide respecto al testigo bajo condiciones de sequía. En La Paz, el bioinsumo estiércol + micorriza fue el mejor pero no se observaron diferencias significativas con el testigo bajo condiciones de sequia. Otro bioinsumo (vigortop) fue eficiente para ayudar a la recuperación de las plantas sometidas a corte de follaje (simulación de heladas) y a reducir pérdidas en un rango aproximado de 5 a 10% en Cochabamba, y alrededor de 20 % en La Paz.

El programa de mejoramiento de papa de Bolivia evaluó quince familias de papa (obtenidas por cruzamientos inter específicos) por su resistencia a sequía (9 familias), y heladas (6 familias). Del material para sequía (900 genotipos), se seleccionaron 15 genotipos, y de éstos, solo dos genotipos mostraron altos grados de recuperación y rendimientos después de haber obtenido severidades altas. Del material para heladas (600 genotipos) se seleccionaron dos genotipos que demostraron alta resistencia a heladas. En Perú, se estableció el programa nacional de mejoramiento genético, evaluándose al menos 100 genotipos, de los cuales se encontró material promisorio para heladas (16 genotipos) y sequía (15 genotipos).

Se cuenta con algunas herramientas para las comunidades de las zonas de intervención del proyecto, para ayudar a identificar acciones conjuntas para prevenir o reducir los riesgos de helada, sequía, granizada o eventualmente inundaciones. Estas herramientas incluyen mapas de vulnerabilidades determinados por la percepción local sobre los cambios que está ocurriendo en el clima, mapas de riesgo de helada y sequía desarrollados con apoyo de sistemas de información geográfica. Las consecuencias de la variabilidad climática y de otros efectos del clima son claramente percibidas por los agricultores, quienes principalmente hacen referencia a la irregularidad, intensidad y frecuencia de los factores climáticos. La mayor preocupación es la sequía, luego las heladas imprevistas en época de cultivo, pero también una preocupación generalizada es el incremento de plagas y enfermedades por efecto del cambio en el clima, particularmente el tizón tardío en la papa, y otras nuevas plagas que aparecieron en los últimos años que afectan a los otros cultivos y al ganado. Todos estos factores ocasionan cambios en el calendario agrícola, como retraso de las épocas de cultivo y en la cosecha, pero también nuevas épocas de siembra y más cultivos que antes no se sembraban. Los mapas de riesgos a sequía y heladas determinaron superficies en las zonas de estudio con alta probabilidad de estos eventos en base a cálculos combinados de altitud, precipitación, temperatura y uso de suelo. De esta manera, los mapas de riesgo representan la distribución espacial (ubicación y extensión) de diferentes grados de probabilidad de impactos potenciales de la amenaza (sequía o heladas), de acuerdo con el grado de la vulnerabilidad. Se evidenció que las zonas con poca cobertura tienen mayor riesgo de sequía, las áreas con mayor humedad relativa están menos expuestas a heladas.

Conclusiones

Se diseñaron/ajustaron metodologías de evaluación en laboratorio y en invernadero que pueden ser replicadas para evaluaciones futuras. Mediante los estudios *in vitro*, se determinó que la variable longitud de raíz más larga permite detectar diferencias en la respuesta de genotipos de papa expuestos a estrés hídrico, especialmente utilizando 4% de PEG como estresante osmótico. Los experimentos para confirmar la eficiencia de la selección *in vitro* demostraron que existe una probabilidad de correspondencia de la respuesta *in vitro* vs invernadero del 86%.

Considerando que los cultivares seleccionados con resistencia/tolerancia a sequía y heladas son para fortalecer los sistemas de producción basados en papa, y por lo tanto contribuir a la seguridad alimentaria de las comunidades altoandinas, la búsqueda y selección fue para tolerancia y productividad juntas.

La tecnología de bioinsumos ayuda, pero parcialmente. Todavía se requieren mayores investigaciones en este tema y replicar la experiencia del uso de bioinsumos como tecnología complementaria a la resistencia genética para hacer frente a los efectos de heladas y sequía.La sequía y las heladas son problemas importantes en las zonas productoras de papa; por ello, los cultivares seleccionados tolerantes a este problema son muy valiosos para los agricultores.

Los materiales seleccionados constituyen ahora grupos genéticos especiales en ambos países para mitigación de sequía y heladas en otras comunidades alto Andinas. Sin embargo la identificación de estos materiales no garantiza su difusión inmediata, para ello son necesarias medidas adicionales porque se ha generado mucha demanda de semilla de los cultivares seleccionados no solo en las comunidades del proyecto, también en otras vecinas. Esto genera la oportunidad de ampliar mucho más los resultados (tecnología generada) en zonas de riesgo de la zona Andina, pero para ello se requiere el concurso de esfuerzos complementarios de entidades públicas (por ejemplo INIAF) y privadas (asociaciones de productores/multiplicadores de semilla).

Debido a la gran variabilidad climática en cortos periodos de tiempo, los indicadores naturales que eran utilizados ancestralmente ya no son tan efectivos y puede ser la causa por la que los jóvenes agricultores ya no los utilizan. Por ello, los agricultores actuales requieren de nuevas herramientas que les ayuden a pronosticar el clima, por ello la importancia de proporcionar estaciones metereológicas sencillas para manipuleo de las comunidades locales.

Los mapas de riesgos a sequía y heladas son referenciales y se debe hacer el esfuerzo de

validarlos en campo para ser utilizados como instrumentos para apoyar en la planificación para la gestión de riesgos.

Referencias citadas

ALTMAN A., 2003. From plant tissue culture to biotechnology: Scientific revolution, abiotic stress tolerance and forestry. In vitro cell Dev. Biol.-Plant, 39: 75-84.

ARORA A., SAIRAM R.K., SRIVASTAVA G.C. 2002. Oxidative stress and antioxidative system in plants. Current Science 82: 1227-1238.

ESTRADA N. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. Fundación PROINPA, Centro Internacional de la Papa, Centro de Información para el Desarrollo. La Paz, Bolivia.

FERRARIS G., PONSA, J.C. 2008. Efecto De La Fertilización Foliar Complementaria en la Recuperación Post-Estrés de Soja afectada por Bajas Temperaturas. Proyecto Regional Agrícola-CERBAN. Área de Desarrollo Rural INTA EEA. Pergamino, Argentina.

GABRIEL J., PANTA, A., ZUÑIGA N., VERAMENDI S., MAMANI P., SALAS A., GOMEZ R., ANGULO A., MAGNE J. 2014. Protocolos para evaluación de germoplasma nativo y mejorado de papa a sequía, heladas y granizo. Fundación PROINPA, Centro Internacional de la Papa, Instituto Nacional de Innovación Agraria. Cochabamba, Bolivia (en prensa).

GABRIEL J., VERAMENDI S., ANGULO A., MAGNE J. 2013. Respuesta antioxidante en cultivares nativos de papa (*Solanum tuberosum* L.) a sequía. Revista Latinoamericana de la papa 17 (2): 1-22.

GABRIEL J., PEREIRA R., GANDARILLAS A. 2011. Catálogo de nuevas variedades de papa en Bolivia. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia.

GANDARILAS A., ORTUÑO N. (EDS). 2009. Compendio de enfermedades, insectos, nematodos y factores abióticos que afectan el cultivo de papa en Bolivia. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia.

GOPAL J, IWAMA. 2007. In vitro screening of potato against water-stress mediated through sorbitol and polyethylene glycol. Plant Cell Reports, 26 (5), pp. 693-700.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DE BOLIVIA (INE). 2014. Bolivia: Eventos adversos de origen natural reportados, según tipo de evento, 2002–2012. http://www.ine.gob.bo/indice/EstadisticaSocial.aspx?codigo=80601. Consulta 29 Julio 2014.

IWAMA K. J Y. 2006. Abiotic stresses. In: Gopal J, Paul KhuranaSM (eds) Handbook of potato production improvement and post harvest management., vol pp 231–278. Food Product Press, .Iwama K, Nakaseko, New York.

LAHLOU O., LEDENT J.F. 2005. Roots mas and depths, stolons and roots formed on stolons in four cultivars of potato under water stress. Eur J. Agron 103: 159-173.

MAMANI P., VALLEJOS J. 2009. Estrés hídrico por sequía. En: Gandarilas, A.; Ortuño N. (eds). Compendio de enfermedades, insectos, nematodos y factores abióticos que afectan el cultivo de papa en Bolivia. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia. pp. 166-171.

MOLLER I.M., JENSEN P. 2007. Oxidative modifications to cellular components in plants. Ann Rev Plant Bio 58: 459-481.

ORTUÑO N, NAVIA O, MEDRANO A, ROJAS K, TORRICO L. (2010) Desarrollo de Bioinsumos: Un Aporte Importante a la Soberanía Alimentaria de Bolivia. Revista de Agricultura (47): 31-35.

PROINPA. 1996. Selección y difusión de cultivares con tolerancia a factores abióticos. En: Informe Anual Compendio 1994-1995. IBTA-PROINPA-CIP-COTESU. Cochabamba, Bolivia. pp. 29-33.

PROYECTO DIPECHO. 2008. Diagnostico de riesgos en el Municipio de Vinto. Cochabamba (Bolivia).

RANILLA P., RAURO B.G., DELRE P., DICANDILO M., MANDILINO G. 1997. Microtubers and minitubers productions and fiel performance compared with normal tubers. Potato Res 37:183-391.

ROJAS K., ORTUÑO N. 2007. Evaluación de micorrizas arbusculares en interacción con abonos orgánicos como coadyuvantes del crecimiento en la producción hortícola del Valle Alto de Cochabamba, Bolivia. Acta Nova. 3(4):697-719

SNYDER R., DE MELO-ABREU J. P. 2010. Protección contra las heladas: fundamentos, práctica y economía. FAO. Roma-Italia.

SUHARJO U. K. (2004).Use of polyethylene glycol (PEG) 8000 for rapid screening of potato (Solanum tuberosum L) genotypes for water stress tolerance.PhD thesis, Department of Plant Science, The University of Maine, USA, 124 p.

VALLEJOS J., PEREIRA R., AGUILERA J., CONDORI B. 2009. Heladas. En: Gandarilas, A.; Ortuño N. (eds). Compendio de enfermedades, insectos, nematodos y factores abióticos que afectan el cultivo de papa en Bolivia. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia. pp. 160-165.

ZEBALLOS H., BALDERRAMA F., CONDORI B., BLAJOS J. 2009. Economía de la papa en Bolivia (1998-2007). Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia.

VARIABILIDAD GENÉTICA DE LA COLECCIÓN DE GERMOPLASMA DE CAÑAHUA (*Chenopodium pallidicaule Aellen*) DE BOLIVIA

Milton Pinto[1] y Wilfredo Rojas[1]
[1]Fundación PROINPA
m.pinto@proinpa.org

Resumen

Con el propósito de promover el uso del germoplasma de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) de Bolivia, se realizó el estudio de su variabilidad genética a partir de datos de caracterización y evaluación de 744 accesiones. El trabajo se desarrolló en el Centro Quipaquipani de la Fundación PROINPA. Para determinar patrones naturales de variación genética, el grado de discriminación de las variables analizadas y los grupos de diferente variabilidad genética, se aplicaron dos técnicas univariadas (correlación simple, análisis de frecuencias) y cinco técnicas multivariadas (ACP, ACP no lineal, Correspondencia múltiple, agrupamiento no jerárquico K-medias y discriminante múltiple) sobre 17 variables cuantitativas y 7 variables cualitativas. Los resultados indican que existe amplia variabilidad genética en cuanto a ciclo fenológico, tamaño de planta, cobertura foliar, rendimientos e índices de cosecha. Se identificaron variables agromorfológicas que son componentes del rendimiento, que facilitan los procesos de selección y mejoramiento genético. Las accesiones del germoplasma se clasificaron en tres grupos y siete subgrupos. Los subgrupos SG1, SG2 y SG3 con 445 accesiones de tipo Lasta, de ciclo tardío con buenos rendimientos de grano y broza que pueden ser utilizados en la producción de semilla y forraje; los subgrupos SG4 y SG5con73 accesiones de cañahua silvestre tipo Pampalasta que por su precocidad, porte bajo y amplia cobertura foliar puede utilizarse como cobertura natural en suelos degradados; y los subgrupos SG6 y SG7 con 226 accesiones de tipo Saihua, de buena altura de planta y estrecha cobertura foliar, que pueden facilitar la cosecha manual o mecanizada en parcelas de producción.

Palabras clave: *cañahua, variabilidad genética, estadística multivariada*

Introducción

La cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es una especie originaria del altiplano de Bolivia y Perú. Los principales lugares de cultivo se ubican en la cuenca del Lago Titicaca donde tiene importancia en la alimentación de las familias por la alta calidad de sus granos, en cuanto a proteína, aminoácidos, vitaminas, fibra y minerales. También es apreciada por sus cualidades medicinales y por presentar tolerancia a factores adversos como sequía y heladas. Asimismo, los subproductos de la planta como la broza, jipi y rastrojos son utilizados como forraje para el ganado ovino, bovino y camélido (Pinto, 2008, Pinto *et al.* 2008).

Reconociendo la importancia que tiene este cultivo andino, desde la década de los 70' se iniciaron colectas de semillas en el altiplano de Bolivia y Perú, y se conformó la colección boliviana de germoplasma de cañahua, la cual cuenta actualmente con 801 accesiones y forma parte del Banco de Germoplasma de Granos Altoandinos (BNGA), bajo la responsabilidad del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) (Pinto 2008; Rojas *et al*. 2010a).

El objetivo de este trabajo es contribuir al estudio de variabilidad genética de la cañahua utilizando técnicas de análisis estadístico multivariado con los cuales es posible determinar patrones naturales de variación genética, determinar el grado de discriminación de las variables e identificar grupos disímiles que ayuden a conocer mejor a la especie y a fortalecer su uso.

Materiales y métodos

El trabajo de caracterización y evaluación del germoplasma de cañahua se realizó en el Centro Quipaquipani de la Fundación PROINPA que está ubicado a 4 km al sur de Viacha y a 45 km de la ciudad de La Paz. Geográficamente se sitúa a 16°40'26.5'' Latitud Sur, 68°18'5.76'' Longitud

Oeste y a una altitud de 3881 msnm. Este trabajo se realizó entre las gestiones 2004 – 2010, periodo en que PROINPA estuvo a cargo del Banco de Germoplasma de Granos Andinos.

El material genético utilizado en el estudio estuvo conformado por 744 accesiones de cañahua. Para el análisis de variabilidad genética se consideraron 17 variables cuantitativas: Días a la floración (FLO), días a grano lechoso (GLE), días a grano pastoso (GPA), días a madurez fisiológica (MF); número de dientes (ND), longitud de hoja (LH), ancho de la hoja (AH), longitud del peciolo (LPE), altura de planta (AP), número de ramas (NR), diámetro de cobertura foliar (DF), diámetro del tallo (DT), diámetro (DIG) y peso de 1000 granos (PES), rendimiento de grano (RGR), rendimiento de broza (RBR) e índice de cosecha (IC) y; 7 variables cualitativas: Hábito de crecimiento (HC), color de planta (CPL), color de tallo (CTA), color de peciolo (CPE), presencia de axilas pigmentadas (AXI), color del perigonio (CPG) y color de episperma (CPR).

Los métodos de análisis estadístico utilizados fueron: a) Variables cuantitativas: estadística descriptiva, correlación simple y componentes principales (ACP); b) Variables cualitativas: frecuencias absolutas y relativas, componentes principales no lineal (PRINCAL) y correspondencias multiples (ACM) y; c) Variables cuantitativas y cualitativas: componentes principales no lineal (PRINCAL), conglomerados no jerarquico k-medias,y discriminante múltiple (Hair *et al.* 1992, Hidalgo 2003, Olmos & Di Renzo 2004). Para el análisis de datos se aplicó los programas estadísticos SYSTAT versión 8 y SPSS versión 11.5, STATGRAPHICS PLUS 2.0 y XLSTAT.

Resultados y discusión

Análisis de componentes principales para datos cuantitativos y cualitativos (PRINCAL)

La técnica PRINCAL, al igual que el ACP estándar, permite representar las proyecciones de las variables originales sobre los dos primeros ejes principales (Figura 1). La proyección opuesta del índice de cosecha (IC) respecto a las variables diámetro de cobertura foliar (DF), rendimiento de broza (RBR), rendimiento de grano (RGR) y días al grano lechoso (GLE), muestra que las plantas de cañahua con ciclos fenológicos tardíos, con mayores coberturas foliares, producirán mayor cantidad de broza respecto a la cantidad de grano, por tanto se tendrán bajos índices de cosecha, lo cual representa un patrón natural de variación. El hábito de crecimiento (HC) es importante para caracterización de la cañahua, por ello se advierte que existen asociaciones importantes con altura de la planta (AP), color de planta (CPL) y los días a la madurez fisiológica (MF).

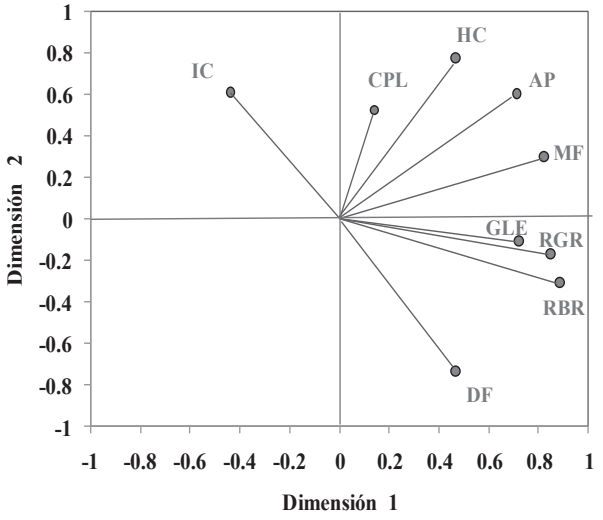


Figura 1. Círculo de correlaciones de variables cuantitativas y cualitativas más discriminantes en el germoplasma de cañahua. Fuente: Pinto (2011)

Se puede indicar que las plantas de cañahua de ciclos fenológicos tardíos, desarrollan mayor altura de planta, con amplia variabilidad de colores de planta y de hábitos Lasta y Saihua. Contrariamente las plantas más bajas, que representan a hábitos de crecimiento Pampalasta son de ciclos fenológicos precoces y menor variabilidad de colores de planta.

Análisis de correspondencia múltiple

Este análisis permitió identificar asociaciones proyectadas en el plano bifactorial. Se advierte una agrupación de estados de variables situados en el segundo cuadrante, muy cercanos al origen de coordenadas; se encuentran HC-2 (hábito Lasta), AP-3 (Mayor altura de planta), GLE-2, GLE3 y MF3 (máximos valores fenológicos), IC-2 (regulares índices de cosecha), DF-2 (regulares diámetros de cobertura foliar), LH-3 (hojas grandes), DIG-3 (máximos diámetros de granos); RGR-2 y RGR-3 (mayores rendimientos de grano); y RBR-2, RBR-3 y RBR-4 (regulares a mayores rendimientos de broza) (Figura 2). Este

grupo de estados describe muy bien accesiones de cañahua con hábito de crecimiento Lasta, con hojas y granos grandes, cobertura foliar intermedia, y que por tanto presentan buenos rendimientos de grano y broza. Asimismo, debajo del origen de coordenadas entre el tercer y cuarto cuadrante, se ubican estados altamente asociados como HC-3 (hábito Saihua), IC-3 (mayores índices de cosecha), GLE-1 y MF-2 (madurez fisiológica intermedia), AP-2 (plantas de altura regular), LH-2 (hojas medianas), DIG-2 (granos medianos) y RBR-1 (bajo rendimiento de broza) (Figura 2). Estas características concuerdan con lo observado en campo, ya que describe muy bien a accesiones de hábito Saihua que presentan una estrecha cobertura foliar y un buen índice de cosecha por el ciclo fenológico semiprecoz, lo cual influye en buena producción de grano, pero baja producción de broza.

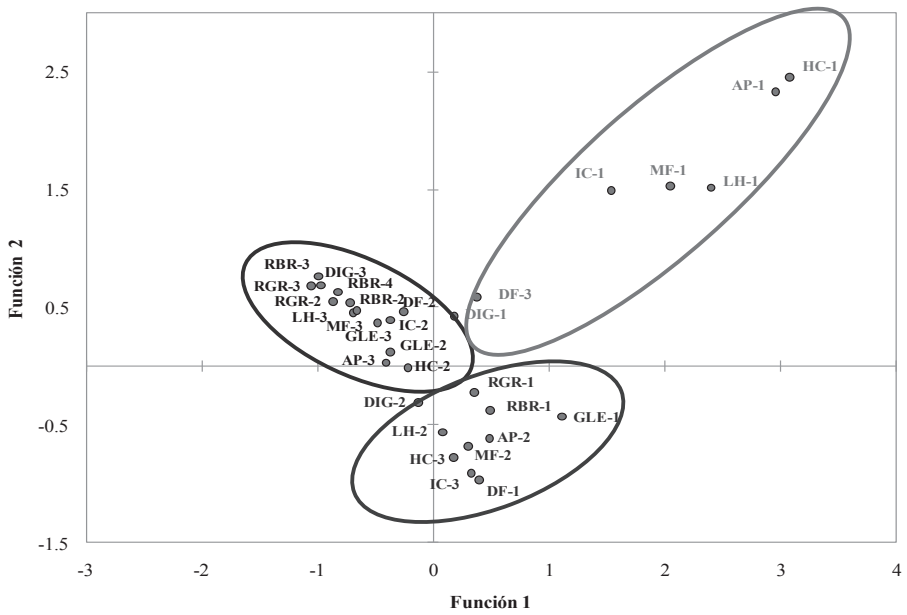


Figura 2. Distribución espacial de los estados de 10 variables cualitativas caracterizadas en el germoplasma de cañahua. Fuente: Pinto (2011)

La Figura 2 también muestra estados de variables muy alejados del centro de origen como HC-1 (hábito Pampalasta), AP-1 (baja altura de planta), LH-1 (hojas pequeñas), MF-1 (ciclo fenológico precoz) y IC-1 (bajos índices de cosecha) y algunos cercanos al origen como DF-3 (mayores diámetros de cobertura foliar) y DIG-1 (granos pequeños) pero que están asociados entre sí. Esta agrupación de estados de variables situadas en el primer cuadrante, muestra las características particulares de accesiones de hábito de crecimiento Pampalasta, que presentan un amplio diámetro de cobertura foliar, hojas pequeñas, baja altura de altura planta que por ende registra bajos índices de cosecha, aunque son accesiones precoces por su naturaleza silvestre.

Análisis de conglomerados y discriminante múltiple

La técnica de agrupamiento no jerárquico K-medias, permitió agrupar y clasificar a las accesiones en tres grupos y al interior de los mismos siete subgrupos. Se advierte que en el grupo G1 Lasta, se identificaron 3 subgrupos de diferente variabilidad genética, los subgrupos SG1, SG2, y SG3 que están conformados por 181, 56 y 208 accesiones, respectivamente (Cuadro 1).

Cuadro 1. Perfil de siete subgrupos identificados en el germoplasma de cañahua

Variables discriminantes		Promedios en 7 subgrupos						
		G1: Lasta		G2: Pam-palasta		G3: Saihua		
	SG1	SG2	SG3	SG4	SG5	SG6	SG7	
Grano lechoso (días)	GLE	105	111	113	96	92	101	97
Madurez fisiológica (días)	MF	157	164	164	123	123	143	140
Longitud de la hoja (cm)	LH	2.9	3.0	2.9	1.4	2.0	2.4	2.2
Altura de planta (cm)	AP	52.7	57.5	49.0	7.3	27.8	45.4	40.8
Diámetro cobertura foliar (cm)	DF	38.7	20.9	31.8	35.5	55.3	24.5	16.7
Rendimiento de grano (g/planta)	RGR	25.1	11.7	15.2	2.12	11.4	10.6	5.5
Rendimiento de broza (g/planta)	RBR	80.8	43.2	44.0	10.6	44.3	20.4	9.6
Índice de cosecha	IC	0.24	0.21	0.26	0.16	0.21	0.33	0.36
Diámetro de grano (mm)	DIG	1.10	1.04	1.07	0.97	1.04	1.08	1.07
Hábito de crecimiento	HC	2	2	2	1	1	3	3
Color de Planta	CPL	13	15	12	5	16	12	14
Color de perigonio	CPG	7	6	9	8	5	12	11
Número de accesiones		181	56	208	45	28	88	138
Porcentaje		24.3	7.5	27.9	6.1	3.8	11.8	18.5

Fuente: Pinto (2011)

Estos subgrupos presentan las características propias del tipo Lasta (plantas altas, con hojas grandes, con ciclo fenológico tardío, pero con los mayores rendimientos de broza y grano, sin embargo presentan índices de cosecha regulares), pero se diferencian por el diámetro de cobertura foliar, por el rendimiento de broza y por el rendimiento de grano (Cuadro 1 y Figura 3). La mayor cantidad de accesiones en estudio corresponden a estos 3 subgrupos, y por las características que presentan, pueden incluirse en trabajos de selección con el propósito de usar el material genético promisorio para la producción de grano y forraje.

El grupo G2 Pampalasta, se divide en los subgrupos SG4 y SG5 conformados por 45 y 28 accesiones, respectivamente. Estos subgrupos presentan características de las accesiones de cañahua silvestre, que se diferencian por su mayor diámetro de cobertura foliar, menor altura de planta, y bajos en rendimiento de grano, broza e índice de cosecha (Cuadro 1). Se pueden utilizar como progenitores en trabajos de mejoramiento genético con el propósito de obtener variedades precoces de cañahua y también se podrían usar como cobertura natural en trabajos de recuperación suelos degradados.

El grupo G3 Saihua, contiene al subgrupo SG6 con 88 accesiones y al subgrupo SG7 con 138 accesiones. Estos subgrupos, se diferencian por el diámetro de cobertura foliar, rendimiento de grano y rendimiento de broza. El aspecto erguido de las accesiones de estos dos subgrupos son la expresión de su mayor altura de planta y menor diámetro de cobertura foliar, características que son favorables para la siembra en surcos, para la cosecha manual y mecanizada en parcelas de producción. Además son accesiones que por su aspecto compacto y erguido tienden a perder poca cantidad de grano lo que influye en un mayor índice de cosecha.

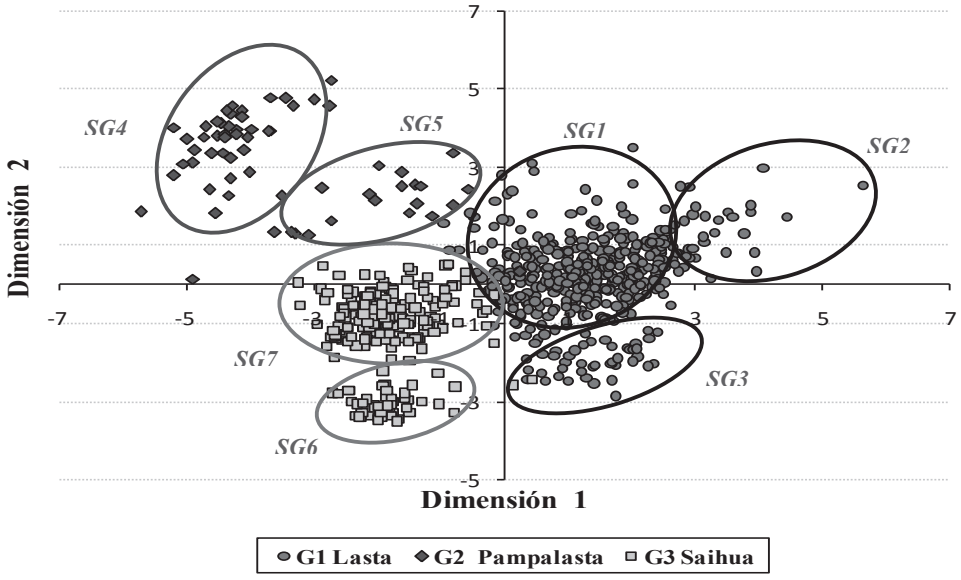


Figura 3. Distribución espacial de las accesiones de cañahua en tres grupos y siete subgrupos identificados con la técnica K-medias. Fuente: Pinto (2011)

La aplicación del análisis discriminante múltiple confirmó que en la colección de germoplasma de cañahua existen 3 grupos y 7 subgrupos de diferente variabilidad genética sobre un total de 744 accesiones analizadas. La Figura 4 muestra la distribución espacial de las accesiones clasificadas en los siete subgrupos sobre las dos primeras funciones discriminantes. Se advierte que los subgrupos SG1, SG2, SG3, SG6 y SG7, que corresponden a los grupos G1 Lasta y G3 Saihua, agrupan a un mayor número de accesiones de cañahua cultivada, las que debido a esta característica, se encuentran muy próximos entre sí, cercanas al origen.

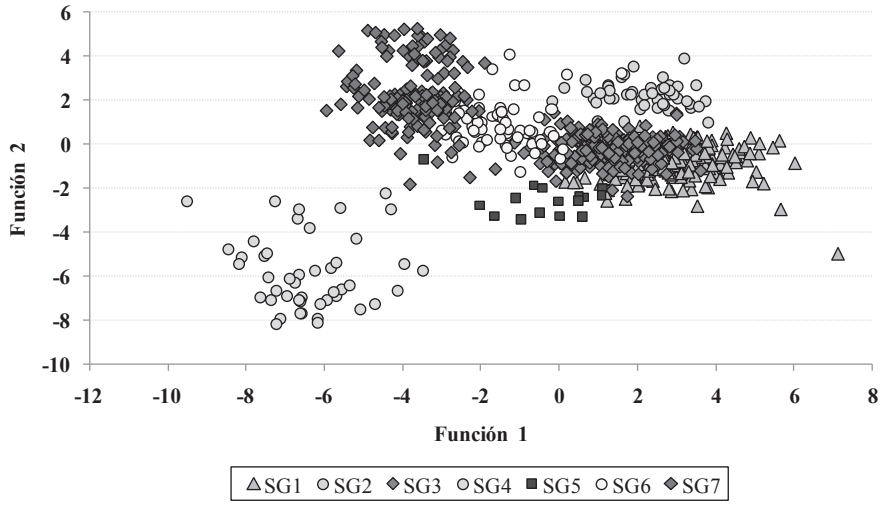


Figura 4. Distribución espacial de siete subgrupos identificados en la colección de germoplasma de cañahua por del análisis discriminante múltiple. Fuente: Pinto (2011)

Corroborando el Análisis de Correspondencia Múltiple que mostró que los estados de variables del tipo Pampalasta se encuentran muy alejados del origen, lo que indica que cañahuas silvestres son diferentes a cañahuas cultivadas. Esto permite inferir que no corresponde a la especie *Ch. pallidicaule*, y lo más probable se trate de otra especie. Para llegar a una conclusión definitiva de estos resultados preliminares, es necesario profundizar estudios de tipo etnobotánico en áreas de distribución y comunidades productoras, estudios taxonómicos, citológicos y moleculares que permitan rechazar o aceptar esta hipótesis.

Conclusiones

El análisis descriptivo evidenció una amplia variabilidad genética en cuanto a ciclo fenológico, tamaño de planta, cobertura foliar, rendimientos e índices de cosecha. Las correlaciones establecidas, permitieron identificar las variables agromorfológicas que son componentes del rendimiento y que facilitan los procesos de selección.

Con los análisis de componentes principales lineal y no lineal se estableció que las variables más discriminantes fueron grano lechoso, grano pastoso, rendimiento de broza, ancho de hoja, longitud de hoja, floración, altura de planta, diámetro de tallo, madurez fisiológica, rendimiento de grano, diámetro de cobertura foliar, número de ramas y longitud de peciolo, color de perigonio, color de tallo, color de planta y hábito de crecimiento.

El análisis de correspondencia múltiple, de agrupamiento y discriminante múltiple permitió diferenciar y ratificar las características propias de accesiones de cañahua cultivada (Lasta y Saihua) y de cañahua silvestre (Pampalasta).

La variabilidad genética de la colección de cañahua está distribuida en tres grupos y siete subgrupos. Los subgrupos SG1, SG2 y SG31 con 445 accesiones de tipo Lasta, de ciclo tardío con buenos rendimientos de grano y broza que pueden ser utilizados en la producción de semilla y forraje; los subgrupos SG4 y SG5 con73 accesiones de cañahua silvestre que por 0su precocidad, porte bajo y amplia cobertura foliar puede utilizarse como cobertura natural en suelos degradados; y los subgrupos SG6 y SG7 con 226 accesiones de tipo Saihua, de buena altura de planta y estrecha cobertura foliar y pueden facilitar la cosecha manual o mecanizada en parcelas de producción.

Referencias citadas

Hair JF, Anderson RE, Tatham RL, BLACK WC, 1992. Multivariate data analysis. Macmillan Publishing Company. New York, United States.

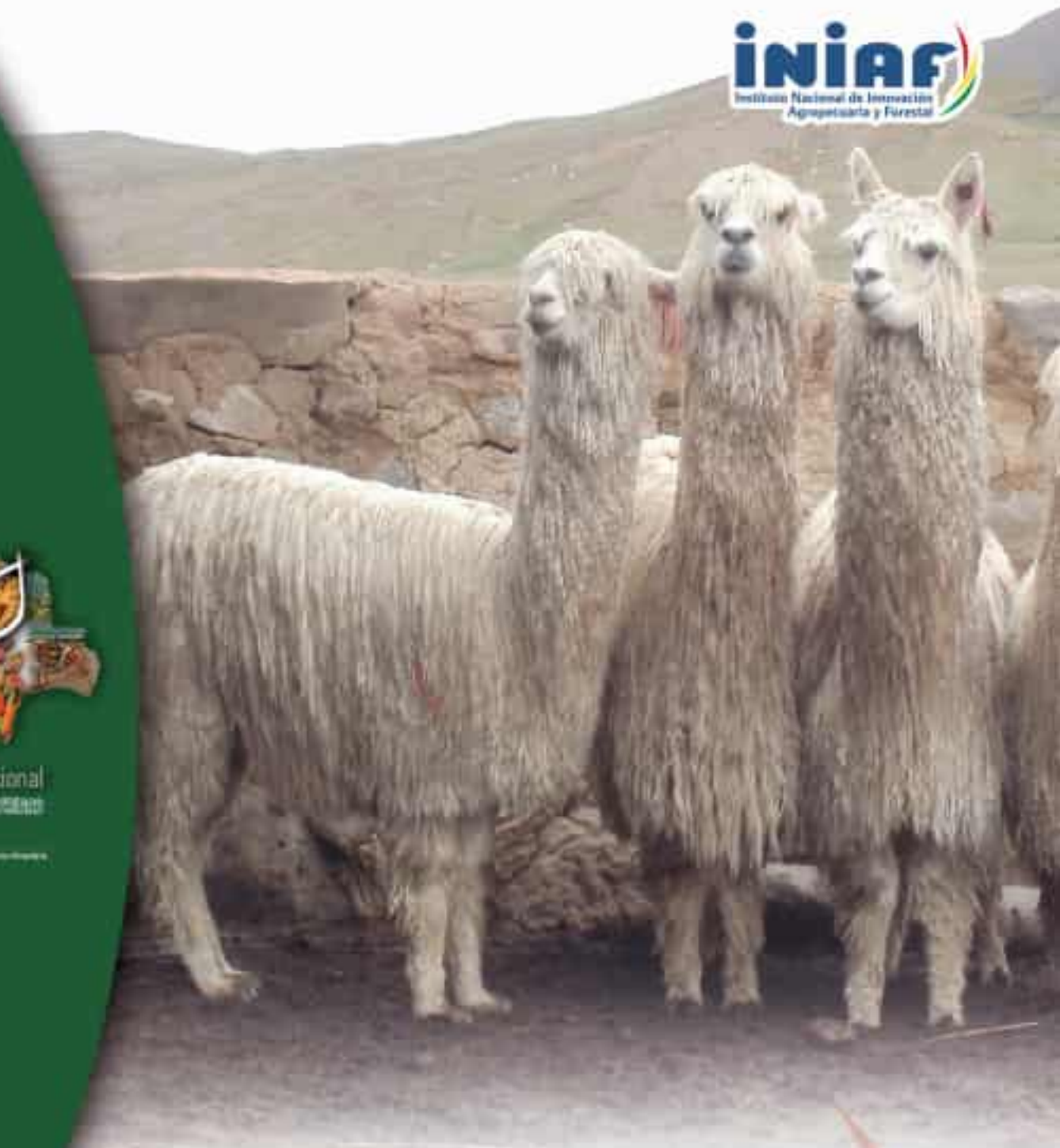
Hidalgo R. 2003. Variabilidad genética y caracterización de especies vegetales. En: Franco L., Hidalgo (eds.). Análisis estadístico de datos. IPGRI. Roma, Italia. pp 2-27

Olmos S, Di Renzo M. 2004. **Métodos de análisis de la variabilidad, Consideraciones estadísticas y biológicas para estimar variabilidad Genética**. En: Gabriela Levitus, Viviana Echenique, Clara Rubinstein, Esteban Hopp, Luis Mroginski (eds.). Biotecnología y Mejoramiento Vegetal. Buenos Aires Argentina. pp 187 - 197

Pinto M, Rojas W, Soto JL. 2008. Ficha técnica de la Variedad de cañahua Illimani, Fundación PROINPA Regional Altiplano, La Paz, Bolivia.

Pinto M. 2011. Estudio de la variabilidad genética de la colección de germoplasma de cañahua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) de Bolivia. Tesis de Maestría. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.

INIAF
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal



Congreso Nacional

Recursos de Zoogenéticos

CARACTERIZACIÓN DE FIBRA DE ALPACAS HUACAYA CONSERVADAS EN CONDICIÓN *IN SITU* EN LA REGION DE SAJAMA, ORURO - BOLIVIA

José Luis Quispe
Profesional en Conservación in situ de Recursos Genéticos Camélidos,
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF

Resumen

Con el objetivo de determinar las características físicas de fibra de alpaca de colores gris, gris café y negro conservadas en condición *in situ* en la comunidad Jila Uta Collana, Sajama, Oruro, fueron seleccionados 36 animales, de ambos sexos y de diferentes edades y colores de fibra. De cada animal seleccionada se extrajo una muestra de fibra de la zona del costillar medio del animal, posteriormente en el laboratorio de fibras, se realizó la determinación del diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra, porcentaje de medulación, factor de confort y longitud de mecha. Los resultados obtenidos fueron: las crías y jóvenes presentaron valores inferiores de diámetro de fibra, de coeficiente de variación del diámetro de fibra y de porcentaje de medulación y valores superiores de factor de confort, respecto a alpacas adultas, sin embargo estas diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$). Las alpacas Huacaya conservadas en condición *in situ* en la comunidad de Jila Uta Collana - Oruro, presentan características sobresalientes en finura de fibra (21,1 mm), coeficiente de variación del diámetro de fibra (22,1 %), porcentaje de medulación (17,7 %), factor de confort (95,9 %) y longitud de mecha (9,4 cm). Se encontraron seis tonalidades de color de fibra, posibilitando a la manufactura textil tener mayor combinación de colores naturales. La tasa de natalidad en la Unidad Productiva de Conservación *in situ* de alpacas fue de 81,7 %; la tasa de extracción de animales en pie fue de 11,2 % y de alpacas faenadas de 8,7 % y, finalmente la tasa de mortalidad de crías fue de 12,1 % y de adultos 5,4 %.

Palabras clave: *Alpaca Huacaya, fibra, medulación, factor de confort*

Introducción

En Bolivia, la población estimada de alpacas es de 457.000 (PRORECA y FDTA, 2004), distribuidas en tres regiones productoras de fibra que se diferencian entre sí. La región de Ulla Ulla - La Paz, caracterizada como una zona potencial en la producción de fibra de muy buena calidad en finura. La variabilidad de color de fibra en esta región es: blanco 71 %, LFs 16,2 %, café 5,7 %, negro 3,1 %, blanco manchado café 2,1 % y blanco manchado negro 1,8 % (Quispe, 2009).

La región de Sajama - Oruro y Pacajes - La Paz, presentan mayor variabilidad de color de fibra de alpaca, siendo el blanco con mayor proporción (31,6 %), seguido por LFs y café con el 26,4 %, el negro con el 20,8 %, el blanco manchado café con el 8,4 %, el gris o plomo con el 5,8 %, el blanco manchado negro con el 4,4 % y el gris café o api con el 2,6 % (Quispe, 2009).

Hace más de 15 años fueron introducidas alpacas a la región de Ayopaya - Cochabamba, actualmente cuenta con aproximadamente 25.000 alpacas y se constituye en una nueva zona productora de fibra. La variabilidad de color de fibra en esta zona es la siguiente: blanco 73 %, LFs 16 %, café 6 %, negro 3 % y manchados 2 %, (Quispe, 2009).

Por lo mencionado, los colores de fibra de alpacas ausentes en las regiones de Ulla Ulla y Ayopaya y presentes con menor porcentaje en la región de Sajama y Pacajes son: el gris (plomo), gris café (api) y negro, por tanto estos colores de fibra de alpacas se encuentran en riesgo de erosión genética.

Ante esta situación, el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF cuenta con una Unidad Productiva de Conservación *in situ* de alpacas Huacaya de colores gris, gris café y negro, localizada en la región de Sajama del departamento de Oruro.

El presente estudio permite conocer las características físicas de fibra de alpacas de colores gris, gris café y negro conservadas en condición *in situ*, además de su variabilidad de tonalidades de color de fibra e índices productivos. Los objetivos del estudio fueron:

- Determinar las características físicas de fibra de alpacas Huacaya conservadas en condición *in situ.*
- Establecer la variabilidad de la tonalidad de color de fibra de alpacas conservadas en condición *in situ.*
- Evaluar los índices productivos de la tama de alpacas.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la Unidad Productiva de Conservación *in situ* de alpacas Huacaya de colores gris, gris café y negro de la familia Alconz, ubicada en la comunidad de Jila Uta Collana del municipio de Curahuara de Carangas, provincia Sajama del departamento de Oruro a una altitud de 4.211 msnm.

La caracterización física de fibra de alpacas fue realizada en 36 animales, de ambos sexos, de diferentes edades y de colores gris (plomo), gris café (api) y negro. De cada animal seleccionada se extrajo una muestra de fibra de la zona del costillar medio del animal, posteriormente en el laboratorio de fibras del Programa Regional de Camélidos se determinaron el diámetro de fibra, porcentaje de medulación y factor de confort, según recomendaciones de American Society for Testing of Materials (1982).

El color de fibra de alpacas conservadas en condición *in situ* fue determinado mediante una carta de colores que utiliza la industria textil. El procedimiento de datos fue realizado mediante el método de mínimos cuadrados utilizando un modelo lineal factorial, haciendo uso del procedimiento GLM del programa estadístico SAS versión 8.

Los índices productivos como tasa de natalidad, tasa de mortalidad y tasa de extracción fueron determinados mediante registros de crías nacidas, crías y adultas muertas y, animales vendidos en pie y faenados.

Resultados y discusión

a) Características físicas de fibra

Diámetro de fibra

El promedio general del diámetro de fibra fue de 21,1 ± 2,5 mm, este valor es ligeramente superior al reportado por Quispe (2013), quien encontró un diámetro promedio de 19,5 mm, en alpacas de la región de Ulla Ulla, La Paz. Según el Cuadro 1, las alpacas machos obtuvieron un diámetro de fibra (20,8 ± 2,0 mm) ligeramente inferior a las hembras (21,3 ± 2,8 mm). En tanto que el diámetro de fibra de crías (20,7 ± 2,4 mm) fue similar estadísticamente a las alpacas jóvenes (20,8 ± 2,6 mm) e inferior a los animales adultos (22,4 ± 2,0 mm).

En la interacción sexo por edad, las alpacas hembras jóvenes obtuvieron un diámetro de fibra de 20,7 ± 3,3 mm, este valor es similar estadísticamente a las crías y adultas hembras (21,2 ± 3,1 mm y 22,1 ± 2,2 mm, respectivamente). Mientras que en alpacas machos, las crías obtuvieron un diámetro de fibra (20,5 ± 2,2 mm) inferior al reportado por alpacas jóvenes (20,8 ± 0,7 mm) y adultos (22,9 ± 2,2 mm), sin embargo esta diferencia no es significativa ($p > 0,05$) (Cuadro 1).

Coeficiente de variación del diámetro de fibra

El coeficiente de variación del diámetro de la fibra (CVDF) es una medida de heterogeneidad del diámetro de las fibras dentro de un vellón y se expresa como el cociente entre la desviación estándar y el promedio multiplicado por 100, por lo tanto su magnitud está expresada en porcentaje. Un vellón con coeficiente de variación del diámetro de la fibra más bajo indica una mayor uniformidad de los diámetros de las fibras individuales dentro del vellón (McLennan y Lewer, 2005).

El promedio general del coeficiente de variación del diámetro de fibra de alpacas conservadas en condición *in situ* fue de 22,1 ± 3,9 %, este resultado está por debajo del 24 %, este valor representa el límite para rendimientos textiles acorde a su diámetro, y que se encuentra asociado al rendimiento del hilado, propiedad conocida también como finura al hilado (Quispe *et al.*, 2013).

En el presente estudio, las alpacas machos tuvieron

un CVDF (21,4 ± 3,7 %) ligeramente inferior al reportado para hembras (22,8 ± 3,9 %). Asimismo, las crías obtuvieron un CVDF relativamente menor al obtenido por alpacas jóvenes y adultos (Cuadro 1).

En la interacción sexo por edad, las crías y jóvenes hembras obtuvieron un CVDF por debajo del límite (24 %), excepto las hembras adultas. Mientras que en alpacas machos, las crías y jóvenes presentaron valores similares, las mismas fueron 2 % menor al obtenido por animales adultos (23,0 ± 3,8 %) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Minimos cuadrados de diámetro de fibra, coeficiente de variación del diámetro de fibra, porcentaje de medulación, factor de confort y longitud de mecha, según efectos principales

Efectos Principales	Diámetro de fibra	Coeficiente de variación del diámetro de fibra	Medulación de fibra	Factor Confort	Longitud de mecha
	(μm)	(%)	(%)	(%)	(cm)
Sexo					
Hembra	21,3 ± 2,8 a	22,8 ± 3,9 a	17,4 ± 12,0 a	95,5 ± 4,4 a	11,0 ± 3,4 a
Macho	20,8 ± 2,0 a	21,4 ± 3,7 a	15,3 ± 12,1 a	97,1 ± 2,4 a	9,9 ± 3,7 a
Edad					
Cría	20,7 ± 2,4 a	21,1 ± 4,2 a	16,8 ± 14,4 a	96,9 ± 3,4 a	8,6 ± 2,1 a
Joven	20,8 ± 2,6 a	22,2 ± 2,5 a	15,1 ± 11,6 a	97,1 ± 2,5 a	13,2 ± 3,8 b
Adulto	22,4 ± 2,0 a	24,3 ± 4,4 a	17,5 ± 4,5 a	93,8 ± 4,6 a	10,5 ± 3,5 ab
Sexo x Edad					
Hembra x Cría	21,2 ± 3,1 a	20,9 ± 4,6 a	18,9 ± 15,3 a	96,0 ± 5,2 a	7,6 ± 1,4 a
Hembra x Joven	20,7 ± 3,3 a	22,8 ± 2,6 a	16,7 ± 14,0 a	96,7 ± 2,9 a	13,5 ± 2,5 b
Hembra x Adulta	22,1 ± 2,2 a	24,8 ± 4,9 a	17,2 ± 5,2 a	93,2 ± 5,3 a	10,5 ± 2,9 ab
Macho x Cría	20,5 ± 2,2 a	21,2 ± 4,2 a	15,9 ± 14,6 a	97,3 ± 2,6 a	9,0 ± 2,2 a
Macho x Joven	20,8 ± 0,7 a	21,0 ± 4,2 a	11,9 ± 3,9 a	97,9 ± 1,2 a	12,4 ± 6,0 b
Macho x Adulto	22,9 ± 2,2 a	23,0 ± 3,8 a	18,4 ± 3,6 a	95,1 ± 2,9 a	10,5 ± 6,4 ab

Cria: Animal menor a 10 meses de edad; Jóven: Alpaca de 11 meses a 3 años de edad; Adulta: Animal de 3 y mayor a 3 años de edad; mm: Micras; %: Porcentaje; cm: Centimetro; ab: Letras diferentes dentro de cada factor y variables de respuesta significan diferencias significativas (p < 0,05).

Medulación de la fibra

El promedio porcentual de fibras meduladas fue de 17,7 ± 13,6 %, este valor es ligeramente superior al promedio obtenido por Charcas (1997) (15,3 % en alpacas de la región de Ulla Ulla, La Paz). Según el Cuadro 1, las alpacas machos tuvieron un porcentaje de medulación de 15,3 ± 12,1 %, este valor es ligeramente inferior al registrado para hembras (15,3 ± 12,1 %), esta diferencia no fue significativa (p > 0,05).

De acuerdo al Cuadro 1, las alpacas jóvenes obtuvieron un porcentaje de medulación inferior al registrado por crías y adultos, esta diferencia tampoco fues significativa (p > 0,05).

En la interacción sexo por edad, las alpacas hembras jóvenes obtuvieron un porcentaje de medulación levemente menor con relación a adultos y crías del mismo sexo. Entre tanto, los animales machos jóvenes presentan un porcentaje de medulación inferior al de crías y adultos machos (Cuadro 1).

Factor de confort

El promedio general del factor de confort fue de 95,9 ± 3,6 %, esto significa que existen 95,9 % de fibras por debajo de 30 mm, por tanto esta calidad de fibra no producirá efecto de picazón en contacto con la piel una vez transformada en una prenda textil. Quispe (2013), en alpacas de la región de Ulla Ulla, La Paz, obtuvo un factor de confort de

97,5 %, este resultado es mayor al encontrado en el presente trabajo de investigación.

El factor de confort de alpacas machos (97,1 ± 2,4 %) fue mayor al registrado por hembras (95,5 ± 4,4 %). Las crías y jóvenes obtuvieron un factor de confort superior al obtenido por alpacas adultas (Cuadro 1).

En la interacción sexo por edad, las crías, jóvenes y adultos machos obtuvieron similar factor de confort. Mientras en hembras, las crías y jóvenes obtuvieron valores superiores de factor de confort con relación a las adultas (Cuadro 1).

Longitud de mecha

El promedio general de la longitud de mecha fue de 9,4 ± 2,8 cm. De acuerdo al Cuadro 1, las alpacas hembras tuvieron una longitud de mecha (11,0 ± 3,4 cm) superior a los machos (9,9 ± 3,7 cm), sin embargo esta diferencia estadísticamente no fue significativa.

Según el Cuadro 1, la longitud de mecha de crías (8,6 ± 2,1 cm) fue inferior al de jóvenes y adultos (13,2 ± 3,8 y 10,5 ± 3,5 cm, respectivamente). Asimismo, los adultos obtuvieron valores inferiores a los presentados por jóvenes, debido a una mayor proporción de animales esquilados.

En la interacción sexo por edad, las crías hembras obtuvieron una longitud de mecha (7,6 ± 1,4 cm) inferior al reportado por hembras jóvenes y adultas (13,5 ± 2,5 y 10,5 ± 2,9 cm, respectivamente) (Cuadro 1). Mientras que en machos, las crías tuvieron una longitud de mecha (9,0 ± 2,2 cm) menor con relación a los jóvenes (12,4 ± 6,0 cm) y adultos (10,5 ± 6,4 cm). Asimismo, se observa que los animales adultos tanto hembras como machos, presentan valores inferiores a los reportados por jóvenes de ambos sexos, esto se debe a que las alpacas son esquilados a los dos años.

Variabilidad de color de vellón de alpacas

En alpacas Huacaya conservadas en condición *in situ* en la región de Sajama - Oruro, se encontraron siete tonalidades de color de fibra (Figura 1). Los colores de fibra: gris plata medio fue el más frecuente con el 36,1 %, seguido por el gris plata oscuro con el 16,7 %; el gris café medio con el 13,9 %; el gris plata claro y gris café claro cada uno con el 11,1 %; el negro con el 8,3 % y finalmente el gris café oscuro con el 2,8 %.



Alpaca Huacaya de color gris café oscuro



Alpaca Huacaya de color gris plata medio



Alpaca Huacaya de color negro

Figura 1. Variabilidad de tonalidades de color de fibra de alpacas Huacaya conservadas en condición in situ en la comunidad de Jila Uta Collana - Oruro.

b) Índices productivos

Natalidad

Sobre la base de las crías nacidas durante el último periodo (diciembre de 2012 a mayo de 2013) se calculó la tasa de natalidad, resultando 81,7 %, este valor es superior al encontrado por Espinoza (2010), quien obtuvo 65,8 % en llamas de la región de Huajruma, La Paz.

Mortalidad

La tasa de mortalidad de crías fue de 12,1 % y de adultos 5,4 %. La mortalidad se debe a accidentes (animales ahogados), desnutrición y depredación

por zorro. Al respecto PRORECA y FDTA (2004) reportan 29,3 % para crías y 1 % para adultos en tamas de alpacas de Ulla Ulla.

Tasa de extracción

La tasa de extracción de animales en pie fue de 11,2 % y de alpacas faenadas de 8,7 %. En esta Unidad Productiva la principal fuente de ingreso es la venta en pie de maltones de un año de edad, además de la fibra.

Conclusiones

Sobre las características de fibra de alpaca; las crías y jóvenes presentaron valores inferiores de diámetro de fibra, de coeficiente de variación del diámetro de fibra y de porcentaje de medulación y valores superiores de factor de confort, respecto a alpacas adultas, sin embargo estas diferencias no fueron significativas ($p > 0,05$).

Las alpacas Huacaya conservadas en condición *in situ* en la comunidad de Jila Uta Collana - Oruro, presentan características sobresalientes en finura de fibra (21,1 mm), coeficiente de variación del diámetro de fibra (22,1 %), porcentaje de medulación (17,7 %), factor de confort (95,9 %) y longitud de mecha (9,4 cm).

En las alpacas conservadas en condición *in situ* se encontraron siete tonalidades de color, permitiendo a los artesanos y la industria textil y manufactura tener mayor variabilidad de combinación de colores naturales.

Las tasas de natalidad y extracción obtenidas en el presente estudio, son consideradas como bueno, debido a un apropiado manejo productivo de la Unidad Productiva de Conservación *in situ* de alpacas. Por otra parte, la tasa de mortalidad encontrada en la tama de alpacas, se puede considerar como un valor regular aceptable dentro una explotación ganadera.

Referencias citadas

Charcas, H. (1997). Identificación de alpacas sobresalientes para producción de fibra como base para la formación de un rebaño elite. (Tesis de licenciatura). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 67 p.

Espinoza, M. (2010). Caracterización zoométrica, productiva y efectos de factores ambientales en llamas (*Lama glama* L.) del ecotipo tiwtiri. (Tesis de licenciatura). Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. 110 p.

McLennan, N. y Lewer, R. (2005). Wool production Coefficient of variation of fibre diameter (CVFD). En: http://www2.dpi.qld.gov.au/sheep/10003.html.

Programa Regional de Camélidos & Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario (2004). Estudio identificación, mapeo y análisis competitivo de la cadena productiva de Camélidos. Consultaría elaborada por el PRORECA. La Paz, Bolivia. 70 p.

Quispe, J. (2009). Estudio de factibilidad para la alianza comercial entre Marka Antaquilla – Hichocollo alpaca. Consultoría. Fundación PUMA. La Paz, Bolivia. 63 p.

Quispe, J. (2011). Plan de conservación de camélidos sudamericanos domésticos. Instituto Nacional de Innovación Agropecuario y Forestal – Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (INIAF-MDRyT). La Paz, Bolivia. 38 p.

Quispe, E., Poma, A. y Purroy, A. (2013). Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 7(1). 1-29 pp.

CARACTERIZACIÓN DE LLAMAS T'AMPHULLI CONSERVADAS EN CONDICIÓN *IN SITU* EN LA COMUNIDAD DE QUETENA GRANDE, POTOSÍ - BOLIVIA

José Luis Quispe
Profesional en Conservación in situ de Recursos Genéticos Camélidos.
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF
josluisqh@hotmail.com

Resumen

Con el propósito de determinar las características físicas de fibra y morfológicas de llamas T'amphulli conservadas en condición *in situ* en la comunidad de Quetena Grande - Potosí, fueron seleccionadas 47 animales, de ambos sexos y de diferentes edades y colores. Para la caracterización morfológica, las llamas fueron sometidas a medidas zoométricas y pesaje. Para la caracterización física de fibra, un 50 % de la muestra de fibra de cada animal fue descerdado mediante el método tacto-visual. En el laboratorio de fibras, se realizó la determinación del diámetro de fibra, porcentaje de medulación, factor de confort y longitud de mecha. Los resultados obtenidos en la caracterización morfológica de llamas T'amphulli fueron: las crías y hembras jóvenes obtuvieron un desarrollo corporal superior al obtenido por crías y jóvenes machos. Mientras en adultos, los machos presentaron una superioridad en todas las variables estudiadas con relación a las hembras. Sobre las características de fibra descerdada y sin descerdar; las crías de llamas T'amphulli presentaron valores inferiores de diámetro y superiores de factor de confort, respecto a las llamas jóvenes y adultas, sin embargo esta diferencia desde el punto de vista textil es escasa, por tanto las llamas T'amphulli conservadas en condición *in situ* producen fibra de extraordinaria calidad. El proceso de descerdado tacto-visual mejoró la calidad de la fibra de llama en razón del menor micronaje en el diámetro de fibra, menor contenido de fibras meduladas y mayor factor de confort, permitiendo la obtención de hilados y prendas finales de excelente calidad. Se encontraron 13 tonalidades de color de fibra, posibilitando a la manufactura textil tener mayor combinación de colores naturales.

Palabras clave: T'amphulli, morfológica, fibra descerdada, factor confort

Introducción

La región de Quetena, de la provincia Sur Lípez del departamento de Potosí, se caracteriza por la existencia de llamas del tipo T'amphulli productoras de fibra. En la última década, debido a la incursión masiva del turismo a la región, los ganaderos han descuidado el manejo productivo y reproductivo, ocasionando cruzas indiscriminadas entre tipos de llamas generando animales con características indeseables en cuanto al tipo de animal y color de fibra.

Ante esta situación adversa para la población de llamas T'amphulli de la región de Quetena, el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF cuenta con una Unidad Productiva de Conservación *in situ* de llamas del tipo T'amphulli, localizada en la comunidad de Quetena Grande, municipio de San Pablo de Lípez, departamento de Potosí.

El presente estudio permite conocer las características físicas de fibra y morfológicas que expresan la capacidad genética de producción de fibra y carne de llamas T'amphulli de la región de Quetena Grande, por tanto se plantea alcanzar los siguientes objetivos:

- Determinar las características morfológicas de llamas T'amphulli conservadas en condición *in situ.*
- Determinar las características físicas de fibra descerdada y sin descerdada de llamas T'amphulli conservadas en condición *in situ.*
- Establecer la variabilidad de la tonalidad de color de vellón de llamas T'amphulli conservadas en condición *in situ.*

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la Unidad Productiva de Conservación *in situ* de llamas T'amphulli de la familia Villca, ubicada en la comunidad de Quetena Grande del municipio de San Pablo de Lípez, provincia de Sur Lípez del departamento de Potosí a una altitud de 4.250 msnm, caracterizada por presentar un clima frígido. La fuente principal de alimentación de las llamas que habitan esta región se basa en pastos nativos.

En llamas del tipo T'amphulli, de ambos sexos y de diferentes edades y colores, se realizó la caracterización morfológica, para ello se efectuaron medidas zoométricas (perímetro torácico, altura a la cruz, altura a la grupa, longitud de cuerpo, longitud de cuello, ancho de anca) y pesaje (Figura 2).

Para la determinación de las características físicas de la fibra descerdada y sin descerdar, de cada llama se extrajo una muestra de fibra de la zona del costillar medio del animal. En el laboratorio de fibra del Programa Regional de Camélidos, las muestras de fibra fueron divididas en dos partes iguales; en el lado izquierdo se realizó el descerdado mediante el método manual (tacto-visual) y, en el derecho no se efectuó el descerdado.

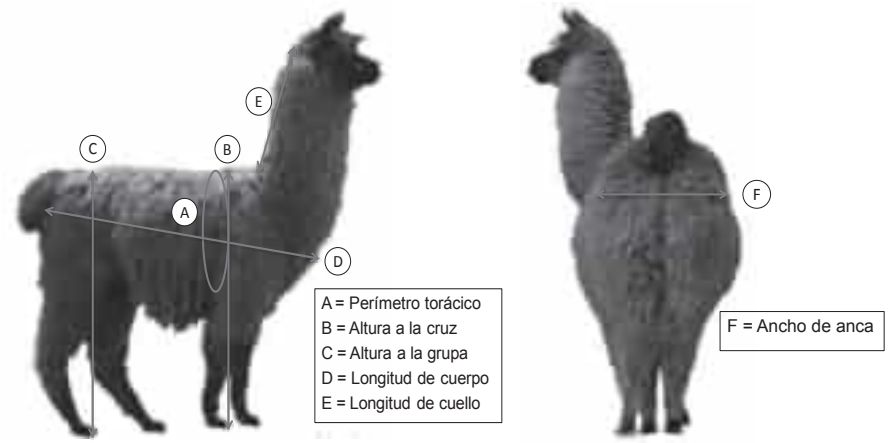


Figura 1. Medidas zoometricas en la llama

El diámetro de fibra, porcentaje de medulación y porcentaje de confort fueron medidos en un microscopio de proyección de acuerdo a recomendaciones de American Society for Testing of Materials (1982). El color de fibra fue determinado mediante una carta de colores que utiliza la industria textil. El procedimiento de datos fue realizado mediante el método de mínimos cuadrados utilizando un modelo lineal factorial, haciendo uso del procedimiento GLM del programa estadístico SAS versión 8.

Resultados y discusión

a) Características morfológicas de llamas T'amphulli

Perímetro torácico

El perímetro torácico de crías hembras (77,9 ± 3,4 cm) y hembras jóvenes (94,9 ± 3,4 cm) fue superior a crías y jóvenes machos (76,3 ± 6,1 y 91,6 ± 3,6 cm, respectivamente), En tanto, los animales machos adultos obtuvieron un perímetro torácico (107,3 ± 7,0 cm) superior al registrado por llamas hembras adultas (105,3 ± 3,0 cm) (Cuadro 1).

Altura a la cruz

Según el Cuadro 1, las crías hembras tuvieron una altura a la cruz de 81,3 ± 3,7 cm, este valor es levemente superior a las crías machos (80,6 ± 4,9 cm). Por su parte, las llamas hembras jóvenes obtuvieron una altura a la cruz de 91,2 ± 3,8 cm, este resultado es mayor al obtenido por machos jóvenes (88,8 ± 3,9 cm). En adultos sucede lo contrario, los machos (99,2 ± 4,2 cm) presentaron una altura a la cruz superior a las hembras (96,4 ± 1,9 cm).

Altura a la grupa

De acuerdo al Cuadro 1, las crías y jóvenes hembras obtuvieron una altura a la grupa, ligeramente superior al registrado por crías y jóvenes machos. Los machos adultos (107,3 ± 7,0 cm) obtuvieron una altura a la grupa superior a hembras adultas (105,3 ± 3,0 cm).

Cuadro 1. Valores promedios y diferencias significativas sobre perímetro torácico, altura a la cruz, altura a la grupa, longitud de cuerpo, ancho de anca, longitud de cuello y peso vivo, según sexo y edad

Sexo	Edad	Perímetro torácico	Altura a la cruz	Altura a la grupa	Longitud de cuerpo	Ancho de anca	Longitud de cuello	Peso vivo
		(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(kg)
		X ± SD	X ± SD	X ± SD	X ± SD	X ± SD	X ± SD	X ± SD
Hembra	Cría	77,9 ± 3,4 a	81,3 ± 3,7 a	83,0 ± 4,1 a	77,3 ± 4,1 a	18,5 ± 1,2 a	45,1 ± 2,3 a	35,6 ± 4,4 a
Hembra	Joven	94,9 ± 3,4 b	91,2 ± 3,8 b	93,9 ± 3,8 b	91,5 ± 4,6 b	22,5 ± 1,4 b	50,2 ± 2,1 b	58,3 ± 5,4 b
Hembra	Adulta	105,3 ± 3,0 c	96,4 ± 1,9 c	98,7 ± 2,0 c	101,2 ± 2,5 c	24,2 ± 0,9 c	54,0 ± 1,1 c	84,6 ± 7,2 c
Macho	Cría	76,3 ± 6,1 a	80,6 ± 4,9 a	82,4 ± 4,8 a	76,8 ± 5,0 a	18,3 ± 1,0 a	43,4 ± 3,7 a	35,8 ± 5,1 a
Macho	Joven	91,6 ± 3,6 b	88,8 ± 3,9 b	91,4 ± 3,8 b	89,0 ± 3,5 b	21,6 ± 0,6 b	49,0 ± 2,0 b	54,4 ± 7,2 b
Macho	Adulto	107,3 ± 7,0 c	99,2 ± 4,2 c	101,2 ± 3,8 c	102,3 ± 3,5 c	26,0 ± 1,5 d	55,0 ± 5,2 c	96,0 ± 10,6 d

Cria: Animal menor a 8 meses de edad; Jóven: Llama de 9 meses a 2 años de edad; Adulto: Animal de 3 y mayor a 3 años de edad; kg: Kilogramo; cm: Centimetro; X: Media; SD: Desviacion estándar; abcd: Letras diferentes dentro de cada factor y variables de respuesta significan diferencias significativas (p < 0,05).

Longitud de cuerpo

Según el Cuadro 1, el promedio de longitud de cuerpo de crías hembras fue de 77,3 ± 4,1 cm, este valor es levemente mayor al obtenido por crías machos (76,8 ± 5,0 cm). Entre tanto, las hembras jóvenes obtuvieron una longitud de cuerpo mayor a los animales machos jóvenes. En adultos, los machos tuvieron un largo de cuerpo (102,3 ± 3,5 cm) superior a animales hembras (101,2 ± 2,5 cm).

Ancho de anca

El ancho de anca de crías y jóvenes hembras fue ligeramente superior al registrado por crías y jóvenes machos (Cuadro 1). Los machos adultos obtuvieron un ancho de anca de 26,0 ± 1,5 cm, este valor es estadísticamente superior al de hembras adultas (24,2 ± 0,9 cm).

Longitud de cuello

De acuerdo al Cuadro 1, las crías y jóvenes hembras obtuvieron una longitud de cuello levemente superior con relación a crías y jóvenes machos. En adultos, los machos obtuvieron una longitud de cuello mayor al de hembras.

Peso vivo

Según el Cuadro 1, el peso vivo de crías machos fue similar al de crías hembras. Por su parte, las hembras jóvenes obtuvieron un promedio de peso vivo superior al registrado por machos jóvenes. Los machos adultos presentaron una superioridad de peso vivo (96,0 ± 10,6 kg) con relación a hembras adultas (84,6 ± 7,2 kg.). El mayor peso vivo en machos se debe a efectos fisiológicas y hormonales que influyen en el sexo (Flores, 1988).

b) Características físicas de fibra descerdada y sin descerdar de llamas T'amphulli

Diámetro de fibra

Según el Cuadro 2, el promedio de diámetro de fibra descerdada fue de 20,4 ± 1,7 mm. Los animales machos (20,1 ± 1,9 mm) obtuvieron un diámetro de fibra descerdada ligeramente inferior a llamas hembras (20,5 ± 1,7 mm). Las crías y jóvenes machos tuvieron un diámetro de fibra descerdada inferior a las crías y jóvenes hembras. Mientras en adultos, las hembras obtuvieron un diámetro de fibra inferior al de los machos.

El diámetro menor de fibra en llamas jóvenes, se debe a factores anatomo-fisiológicos, mayor densidad folicular y, mayor actividad de los folículos secundarios que tienden a producir fibras más finas que los folículos primarios (Carpio, 1991).

En fibra sin descerdar, el promedio de fibra fue de 22,1 ± 2,4 mm. Las llamas machos presentaron un diámetro promedio de fibra de 21,5 ± 2,2 mm, este valor es inferior al obtenido por llamas hembras

(22,4 ± 2,4 mm). La edad del animal tuvo influencia en el diámetro de fibra sin descerdar, ya que las crías hembras y machos tuvieron mayor finura que los animales jóvenes y adultos (Cuadro 2).

De acuerdo a la información del Cuadro 2, el diámetro de fibra descerdada (20,4 ± 1,7 mm) fue menor en 1,7 mm con relación con la fibra sin descerdar (22,1 ± 2,4 mm). Los valores referidos, evidencian que el proceso de descerdado tacto-visual mejora la calidad de la fibra de llama en razón del menor micronaje.

Medulación de la fibra

Según el Cuadro 2, en fibra descerdada, el promedio porcentual de fibras meduladas fue de 15,9 ± 10,3 %. El porcentaje de medulación de llamas machos fue de 15,6 ± 12,7 %, ligeramente inferior al registrado por animales hembras (16,1 ± 9,3 %) (Cuadro 2). Las crías hembras tuvieron un porcentaje de medulación inferior a las crías machos. Con relación a los animales jóvenes, las hembras obtuvieron un resultado similar al de machos. En tanto en adultos sucede lo contrario, los machos tuvieron un porcentaje de medulación inferior a las hembras.

En fibra sin descerdar, los animales machos (21,3 ± 12,1 %) obtuvieron un porcentaje de medulación inferior al de llamas hembras (23,2 ± 10,1 %). Asimismo, se observó que las crías hembras y machos presentaron el mismo valor de porcentaje de medulación, mientras que los jóvenes y adultos machos tuvieron un porcentaje de medulación inferior a los jóvenes y adultas hembras (Cuadro 2).

Según el Cuadro 2, el porcentaje de medulación de fibra descerdada (15,9 ± 10,3 %) tuvo un promedio menor con relación a la fibra sin descerdar (22,6 ± 10,7 %), esta diferencia es de 6,7 %. Estos valores, evidencian que el proceso de descerdado reduce substancialmente la proporción de fibras meduladas en el vellón de llamas.

Cuadro 2. Estadísticos sobre diámetro, porcentaje de medulación, factor de confort y longitud de mecha de fibra de llama descerdada y sin descerdar según sexo y edad.

Sexo	Edad	Fibra descerdada				Fibra sin descerdar			
		Diámetro (μm)	Medulación (%)	Factor de confort (%)		Diámetro (μm)	Medulación (%)	Factor de confort (%)	Longitud de mecha (cm)
		X ± SD	X ± SD	X ± SD		X ± SD	X ± SD	X ± SD	X ± SD
Hembra	Cría	20,0 ±1,4	17,5 ± 9,3	98,4 ± 1,0		21,5 ± 1,7	23,3 ± 10,0	91,4 ± 3,4	10,7 ± 1,3
Hembra	Joven	20,8 ± 2,0	13,7±10,6	97,2 ± 1,7		23,0 ± 2,8	23,1 ± 11,8	86,4 ± 5,6	14,1 ± 1,3
Hembra	Adulta	21,1 ± 1,7	15,9 ± 8,5	97,4 ± 1,7		23,2 ± 2,8	23,1 ± 10,0	88,9 ± 5,6	11,7 ± 5,8
Promedio hembras		**20,5 ± 1,7**	**16,1 ± 9,3**	**97,8 ± 1,4**		**22,4 ± 2,4**	**23,2 ± 10,1**	**89,4 ± 5,0**	**11,8 ± 3,4**
Macho	Cría	19,0 ± 1,0	18,9 ± 17,2	98,6 ± 1,3		20,1 ± 1,2	23,3 ± 16,2	93,4 ± 3,2	10,2 ± 0,9
Macho	Joven	20,6 ± 1,5	13,9 ± 7,9	98,4 ± 0,7		22,2 ± 2,0	20,3 ± 8,9	91,0 ± 2,9	14,4 ± 2,3
Macho	Adulto	22,1 ± 2,6	10,5 ± 5,2	96,3 ± 2,2		23,5 ± 2,8	18,6 ± 6,6	87,3 ± 5,8	11,3 ± 0,6
Promedio machos		**20,1 ± 1,9**	**15,6 ± 12,7**	**98,1 ± 1,6**		**21,5 ± 2,2**	**21,3 ± 12,1**	**91,4 ± 4,0**	**11,8 ± 2,4**
Promedio total		**20,4 ± 1,7**	**15,9 ± 10,3**	**97,9 ± 1,5**		**22,1 ± 2,4**	**22,6 ± 10,7**	**90,1 ± 4,8**	**11,8 ± 2,8**

Cria: Llama menor a 8 meses de edad; Jóven: Llama de 9 meses a 2 años de edad; Adulta: Llama de 3 y mayor a 3 años de edad; m: Micras; %: Porcentaje; cm: Centimetro; SD: Desviación Estándar; X̄: Promedio.

Factor de confort

El promedio del factor de confort de fibra descerdada fue de 97,9 ± 1,5 %, esto significa que existen 97,9 % de fibras por debajo de 30 mm, por tanto esta calidad de fibra no producirá efecto de picazón en contacto con la piel una vez transformada en una prenda textil. Cabe mencionar que por encima de 92 % de factor de confort se pueden elaborar prendas que estén en contacto con la piel como son las chalinas y camisas, esto coincide que las únicas calidades de fibra de llama que pueden aplicarse a estas prendas son la Extra Fina (menor a 19

mm) y la Fina (19 a 22,7 mm). Asimismo, por debajo del 90 % de factor de confort se pueden confeccionar prendas de protección como abrigos, mantas, etc.

En fibra descerdada, los animales machos (98,1 ± 1,6 %) tuvieron un factor de confort de fibra ligeramente superior al registrada por llamas hembras (97,8 ± 1,4), sin embargo esta diferencia no es significativa estadísticamente (Cuadro 2). Las crías, jóvenes y adultos, de ambos sexos tuvieron un factor de confort de fibra superior al 95 %, lo que significa que en la prenda textil no producirá efecto de picazón.

En fibra sin descerdar, las llamas hembras (89,4 ± 5,0 %) tuvieron un factor de confort inferior al obtenido por machos (91,4 ± 4,0 %). De la misma forma que la fibra descerdada, la edad tuvo influencia en el factor de confort de fibra.

El factor de confort de fibra descedada (97,4 ± 1,7 %) fue mayor en 7,3 % con relación con la fibra sin descerdar (90,1 ± 4,8 %) (Cuadro 2), por tanto el proceso de descerdado mejora el factor de confort.

Longitud de mecha

El promedio general de longitud de mecha de llamas T'amphulli fue de 11,8 ± 2,8 cm. Las llamas hembras obtuvieron una longitud de mecha similar al de los machos (Cuadro 2).

Según el Cuadro 2, la longitud de mecha de crías hembras (10,7 ± 1,3 cm) fue ligeramente superior a las crías machos (10,2 ± 0,9 cm). Entre tanto, las llamas hembras jóvenes tuvieron un promedio de longitud de mecha similar al obtenido por animales machos jóvenes. Mientras que las hembras adultas presentaron una ligera superioridad de longitud de mecha (11,7 ± 5,8 cm) con relación a los machos adultos (11,3 ± 0,6 cm). Los animales adultos tanto hembras como machos tuvieron una longitud de mecha inferior a las llamas jóvenes y crías, debido a que fueron esquilados a los dos años.

Variabilidad de color de vellón de llamas

En llamas T'amphulli conservadas en condición *in situ* en Quetena Grande - Potosí, se encontraron 13 tonalidades de color de fibra (Figura 2). Los colores de fibra: café claro y blanco fueron los más frecuentes, cada uno con el 21,3 %, seguido por LFZ (crema oscuro) con el 17,0 %; el café medio con el 10,6 %; el rosillo medio con el 8,5 %, el rosillo claro y gris claro cada uno con el 4,3 %; en tanto, los colores menos frecuentes fueron el LFX (crema claro), el LFY (crema medio), el café oscuro, el negro, el rosillo oscuro y el gris medio, cada uno con el 2,1 %.


Llama T'amphulli de color blanco


Llama T'amphulli de color LFY (crema medio)


Llama T'amphulli de color LFZ (crema oscuro)


Llama T'amphulli de color café medio


Llama T'amphulli de color gris medio


Llama T'amphulli de color negro

Figura 2. Variabilidad de color de fibra de llamas T'amphulli conservadas en condición in situ en la comunidad de Quetena Grande – Potosi.

Conclusiones

Las crías y jóvenes hembras obtuvieron un desarrollo corporal superior al obtenido por crías y jóvenes machos. Mientras en adultos, los machos presentaron una superioridad en todas las variables zoométricas estudiadas con relación a las hembras.

Sobre las características de fibra descerdada y sin descerdar; las crías de llamas T'amphulli presentaron valores inferiores de diámetro y superiores de factor de confort, respecto a las llamas jóvenes y adultas, sin embargo esta diferencia desde el punto de vista textil es escasa, por tanto las llamas T'amphulli conservadas en condición *in situ* producen fibra de extraordinaria calidad.

El proceso de descerdado tacto-visual mejoró la calidad de la fibra de llama en razón del menor micronaje, menor contenido de fibras meduladas y mayor factor de confort, permitiendo la obtención de hilados más uniformes y prendas finales de mejor calidad.

Se encontraron 13 tonalidades de color de fibra, posibilitando a la manufactura textil tener mayor combinación de colores naturales.

Referencia citadas

America Society for Testing of Materials (ASTM) (1982). Standard test method for diameter of wool and other animal fibers by microprojectión (D 2130-78). Textiles, fibers and zippers. Philadelphia U.S.A., 497-507 pp.

Carpio, M. (1991). Aspectos tecnológicos de la fibra de los camélidos andinos. En Novoa C. y Florez A. Lima Perú. Producción de rumiantes menores: Alpaca. 297-359 pp.

Flores, G. (1988). Curso de fisiología animal. Puno, Perú. Universidad Nacional del Altiplano.

Martínez, Z. (1994). Características de la calidad y determinación de zonas corporales de muestreo más representativas del vellón de llamas. (Tesis de licenciatura). Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia. 96 p.

Quispe, J. (2011). Plan de conservación de camélidos sudamericanos domésticos. Instituto Nacional de Innovación Agropecuario y Forestal – Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (INIAF-MDRyT). La Paz, Bolivia. 38 p.

Quispe, E., Poma, A. y Purroy, A. (2013). Características productivas y textiles de la fibra de alpacas de raza Huacaya. Revista Complutense de Ciencias Veterinarias 7(1). 1-29 pp.

CARACTERIZACIÓN FÍSICA Y TONALIDADES DE COLOR EN LA FIBRA DE TIPOS DE LLAMA (*Lama glama)* DE LAS CONSERVACIONES *IN SITU* DEL BANCAMEL

Vladimir Saavedra, Luis Gutiérrez
Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias – Universidad Técnica de Oruro
Vlady_saavedra@hotmail.com

Resumen

La investigación se llevó a cabo en el CEAC – BANCAMEL, con el objetivo de evaluar las características físicas y tonalidad de colores de la fibra de tipos de llama. Se utilizaron muestras de fibra procedentes de llama conservadas ***in situ***. Los resultados indican que la fibra de la llama evaluada es fina con un promedio de diámetro de 21.87 µm, presentando la fibra más fina las llamas de Turco con 20.69 µm. El porcentaje de medulación no presentó diferencias y fue igual a 17.08%; en tanto, el porcentaje de confort de la fibra de llamas mostró promedio de 90.68% no se detectó diferencias entre Tipos de llamas. La longitud de mecha fue mayor en llamas del CEAC con 16.3 cm seguido del tipo Quetena con 14.1 cm. En cuanto a la variabilidad de colores naturales de la fibra se encontró 20 tonalidades de colores naturales, variando desde blanco, blancos manchados, y diferentes tonalidades de colores crema, gris, café y negro.

Palabras clave: Tonalidades, características, fibra, físicas.

Introducción

La crianza de la llama en la actualidad es una actividad de mucha importancia, porque genera recursos económicos para el poblador alto andino, por ser una especie que habita en lugares inhóspitos donde no se desarrolla otra ganadería con eficiencia. El aprovechamiento de la fibra, mediante la esquila de llamas T'amphulli, para la fabricación de prendas de vestir y telas de alta calidad, constituye una alternativa para mejores los ingresos económicos de los criadores que cuentan con este recurso zoogenético de nuestro departamento y país.

Las características físicas de la fibra de llamas T'amphulli con las que trabaja el Banco Nacional de Germoplasma Camélidos en conservación *in situ*, es poco conocido y valorado como recurso zoogenético para mejorar la calidad de vida de los criadores, estos tampoco conocen las características cualitativas y cuantitativas de la fibra y por tanto es importante tener un diagnostico actual de las características físicas de la fibra y las tonalidades de color existentes en nuestro país.

Por todo lo expuesto los objetivos del presente trabajo de investigación fueron: Determinar las diferencias de las características físicas de la fibra de llama provenientes de regiones potenciales de Bolivia; Identificar los colores básicos y determinar la variación de tonalidades en la fibra de llama; y Codificar la variabilidad de tonalidades de la fibra de llama.

Materiales y métodos

El presente estudio de investigación se realizó en el Banco Nacional de Germoplasma Camélidos (BANCAMEL), que está localizado en el Centro Experimental Agropecuario Condoriri, dependiente de la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias de la Universidad Técnica de Oruro, a 49 km al noreste de la ciudad de Oruro. Geográficamente está comprendido entre los paralelos 17º 31' 41'' de latitud sud y 67º 14' 02'' de longitud oeste, a una altitud de 3830 msnm.

Para el presente trabajo de investigación se emplearon 102 muestras de fibra de llamas de las diferentes razas/tipos de T'amphulli. Para ello se utilizaron los siguientes materiales, tinas para lavado, termómetro, detergente líquido, detergente sólido, **éter** de petróleo, alcohol al 98%, parafina liquida, principalmente. En relación a equipos utilizados estos fueron: micrótomo, láminas y cubre objeto, regla milimétrica, micro proyector tipo Richter y balanza de precisión.

Las muestras de fibra fueron tomados de llamas T'amphulli, identificándose el número de caravana o arete, raza/tipo, edad y sexo, luego se cosech**ó** la fibra uniformemente a un centímetro de la piel, la muestra de la mecha se tomó del costillar medio derecho en el ángulo que forman las últimas costillas y las apófisis transversas de las vértebras lumbares, en una **área** cuadrangular cercano a 10 cm^2. El peso aproximado de cada muestra fue de 10 g, y en lo posible se evitó alterar su forma original.

Para la determinación del rendimiento de vellón se utilizó el método Neozelandés modificado, mediante la siguiente fórmula:

La longitud de mecha se determinó por el método ASTM modificado, se utilizó una regla acanalada para este fin, la mecha a medirse se colocó en la ranura de la regla sin estirar, sin que la mecha pierda su rizo, haciendo coincidir con la graduación de la regla. Se realizó 10 mediciones para cada muestra y luego se promedió. Se empleó la siguiente ecuación:

$$\mathbf{Me = Lm - Lf}$$

Dónde:

Me = Mecha efectiva (cm)

Lm = Longitud de mecha (cm)

Lf = Longitud al punto más fino (cm)

Medición del diámetro de fibra

El diámetro de fibra fue determinado por el método de micro proyección establecido por la norma ASTM-D modificado. Los valores obtenidos se registraron en fichas especiales diseñadas para la medición del diámetro. El número de fibras (n) que fueron medidas en cada calidad fue determinada mediante la siguiente fórmula:

$$\mathbf{n = (s^2\, t^2) + d^2}$$

Donde:

n = Numero de fibras analisadas.

s = Desviación estándar.

t = 1.96 (Cte.) para un nivel d e confianza de 95%

d = es la mitad del ancho del intervalo de confianza deseado.

La identificación de los tipos de fibras no meduladas, continuas y discontinúas se realizó a tiempo de obtener las lecturas de diámetro en el micro proyector y el porcentaje de medulación fue registrado en otra planilla. Este porcentaje de medulación se determinó sumando el total de las fibras meduladas continuas y descontinúas, de acuerdo a la metodología de ASTM.

$$\mathbf{\%M = \sum (Fmc + Fmdc)/NFa * 100}$$

Dónde:

%M = Porcentaje de medulación

Fmc = Fibras meduladas continuas (unidades)

Fmdc = Fibras meduladas discontinuas (unidades)

N Fa = N**ú**mero de segmentos analizadas

El análisis del índice de confort fue analizada con el *optical fiber diameter analyser* (OFDA 2000), trabajándose en un ambiente a temperatura de 20 °C y 65% de humedad relativa, la calibración del equipo se realizó usando patrones de fibra de poliéster para obtener los parámetros de la curva. Se preparó una mecha de la fibra de llama con su respectiva identificación que fueron puestas en un soporte de porta muestra. Luego mediante el software del OFDA 2000 se desarrolló el análisis estadístico relacionando a las mediciones de las mechas.

Para la obtención de la variabilidad de colores naturales de la fibra de llama en Bolivia, primero se procedió al lavado de las muestras. Para realizar la clasificación de colores se procedió a comparar con otros muestrarios como los de COPROCA, Michell, Altifibers y el muestrario personal de J.L. Quispe (2014), estableciéndose 20 colores naturales.

Resultados y discusión

Diámetro de fibra. En la siguiente figura observamos el diámetro de fibra en 4 tipos de llama.

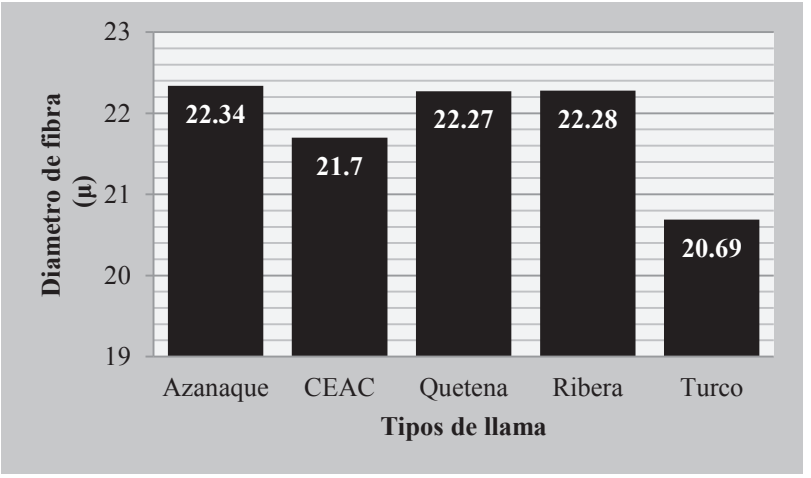


Grafico 1. Diametro de fibra en tipos de llama

EL grafico muestra que las llamas de la zona de Turco del departamento de Oruro, presentan un diámetro promedio de 20.69 µ, correspondiendo a la clasificación de calidad *Baby* que con relación a las otras fibras resultó la de menor diámetro. La menor finura de fibra presentan las llamas de la zona Azanaque del departamento de Oruro con 22.34 µ que se clasifica como *Superfina*. El diámetro de fibra de tipos de llama de Bolivia se clasifica como *Fina*, siendo el promedio nacional 21.87 µ.

Longitud de mecha. En el siguiente grafico se observa la longitud de mecha de tipos de llama:

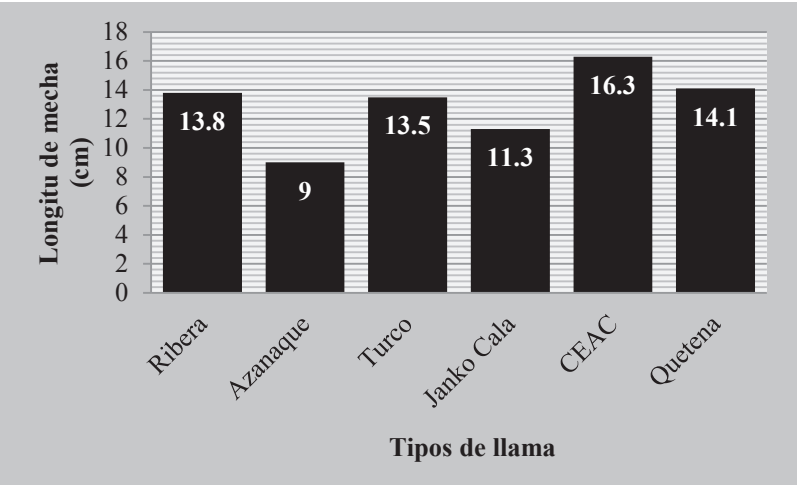


Grafico 2. Longitud de mecha en tipos de llama

Se puede apreciar claramente que las llamas del CEAC alcanzaron la mayor longitud de mecha con 16.3 cm, seguido por las llamas de Quetena con 14.1 cm, la Ribera alcanz**ó** un promedio de 13.8 cm, La menor longitud de mecha se encontró en llamas del tipo Azanaque con 9 cm.

Porcentaje de confort. En el siguiente gráfico observamos el porcentaje de confort en tipos de llama:

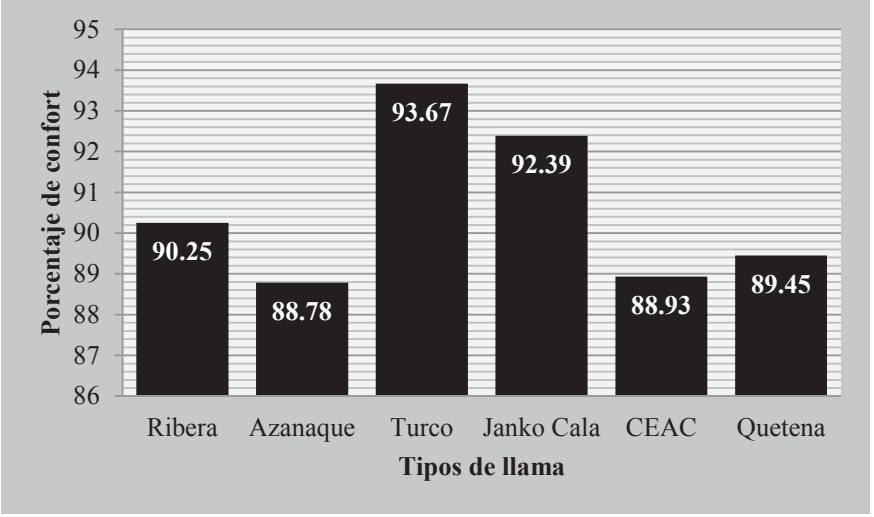


Grafico 3. Porcentaje de confort en tipos de llama

Como se observa en el gráfico, el porcentaje de confort más alto presentaron las llamas de la zona de Turco con 93.67% y el porcentaje de menor confort se encontró en las llamas de la zona de Azanaque con 88.78%. la diferencia de 4.89 puntos porcentuales fue significativa ($P<0.05$)

Porcentaje de medulación. El porcentaje de medulación de la fibra de llama no fue afectado por ni por el tipo ni el sexo del animal. A la prueba estadística tampoco la interacción entre ambos factores resultó diferente significativamente ($P<0.05$). esta misma relación se encontró al analizar el diámetro de la fibra.

Variabilidad de colores naturales de la fibra de llama. La evaluación del color de la fibra de llamas mostró 25 tonalidades compuesta de: 3 tonalidades en blanco, 7 en rosillo, 4 en café, 7 en gris y 4 en negro. En el siguiente cuadro y gráfico se observa la variabilidad de colores naturales:

Colores naturales de fibra de llama

N°	Código	Color
1	L – B	Blanco
2	L – BCC	Blanco canoso café
3	L – BCN	Blanco canoso negro
4	L – RC	Rosillo claro
5	L – RM	Rosillo medio
6	L – RM1	Rosillo medo 1
7	L – RM2	Rosillo medio 2
8	L – RO	Rosillo oscuro
9	L – RCG	Rosillo claro gris
10	L – RMG	Rosillo medio gris
11	L – CC	Café claro
12	L – CM	Café medio
13	L – CM2	Café medio 2
14	L – CO	Café oscuro
15	L – LFG	Gris LFs
16	L – GC	Gris claro
17	L – GM	Gris medio

18	L – GMLF	Gris medio LF
19	L – GMLF2	Gris medio LF 2
20	L – GOC	Gris oscuro café
21	L – GOPC	Gris oscuro punta café
22	L – N	Negro
23	L – NM	Negro marengo
24	L – NMPC	Negro marengo punta café
25	L – NPC	Negro punta café

Muestrario de variabilidad de color de fibra de llama y alpaca



Muestrario de variabilidad de color de fibra de llama y alpaca

Conclusiones

La fibra de llama es categorizada como *fibra fina* con un promedio de 21.87 **µ**m, La medulación, otra de las características físicas de la fibra de llama, tampoco present**ó** diferencias estadísticas y tuvo una media de 17.08%, valor que incide también en la denominación de la fibra nacional como fibra fina. Respecto al porcentaje de confort, la fibra de llama se encuentra cercana o por encima del 90% y tampoco present**ó** diferencias entre los 8 Tipos de llama en estudio. La longitud de mecha fue mayor en llamas del CEAC con 16.3 cm seguido del tipo Quetena con 14.1cm. Finalmente el estudio demostró la existencia de 25 tonalidades de colores naturales para la fibra de llama, las que tienen relación, al parecer, con las preferencias locales de los criadores por determinados colores; preferencia que podría estar relacionada a patrones culturales o tal vez a procesos más complejos como la existencia correlación del color con la capacidad de productiva, aspecto que no fue estudiado hasta el presente, durante el proceso de conservación *in situ* del proyecto nacional BANCAMEL.

Referencias citadas

Argote, C.N. 2007. Características Físicas de la Fibra de Alpaca (*Vicugna pacos*) de la raza Huacaya y Suri en el CEAC – UTO. Tesis de Grado FCAP. Pág. 43 a 56.

Bustinza. V. 2001. Crianza, Manejo y Mejoramiento de la Alpaca. pp. 49 – 65. Puno, Perú.

Burga, M. y Reátegui. W. 1981. Lanas y capital mercantil en el sur. La Casa Rcketts.1895 – 1935. Instituto de Estudio Peruano. Lima, Perú. pp. 216.

Hansford, K. A. 1992. Fibre diameter distribution: Implications for wool production: Wool Technology and Sheep Breeding. Sídney, Australia. p. 2 – 9.

Mamani, M. 2005. Características físicas de fibra de alpaca Huacaya en las comunidades de la zona de Masocruz. Tesis FMVZ – UNA – PUNO. Pág. 27 a 40.

Quispe, A. 2007. Aspectos prácticos para el mejoramiento de alpacas, Macusani, Carabaya, Puno, Perú.

DILUYENTES PARA LA CRIO CONSERVACIÓN DE SEMEN DE OVINOS (*Ovis aries*) DE LAS RAZAS CORRIEDALE Y EAST FRIESLAND EN EL CEAC

Reyna Condori Mamani[1], Zenobio Villca[2], Jhonny Mollo[2], Edwin Iquize[3].
[1]Tesista Universidad Técnica de Oruro –FCAyV. Asesores: [2] Universidad Técnica de Oruro –FCAyV, [3] Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal.
reyna_n11@hotmail.com

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de dos diluyentes Andromed y Triladyl para la crio conservación de semen de ovinos (*Ovis aries*) de las razas Corriedale y East Friesland en el Centro Experimental Agropecuario Condoriri (CEAC). En base al protocolo (MINTÜB, 2001), ANDROMED® fue diluido utilizando 4 partes por volumen de agua destilada (1 parte Andromed, 4 partes de agua destilada); mientras que el TRILADYL® se usó conforme a la siguiente dilución: 1 parte de Triladyl, 3 partes de agua destilada y 1 parte de yema de huevo. Los datos de dilución del semen fueron procesados con el modelo lineal generalizado bajo la estructura de un experimento factorial (Diluyente y Raza) y un factor anidado (edad de carneros). Los resultados muestran que espermatozoides vivos, integridad acrosómica y morfología espermática presentaron diferencias entre diluyentes a $P< 0.01$, también se encontraron diferencias entre Razas y entre Edades dentro las Raza y Edades. La interacción Diluyente*Raza fue no significativa ($P< 0.05$), significando que el diluyente del semen tiene un patrón de comportamiento no relacionado con el tipo de diluyente de semen. Así mismo los espermatozoides vivos, integridad acrosómica y morfología espermática en el semen diluido con Triladyl presenta mayor proporción que las de Andromed, también se registra un mayor porcentaje en carneros de cuatro años de edad.Se concluye que la técnica o protocolo de crioconservación utilizado aplicado al semen eyaculado de dos y cuatro años de edad de ovinos Corriedale y East Friesland es una alternativa para la conservación de genes en ovinos.

Palabras claves: Ovino, Corriedale, East Friesland, Crioconservación de semen, Diluyentes de semen.

Introducción

Desde los años 1960 a 1965 se han introducido razas de ovinas puras entre ellas el Corriedale y otros procedentes de EE.UU., Australia, Argentina y Perú por algunos Centros experimentales como Patacamaya, Chinoli, Kallutaca; y, por empresas privadas como las hacienda Orenco y Huancaroma en Oruro.

El Centro Experimental Agropecuario Condoriri (CEAC), desde su creación (1953), ha impulsado principalmente la productividad del ganado Holstein y Corriedale. A partir de la década de los 60, viene desarrollando actividades de mejoramiento de ganado ovino por cruzamiento absorbente utilizando diferentes razas, entre ellas destaca la Corriedale de doble propósito (lana y carne) como resultado se tiene un rebaño altamente mejorado. En la actualidad es un diseminador de reproductores de Corriedale, Targhee, Suffolk, Hampshire y East Friesland (frisona) esta última es una raza lechera, con fines de mejoramiento del ganado ovino criollo, en diversas zonas del altiplano Boliviano.

Los métodos de conservación del semen buscan reducir o detener el metabolismo del espermatozoide y así prolongar su vida fértil. Existen dos métodos de conservación: 1) En estado líquido en refrigeración (0 ºC a 15 ºC), y 2) crio preservado (-196 ºC). La fertilidad del semen crio conservado es más alta que la del semen en estado líquido en refrigeración, porque en este último después de 24 h de almacenamiento se reduce la vida fértil entre 10% a 35% por día de almacenamiento (Salomon y Maxwell, 2000; Toscano, 2004).

Por las anteriores razones, el desarrollo de protocolos para la crioconservación de semen ovino justifican el desarrollo de este trabajo de investigación que permitirá preservar el

germoplasma (semen) de machos con alto valor genético adaptados y mejorados a las condiciones climáticas del altiplano Central y luego realizar la transferencia del material genético a otras regiones mediante la inseminación artificial, impulsando el mejoramiento genético de ganado ovino para incremento la producción de leche y mejorar la calidad de carne y lana en correspondencia a las necesidades y exigencias del mercado. La oferta de productos de mayor calidad y de mayor volumen puede mejorar los ingresos económicos de los productores y sus condiciones de vida.

El trabajo tuvo el objetivo de evaluar el efecto de dos diluyentes Andromed y Triladyl para la crio conservación de semen de ovinos (*Ovis aries*) de las razas Corriedale y East Friesland en el Centro Experimental Agropecuario Condoriri (CEAC). La prueba de comportamiento se realizó bajo la hipótesis básica que el Andromed y Triladyl tienen la misma eficiencia para mantener la viabilidad de los espermatozoides pos congelado.

Materiales y métodos

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Reproducción Animal del Centro Experimental Agropecuario Condoriri (CEAC), dependiente de la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias y ubicado a 50 km al Norte de la Ciudad de Oruro y a 12 km al Noreste de la Población de Caracollo entre los paralelos 17° 31' 41" de latitud sur y 67° 14' 02" de longitud oeste a una altura de 3830 msnm según la Carta geográfica del IGM (Instituto Geográfico Militar) y con una precipitación pluvial promedio de 150 mm/año (CEAC, 2003).

El material genético empleado fueron dos carneros de la Raza Corriedale y otros tantos tanto de la East Friesland pertenecientes al CEAC.

Cuadro 1. Características de los carneros utilizados.

Carnero	Nº de Caravana	Raza	Edad	Peso Promedio (Kg)	Condición Corporal (Escala de 1 a 5)
1	214	East Friesland	4 años	74.60	3.5
2	777	East Friesland	4 años	64.62	3.1
3	898	Corriedale	4 años	74.75	3.5
4	94	Corriedale	2 años	64.43	3.0

El material a utilizado para la dilución y valoración fue: 1 Frasco de Diluyente AndroMed 200 ml, estándar; 1 Frasco de Diluyente Triladyl 250 g; Yema de huevo 250 ml; 1 Litro de Agua bidestilada estéril; 1 litro NaCl al 0.9% normal; 1 Frasco Polyvinyl alcohol; 1 Frasco de Tinción Nigrosina solución al 4% de 50 ml; 1 Frasco de Tinción Eosina-G solución al 2% de 50 ml; 8 Hojas de papel Filtro circular, diámetro 12-15 cm. Junto al material de laboratorio se emplearon los siguientes equipos Microscopio compuesto con platina atemperada con un (monitor); Baño maría; Vagina artificial completa; 1000 Pajuela 0.25 ml; Marcador de pajuelas; Ramplas flotantes de congelación; Cámara Congelación de semen; Termo de nitrógeno líquido para su conservación; Tanque con nitrógeno líquido de 100 kg; Esterilizador en seco o Autoclave; Agitador; Fotómetro; pH metro; 1 Refrigerador; 1 calentador de agua; 1 Estufa eléctrica;y 1 Funda térmica.

Los animales fueron alimentados con suplemento de 1 Saco de afrecho de 23 kg; 3 Fardos de Forraje de alfalfa y cebada; 5 kg de sal yodada blanca; y 1 kg de ULTRAVIT-NF, con minerales + vitaminas + metionina.

Protocolo para la colección de semen ovino (MINTÜB, 2001)

La preparación en el laboratorio, consistió en: la platina atempera del microscopio entre 37ºC a 38ºC; los portaobjetos y los cubreobjetos fueron precalentados entre 37ºC a 38ºC; el Baño María tuvo una temperatura inicial de 32ºC para activar el diluyente y la temperatura ambiente del laboratorio se mantuvo con una estufa eléctrica. El ANDROMED® fue disuelto usando la razón 1 parte de este en 4 partes de agua destilada; mientras que TRILADYL® utilizado contenía una parte por volumen de éste, 3 partes de agua destilada y 1 parte de yema de huevo.

La valoración del semen de ovinos se realizó macroscópica (volumen, color, aspecto o consistencia y pH) y microscópica (motilidad masal e individual, concentración de semen, viabilidad espermática, morfología espermática e integridad Acrosómica). Los criterios para evaluar el Semen Congelado-Descongelado fueron: Motilidad Individual, Vigor Espermático, Viabilidad, Integridad Acrosómica y Morfología Espermática

Bajo el supuesto de distribución binomial, los valores de las variables: motilidad, espermatozoides vivos e integridad Acrosómica después del descongelamiento fueron evaluados mediante análisis de varianza de un experimento factorial (Diluyente y Raza) y un factor anidado (Edad de los carneros) según Steel y Torrie, 1992; Montgomery, 2003; Kachman, 2000; SAS (2014). En cambio se usó la distribución multinomial para el análisis de los variables: vigor y morfología de espermatozoides.

Resultados y discusión

El análisis del semen descongelado mostró que ni la Motilidad Individual o Progresiva (%) ni el Vigor Espermático fueron significativamente afectados por los tipos diluyentes (P<0.05).

Espermatozoides vivos (%)

El porcentaje de espermatozoides vivos (Cuadro 2) fue afectado significativamente por la acción del diluyente aplicado (P<0.01), siendo el Triladyl el diluyente que posibilito un mayor porcentaje de espermatozoides vivos; el mismo efecto se encontró cuando se compararon razas, resultando la Corriedale con mayores porcentajes de espermatozoides vivos después del descongelamiento. También se encontró diferencias altamente significativas (P<0.0001) entre Edades con superioridad de los animales de cuatro años sobre los de dos años. Nótese la interacción Diluyente*Raza fue no significativa a P<0.05. la figura 1 ilustra estos resultados.

Cuadro 2. Prueba de Wald para espermatozoides vivos

Fuente variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Diluyente	1	31.97 **	<.0001
Raza	1	295.77 **	<.0001
Diluyente*Raza	1	0.43 ns	0.5141
Edad(Diluyente*Raza)	2	1067.47 **	<.0001

***: Significativo a P: 0.01*
ns: No significativo a P: 0.05

Figura 1. Efecto de la edad, raza de ovinos y congelado sobre espermatozoides vivos

Integridad Acrosómica (%)

La interacción Diluyente de semen*Raza no fue significativa en cuanto a la integridad Acrosómica (Cuadro 3). Sin embargo, para esta variable, Integridad Acrosómica, hubo un efecto altamente significativo (P<0.001) entre diluyentes de semen, siendo el Triladyl el que permitió mayor Integridad Acrosómica que el Andromed, lo mismo se observó en la interacción edad, diluyente y raza; donde los animales con dos años resultaron con menores porcentajes de integridad acrosómica con Triladyl como el diluyente con meyores porcentajes de integralidad Acrosómica.

Cuadro 3. Prueba de Wald para Integridad Acrosómica

Fuente variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Diluyente	1	18.42 **	<.0001
Raza	1	89.72 **	<.0001
Diluyente*Raza	1	1.45 ns	0.2292
Edad(Diluyente*Raza)	2	207.09 **	<.0001

***: Significativo a P: 0.01*
ns: No significativo a P: 0.05

Figura 2. Efecto de la edad, raza de ovinos y congelado sobre Integridad Acrosómica

Morfología espermática (%)

La Morfología espermática (Cuadro 3) presenta diferencias entre diluyentes a P: 0.01, así mismos entre Razas y entre Edades dentro las Raza y Edades. Nótese la interacción Diluyente*Raza es no significativa a P: 0.01, es decir que las Razas tienen un comportamiento indistinta a los diluyentes de semen. En la Figura 2, el semen diluido con Triladyl presenta mayor proporción de Morfología espermática normal que las de Andromed, también se registra un mayor porcentaje de Morfología espermática normal en carneros de cuatro años de edad (P:0.05).

Cuadro 28. Análisis de la razón de probabilidad para Morfología de espermatozoides

Fuente variación	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Diluyente	1	16.26 **	<.0001
Raza	1	35.76 **	<.0001
Diluyente*Raza	1	2.73 ns.	0.0983
Edad(Diluyente*Raza)	2	51.02 **	<.0001

***: Significativo a P: 0.01*
ns: No significativo a P: 0.05

Figura 3. Efecto de la edad, raza de ovinos y congelado sobre Morfología de espermatozoides

Conclusión

El protocolo de crioconservación aplicado al semen eyaculado de ovinos Corriedale y East Friesland de dos y cuatro años de edad es una alternativa para la conservación de genes. Sin embargo, la dilución del semen ovino con Triladyl, dilución que incluyó un volumen de yema de huevo posibilitó al descongelado del semen lecturas más altas de Motilidad Individual, Vigor Espermático, Viabilidad, Integridad Acrosómica y Morfología Espermática. Aunque el uso de yema de huevo puede traer como secuela la contaminación del semen diluido con bacterias.

El Andromed puede considerarse como un diluyente apto para crio-conservar semen de carneros, pero requiere más estudios para que pueda utilizarse, puesto que tiene ciertas ventajas sobre el Triladyl; en nuestro estudio, este último como diluyente de semen de carneros tuvo mejores resultados.

También será conveniente realizar dos lecturas de la viabilidad de los espermatozoides pos congelado, la segunda debe realizarse una hora después porque ocurre, en muchos casos, que el recuento de espermatozoides vivos cae dramática una hora después del descongelado.

Referencias citadas

AGUILAR, F.; AMARO, K.; HERNANDEZ, G. 2013. Evaluación de dos diluyentes para la conservación de semen ovino: yema de huevo vs lecitina de soya. Modulo: Reproducción de Mamíferos e Inseminación artificial. Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia. División; Ciencias Biológicas y de la Salud Departamento de Producción Agrícola y animal. Universidad Autónoma Metropolitana. 24 p.

AMIRAT LAMIA, DANIEL TAINTURIER, LAETITIA JEANNEAU, CHANTAL THORIN, OLIVIER GÉRARD, JEAN LUC COURTENS, MARC ANTON. 2004. Bull Semen in Vitro Fertility after Cryopreservation Using Egg Yolk LDL: a Comparison With Optidyl, a Commercial Egg Yolk Extender. Therio genology 61: 895–907.

BALCAZAR, J. y PORRAS, A. 2006. Manual de Practicas en Manejo Reproductivo de Ovinos y Caprinos. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México. México D. F. 95 p.

BEARDEN, O. 1982. Inseminación Artificial en Ovinos, México, D.F. 230 p.

BRADLEY, L. T. 1999. Cryopreservation of Bovine Spermatozoa. Thesis Master of Science. The University of Guelph.

CABALLERO, S. (2009). Manejo del Semen Congelado. Folleto Técnico, publicación de Idiap, Panamá. 11 p.

CHOQUE, F. 2005. Zootecnia General. Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias. Universidad Técnica de Oruro. Oruro-Bolivia.

EVANS, G. y MAXWELL, W. M. C. 1990. Inseminación Artificial en Ovejas y Cabras. 1ra Edición Acribia, S.A. Zaragoza (España). 141 p.

FAO. 2010. La Situación de los Recursos Zoogenéticos Mundiales para la Alimentación y la Agricultura, editado por BarbaraRischkowsky y DafyddPilling. Roma (disponible en http://www.fao.org/docrep/011/a1250s/a1250s00.htm) (traducción de la versión original en inglés, 2007).

GRAHAM, S.1996. "Cryopreservation in stallion spermatozoa".Vet. Clin.North.Ame. 12:131-147.

HAFEZ E.S.E. y HAFEZ, B. 2004.Reproducción e inseminación artificial en animales. México: McGraw-HillInteramericana,2004.ISBN:0-683-30577-8.

KACHMAN, S. 2000. An introduction to generalized linear mixed models. Department of Biometry, University of Nebraska–Lincoln. 15 p. http://statistics.unl.edu/faculty/steve/ glmm/paper.pdf

LÓPEZ, B.J.G. 1982. Congelación de semen en la especie ovina: Características Biológicas de las dosis Descongeladas. Madrid-España. Tesis Doctoral.

MAZON, E. 2011. Sêmen refrigerado e congelado para inseminação artificial em ovinos. Universidad Federal de Goiás. Brazil.

MESA, O. 2012. Motilidad individual y viabilidad de espermatozoides caprinos a diferentes temperaturas de mantenimiento en semen diluido. Tesis de Grado. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Veracruzana. Veracruz-México D.F. 45p.

MEX, E.; LOPEZ, A.; MENA, S. 2009. Efecto de dos diluyentes sobre la viabilidad del semen congelado de ovino de pelo. Departamento de Reproducción y Mejoramiento Genética-FMVZ. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias-UADY. (Revista Vol. 2 N°. 1 enero-junio). Yucatán. 4-12 pp.

MINTÜB. 2001. AndroMed® with increased amount of antibiotics. www.minitube.de

MONTGOMERY, D. 2003. Diseño y análisis de experimentos. Trad. Rodolfo Piña García. Limusa Wiley México DF 686p.

PEREIRA, F. 2013. Segregación de índices productivos en la filial F1 de carneros Corriedale PDG por inseminación Artificial y Monta Natural en Ovinos "CEAC" Tesis de grado. Depto. De Zootecnia. FCAV-UTO. Oruro-Bolivia.

RAMOS, L. 2011. Efecto de dilutores y dos tiempos de equilibrio en la criopreservación de semen ovino (*Ovis aries*) en la Estación Experimental de Choquenaira. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz-Bolivia. 104 p.

SAS Institute Inc. (2014). Documentation for SAS v9.2. www.sas.com

STEEL R.; TORRIE, J. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill, México DF. 621 p.

VILLATORO, S. R. J. (2013). "Características seminales de toros criollo lechero tropical". Tesis. Colegio de Posgraduados, Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. México.

WOELDERS, H., ZUIDBERG, C.A., HIEMSTRA, S.J. 2003. Applications, limitations,

YANIZ, J.; MARTI, J.; SILVESTRE, M.; FOLCH, J.; SANTOLARIA, P.; ALABERT, J.; LOPEZ, G. 2005. Efecto de la conservación de espermatozoides ovinos en medio semi-solido (gel) a 15 °C sobre su capacidad de penetración de oocitos homólogos.

Zaragoza, España.

DIVERSIDAD GENETICA Y ESTRUCTURA POBLACIONAL DE *Vicugna vicugna mensalis* EN BOLIVIA

Ana María Callisaya-Ramos
Instituto de Biología Molecular y Biotecnología, Carrera de Biología,
Facultad de Ciencias Puras y Naturales, Universidad Mayor de San Andrés

Resumen

Al día de hoy, pese a los esfuerzos realizados para la conservación de la vicuña, existen pocos estudios sobre su diversidad genética. En el presente trabajo se evaluó la estructura genética de poblaciones de *Vicugna vicugna mensalis* procedentes de 19 puntos de muestreo de regiones de La Paz, Oruro y Potosí, para ello se tomaron 166 muestras entre tejido de oreja, fibra, sangre, hisopo bucal y vaginal. Las muestras de ADN fueron extraídas y amplificadas por PCR-multiplex para 20 marcadores microsatélites. Por su localización geográfica, los puntos muestreados fueron asignados a 5 poblaciones: L1=La Paz-ANMIN Apolobamba (n=40), L2=La Paz-Ingavi (n=28), O1=Oruro-PN Sajama (n=29), O2=Oruro-Toledo, Santiago de Andamarca (n=26) y P1=Potosí-Tomave (n=43). En el total de la población se identificaron 181 alelos, entre 3 a 22 alelos por locus (NMA=9.1), con niveles de heterocigosidad observada (Ho) entre 0,539 (L1) a 0,611 (P1) y coeficientes de consanguinidad (F_{IS}) entre 0,029 (L2) a 0,087 (O2). En general, los resultados indican por una parte, mayor conectividad entre las poblaciones de La Paz-ANMIN Apolobamba y Oruro-Sajama (L1-O1 F_{ST}=0.003), y por otra parte, mayor diferenciación entre La Paz-ANMIN Apolobamba con las poblaciones Oruro-Toledo, Santiago de Andamarca (L1-O2 F_{ST} =0,109) y Potosí-Tomave (L1-P1 F_{ST} =0,103), siendo esta ultima la población más diversa en el estudio. Estos datos podrán ser usados en un futuro para el monitoreo de unidades de manejo a lo largo de la distribución geográfica de la subespecie.

Palabras claves: *Vicuña, diversidad genética, estructura poblacional, microsatélite*.

Introducción

La vicuña es la especie de camélido sudamericano más pequeña, representa un reservorio único de recurso genético de alto valor económico. La especie se distribuye en el sur de Perú, norte, centro y sur de Bolivia, norte de Chile y noroeste de Argentina, a lo largo de la cordillera de Los Andes. Por diferencias morfológicas aparentes se han descrito dos subespecies geográficas, la subespecie del norte *Vicugna vicugna mensalis* (Thomas 1917) y la subespecie del sur o austral *Vicugna vicugna vicugna* (Molina 1782), que representan el 73% y 27% de la población total actual, respectivamente. La subespecie *V.v.mensalis* se distribuye en el sudeste de Perú, oeste de Bolivia y noreste de Chile, entre los 9 a 19°de latitud sud, al norte de la diagonal árida (límite inferior 20°30'S).

Los esfuerzos para la conservación de la especie, posterior a su casi extinción, y la consecuente recuperación de la misma, han permitido en Bolivia, el comercio de fibra procedente de la esquila de animales vivos conservados en silvestria. La sostenibilidad del manejo de la especie demanda la generación de información en distintos niveles para un mejor conocimiento de las poblaciones silvestres. Pocos estudios se tienen sobre la diversidad genética de la vicuña en Bolivia, los que reportaron una baja variabilidad genética en poblaciones del norte de La Paz (Sarno *et al*. 2004, Andrade *et al*. 2009) respecto a las del sur (Sarno *et al*. 2004, Marín *et al.* 2007). Los estudios de Barreta *et al.* (2012) por su parte mostraron a nivel mitocondrial una diversidad genética significativa en poblaciones del norte de La Paz y una baja variabilidad genética de la vicuña a nivel de especie en comparación con las otras especies de camélidos sudamericanos.

El presente estudio pretende cuantificar mediante marcadores microsatélites la diferenciación genética entre poblaciones de *Vicugna vicugna mensalis* del Altiplano boliviano, como referencia empírica para futuras estrategias de monitoreo, manejo y conservación.

Material y métodos

Área de estudio

El analisis comprendió poblaciones de *V.v.mensalis* del Altiplano boliviano, colectándose un total de 166 muestras (entre tejido de oreja, fibra, sangre, hisopeado bucal y vaginal) durante las actividades de captura y esquila programada en 19 puntos de muestreo diferentes de los departamentos de La Paz, Oruro y Potosí, bajo autorización de la Dirección General de Biodiversidad (DGB) del Ministerio de Medio Ambiente y Aguas (MMAyA).

Los puntos de muestreo fueron agrupados en función a su cercanía en 5 poblaciones: **1) L1=**La Paz, ANMIN-Apolobamba; **2) L2=**La Paz, Ingavi; **3) O1=**Oruro, PN-Sajama; **4) O2=**Oruro, Toledo-Santiago de Andamarca y **5) P1=**Potosí, Tomave. El rango de distribución evaluada abarca de 14°57'38.50" a 19°55'47.50" de latitud sur, de 69°18'0.00" a 65°46'32.73" de longitud oeste y de 3642 a 4649 msnm de altitud (FIGURA 1).

Toma de Muestras

Las muestras de tejido de oreja fueron colectadas de tres formas, con *buffer easy blood*, PBS 1X y con un aplicador para de tejido de oreja. Para las muestras de fibra se tomaron de 2 a 3 mechones de la porción pectoral de cada vicuña, asegurando la presencia de bulbos. Las muestras de sangre se colectaron en tubos vacutainer (EDTA-K_3). Tanto muestras de hisopeado vaginal como bucal fueron colectadas con el buffer PBS 1X. Las muestras fueron refrigeradas hasta su ingreso a la Unidad de Biología Evolutiva del Instituto de Biología Molecular y Biotecnología (IBMB-UMSA) y conservadas a –20°C hasta su procesamiento respectivo.

Extracción de material genético

La extracción de material genético se realizó mediante protocolos estandarizados, es así que se utilizó el kit comercial DNeasy Tissue (QIAGEN) para la extracción de ADN a partir de muestras de tejido de oreja, se empleó Chelex al 10% (Woodward *et al.*, 1994) para muestras de fibra, se utilizó CTAB al 2% (Doyle & Doyle, 1987) para muestras de sangre y el método Tiocianato de Guanidinio para muestras de hisopeado bucal y vaginal.

Genotipado con 20 loci microsatélites

Los extractos de ADN obtenidos fueron amplificados para 20 marcadores mediante 7 reacciones de PCR-múltiple y 3 reacciones de PCR-simple. Los loci microsatélites dinucleótidos y tetranucleotidos escogidos fueron: GLM4, LAB1, LCA5, LCA24, LCA56, LCA65, LCA66, LCA70, LCA71, P86, P135, P132, PCTD17, VOLP1, VOLP5, YWLL8, YWLL29, YWLL36, YWLL40 y YWLL44 (Lang *et al.* 1996; Obreque *et al.* 1998, 1999; Penedo *et al.* 1998, 1999; Bustamante *et al.* 2003 y Munyard *et al.* 2009).



FIGURA 1 Mapa de ubicación de las poblaciones de V.v.mensalis estudiadas

Los productos de amplificación fueron separados mediante electroforesis en geles de poliacrilamida al 10% (19:1) y los fragmentos fueron detectados mediante tinción con nitrato de plata. El tamaño de los alelos fue estimado inicialmente por la corrida en paralelo con un marcador de peso molecular (Step Lader 25pb) y posteriormente validadas por comparación con productos de amplificación previamente genotipados.

Análisis estadístico

Los parámetros de diversidad genética fueron cuantificados a partir de las frecuencias alélicas obtenidas para los loci microsatélites analizados utilizando los programas GENETIX v4.05 (Belkhir *et al.* 1996), CERVUS 3.0.3, MolKin v3.0 (Gutiérrez *et al.* 2005). Para evaluar la estructura genética y diferenciación poblacional se utilizaron los programas ARLEQUIN 3.11 (Excoffier L. *et al.* 2005), MEGA4 (Kumar *et al.* 1993), STRUCTURE v2.2 (Pritchard *et*

al. 2000) y STRUCTURE HARVESTER (Earl *et al.* 2012; método de Evanno *et al.* 2005).

Resultados y discusión

Diversidad genética

El promedio de alelos por locus (A) fue de 9.1, variando desde 3 alelos para los marcadores P132 y LCA71 hasta 22 alelos para el marcador YWLL8. El promedio del contenido de información polimórfica (PIC) fue de 0.601, oscilando entre 0.280 (P132) y 0.918 (YWLL8). Los cinco marcadores más informativos, y los que podrían utilizarse en próximos estudios fueron el YWLL44, LCA66, LCA65, YWLL36 y YWLL8.

Tabla 1 Indicadores de diversidad genética de 5 poblaciones de V.v.mensalis mediante el análisis de 20 loci microsatélites.

	Población	N	A	AR	$K_{(34)}$	MNA	PA	He	Ho	F_{IS}
1	L1	40	103	10.00	7.91	5.15	0	0.562	0.539	0.042*
2	L2	28	116	10.45	9.09	5.80	6	0.608	0.591	0.029
3	O1	29	118	10.50	9.01	5.85	3	0.600	0.577	0.040
4	O2	26	123	11.10	9.64	6.15	7	0.601	0.550	0.087***
5	P1	43	141	13.55	9.93	7.05	19	0.642	0.611	0.049**
	V.v.mensalis	166	181	18.55	10.11	9.05	35	0.637	0.575	0.098***

N: Tamaño muestral, A: Número de alelos por población, AR: Riqueza alélica, K_0: Riqueza alélica por rarefacción, MNA: Número medio de alelos por locus, PA: Alelos privados, He: Heterocigosidad esperada según el equilibrio de Hardy–Weinberg, Ho: Heterocigosidad observada, F_{IS}: Coeficiente de endogamia

*p<0.05, **p<0.02, *** p<0.01*

El análisis detectó 181 alelos diferentes y 35 variantes alélicas únicas (PA) distribuidas en todas las poblaciones excepto L1 (ANMIN-Apolobamba). La población de Tomave (P1) mostró 19 alelos privados, mientras que la población de Sajama (O1) mostró 3 (TABLA 1). La población que presentó los valores más altos para los parámetros de diversidad fue P1 en contraste de L1, sugiriendo que la población del ANMIN Apolobamba pudo ser la más afectada por sucesos de reducción poblacional pasados. Las poblaciones L1, O2 y P1 mostraron valores importantes para el coeficiente de endogamia (0.042, 0.087 y 0.049 respectivamente) (Tabla 1).

Estructura genética y diferenciación poblacional

Tabla 2. Diferenciación poblacional y flujo génico entre 5 poblaciones de V.v.mensalis, sobre frecuencias alélicas de 20 loci microsatélites. Valores pareados de diferenciación genética, por arriba de la diagonal valores de F_{ST}, por debajo valores del número de migrantes por generación (Nm).

	L1	L2	O1	O2	P1
L1	-	0.024***	0.003	0.109***	0.103***
L2	10.01	-	0.023***	0.081***	0.072***
O1	86.14	10.67	-	0.079***	0.081***
O2	2.05	2.83	2.92	-	0.040***
P1	2.18	3.24	2.83	6.07	-

*** *p<0.001*

La menor diferenciación genética calculada se dio entre L1 y O1 (F_{ST}=0.003), por el contrario se registró la diferenciación más alta entre las poblaciones L1 y O2 (F_{ST}=0.109, p<0.001). Todos los valores sugieren niveles de flujo génico diferentes (Nm=2.05-10.67), excepto para el estimado entre las poblaciones L1 y O1, que mostraron el valor más alto (Nm=86.14) (TABLA 2).

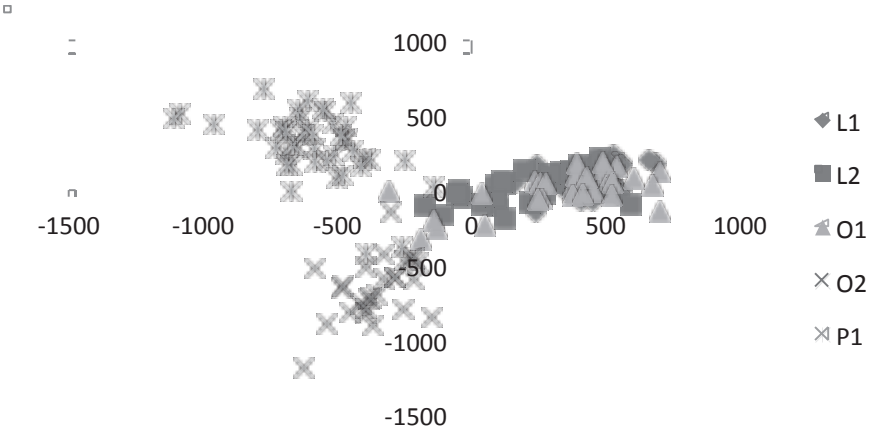


Figura 2 Distribución de las muestras según el análisis factorial de correspondencia dimensional por población de V.v.mensalis del Altiplano boliviano mediante el análisis de 20 loci microsatélites.

El análisis de varianza molecular (AMOVA) mostró niveles de diferenciación genética (F_{ST}) a nivel global igual a 0.07, con el 92.79% de la diferenciación genética dentro de las poblaciones y el 92.04% a nivel individual, mientras que las poblaciones variaron en un 7.21%.

Los resultados del análisis factorial de correspondencia bidimensional para el conjunto de datos muestran una estructuración en 3 grupos poblacionales. El grupo más numeroso muestra la distribución en gradiente, de derecha a izquierda, de las poblaciones ANMIN-Apolobamba (L1), PN-Sajama (O1) e Ingavi (L2), mientras que las poblaciones Toledo-S.Andamarca (O2) y Tomave (P1), ocupan cada una su propio espacio sin embargo están cercanas en el eje X (FIGURA 2).

El árbol "neighbour-joining" muestra dos grupos importantes (Mensalis 1 y Mensalis 2), el primero contempla las poblaciones L1, O1 (más cercanas) y P1, en tanto el segundo incluye a O2 y P1, así mismo se observa la posición intermedia que la población L2 (FIGURA 3).

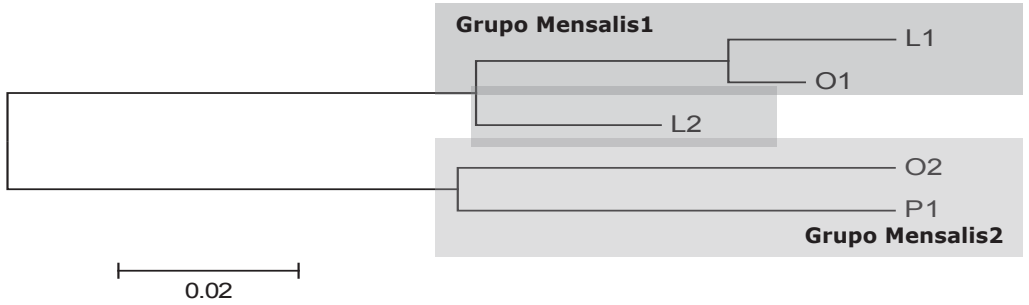


Figura 3 Árbol "neighbour-joining" construido a partir de las distancias genéticas de Nei (1972) entre 5 poblaciones de V.v.mensalis del Altiplano boliviano mediante del análisis de 20 loci microsatélites.

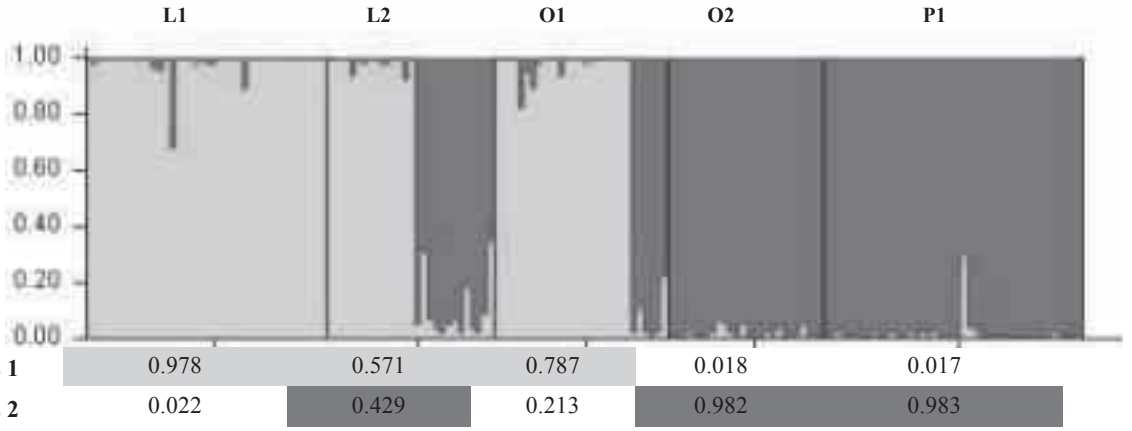


Figura 4 Representación gráfica del agrupamiento sugerido por el análisis bayesiano realizado para evaluar la estructura de las poblaciones de *V.v.mensalis* del Altiplano boliviano, estudiadas mediante el análisis de 20 loci microsatélites. Cada color representa un grupo genético diferente (K=2). Cada población está dividida por líneas negras. Por debajo de la gráfica se muestra la proporción de asignación de cada población a los grupos genéticos identificados.

De la misma forma el análisis bayesiano estimó 2 grupos genéticos. Igualmente el grupo Mensalis 1 incluye las poblaciones L1 (97.8%) y O1 (78.7%), mientras que el grupo Mensalis 2 incluye las poblaciones O2 (98,2%) y P1 (98.3%) (Figura 4). Asimismo, L2 (Ingavi) muestra una estructura mixta, debido a que esta población incluye 2 puntos de muestreo diferentes, donde las vicuñas asignadas al grupo Mensalis 1 corresponden a la comunidad Yanarico y las asignadas al grupo Mensalis 2 fueron colectadas en San Andrés de Machaca y Santiago de Machaca.

Conclusiones

Los resultados obtenidos sugieren, por una parte mayor conectividad entre las poblaciones de *V.v.mensalis* que corresponden a aéreas protegidas (ANMIN Apolobamba y Sajama), y por otra parte la población del norte de La Paz (ANMIN Apolobamba) está diferenciada de forma importante de las poblaciones del centro de Oruro (Toledo y Santiago de Andamarca) y el norte de Potosí (Tomave), siendo esta última la población más diversa en el estudio. Estos datos podrían ser usados en un futuro para el monitoreo de unidades de manejo a lo largo de la distribución geográfica de la subespecie.

Referencias citadas

Andrade S.N. Sarno R. J., Barreta J., Sánchez R., Grigione M. M., & Iñiguez V. 2009. Genetic variation following a population bottleneck of vicuñas in the Apolobamba National Integrated Natural Management Area (ANMIN-A), Bolivia.

Barreta J. Gutiérrez-Gil B. Iñiguez V. Saavedra V. Chiri R. Latorre E., & Arranz J.J. 2012. Analysis of mitochondrial DNA in Bolivian llama, alpaca and vicuña populations: a contribution to the phylogeny of the South American Camelids. Animal Genetics.

Marín, J. Spotorno A.E. y J.C. Wheeler. 2006. Sistemática molecular y filogeografía de camélidos sudamericanos: Implicancias para su conservación y manejo. pp. 85-100. en: Investigación conservación y manejo de vicuñas. B. Vilá (Ed.) Proyecto MACS. Buenos Aires.

Marín J.C. Casey, C. S. Kadwell M., Yaya K., Hoces D., Olazabal J., Rosario R., Rodriguez J., Spotorno A., Bruford M. W. & J. C. Wheeler. 2007. Mitochondrial phylogeography and demographic history of the vicuña: implications for conservation. Heredity 99: 70-80.

Sarno, R. J., Villalba L., Bonacic C., González B., Zapata B., Mac Donald D. W., O'brien S.J. & Jonson W.E. 2004. Phylogeography and subspecies assessment of vicuñas in Chile and Bolivia utilizing mtDNA and microsatellite markers: implications for vicuña conservation and management. Conservation Genetics 5: 89-102.

DIVERSIDAD GENÉTICA Y EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE ALPACAS EN ULLA ULLA Y CATACORA, BOLIVIA

Joely Echalar, Volga Iñiguez, Julia Barreta, Ana Callisaya, Fernando Romero
Instituto de Biología Molecular y Biotecnología
ejoely@hotmail.com

Resumen

Para dos especies domésticas de camélidos sudamericanos, la alpaca y la llama, existe el riesgo de que la selección fenotípica conlleve al cruce entre ambas, deteriorando así la salud genética y generándose así casos de introgresión entre ellos. Debido a la importancia económica de la fibra de alpaca, se han evaluado dos sistemas de producción de alpacas, Ulla Ulla y Catacora (La Paz), con un total de 23 marcadores microsatélites, comparando la diversidad genética de las poblaciones de alpacas con la de llamas y la relación de ellas entre sí. Se ha encontrado mayor heterocigosidad observada en las alpacas de Ulla Ulla (Ho = 0.706) que en las de Catacora (0.6566) y de manera similar, los valores de número medio de alelos privados por locus y alelos privados son mayores en las poblaciones de Ulla Ulla. Se encontrado mayor relación entre las poblaciones de alpacas y llamas de Catacora entre sí que las de Ulla Ulla tanto en el análisis factorial de correspondencia como en el árbol de distancia *neighbour joining*. También se han generado poblaciones híbridas teóricas que puedan representar un posible escenario del manejo en estas poblaciones.

Palabras clave: diversidad genética, alpacas, microsatélites

Introducción

La cría de ganado es una de las actividades de mayor importancia económica y cultural, y por tanto es la principal fuente de ingresos en ambientes altoandinos (FAO, 2005). En la actualidad existen dos especies domésticas de camélidos sudamericanos: la alpaca y la llama. Dentro de los límites de Bolivia, la población de llamas es más representativa en la mayor parte del territorio, incluso comparando con los países vecinos también conocidos como productores. El número de alpacas, sin embargo, se restringe a ciertos puntos dentro del país y su abundancia es menor a las llamas. La crianza de la alpaca está dirigida principalmente a la producción de fibra que presenta un número variado de colores, pasando del blanco al café, hasta el negro; también el color ruano y el gris (CONACS, 2006) y posee un gran reconocimiento en los mercados internacionales (Foronda y Luna, 2004). Ya que la alpaca presenta gran potencial económico, principalmente debido al reconocimiento de la calidad de la fibra, el uso de técnicas genéticas pueden ser aplicadas tanto para el mejoramiento como para la conservación de alpacas a través de la medición y la determinación de la variabilidad entre y dentro de los individuos de las poblaciones (Aranguren *et al*, 2005).

Pese a que existe la crianza de ambos grupos domésticos como especies separadas existe el riesgo de que la selección fenotípica conlleve al cruce entre las dos especies, deteriorando así la salud genética y generándose así casos de introgresión entre ellos. El futuro de la diversidad afectada por el flujo genético va a depender primariamente de las políticas y el marco legislativo que sean desarrollados en el proceso. Debido a la importancia económica de la crianza de alpacas, es necesario caracterizar la variabilidad genética de las poblaciones de alpacas para que de esta manera se puedan proporcionar pautas de mejoramiento genético o conservación de la salud genética. En el presente trabajo se evaluaron dos sistemas de producción de alpacas, Ulla Ulla y Catacora, comparando la diversidad genética de las poblaciones de alpacas con la de llamas, y la asignación de cada individuo al grupo de su especie. Como recurso genético de la zona andina es muy importante que las poblaciones de alpacas sean bien manejadas y conservadas, en especial para evitar consecuencias como la disminución de la calidad de la fibra y que la salud genética sea óptima y estable.

Material y métodos

Se han muestreado un total de 66 alpacas y 25 llamas de Ulla Ulla (Provincia Franz Tamayo) y 32 alpacas y 20 llamas de Catacora (Provincia José Manuel Pando), ambas regiones ubicadas en el departamento de La

Paz. Adicionalmente se tomó un grupo control de vicuñas, *Vicugna vicugna mensalis*, de un total de 20 individuos. Se realizó la extracción de ADN a partir de fibra y se amplificó con 23 marcadores microsatélites (Tabla 1). Los genotipos fueron leídos a través de geles de poliacrilamida.

Marcador	Pm(pb)	Marcador	Pm(pb)	Marcador	Pm(pb)
LCA 77	233-263	P86	185-335	Ywll 8	127-195
LCA 70	211-223	Lab1	161-189	Volp 4	224-258
LCA 65	161-191	Glm 4	181-209	P132	70-111
LCA 56	133-169	LCA 71	130-150	LCA 5	180-213
LCA 66	220-262	PCTD17	89-217	Ywll 44	105-157
Ywll 36	106-180	Volp 5	132-166	Volp 55	159-189
Ywll 29	216-226	Volp 1	214-256	P135	212-236
Ywll 40	180-192	LCA 24	104-134		

Tabla 1. Marcadores microsatélites que fueron usados en el trabajo

Se realizaron los análisis de heterocigosidad esperada y observada por población, y distancia de Nei (1972) con el programa GENETIX 4.05.2. El número medio de alelos por locus (NMA) y número medio de alelos por locus con rarefacción de individuos por población k(n) con el programa Molkin v3.0. Se usó el programa GDA v1.0 (*Genetic Data Analysis*) para sacar la frecuencia de alelos privados por población (APP).

Se realizó un análisis factorial de correspondencia (AFC) para cada grupo con el programa GENETIX 4.05.2. El árbol de vecino más próximo o *neighbour joining* se realizó con la matriz de distancias de Nei (Dnei) con el programa MEGA 6.06. La asignación a clusters por análisis bayesiano fue realizado por el programa STRUCTURE 2.3.4 con 10 corridas independientes para cada K, con valores del 1 al 5. A partir de los individuos con mayor asignación a sus poblaciones, tanto para Ulla Ulla y Catacora y poblaciones externas de alpacas y llamas, se crearon poblaciones híbridas hipotéticas con el programa HYBRIDLAB 1.1. Posteriormente, se realizó cruces entre los híbridos F1 de cada zona con los mismos híbridos para obtener una F2 y los retrocruces con las poblaciones parentales correspondientes.

Resultados y discusión

Se observa que los niveles de heterocigosidad observada son más altos para la población de alpacas de Ulla Ulla que la de Catacora, sin embargo, ambos valores son más altos que los reportados en trabajos de Paredes *et al*. (2011) y Barreta *et al*. (2012) (Tabla 2).

Asimismo, los valores de número medio de alelos por locus y de alelos privados son mayores para las alpacas de Ulla Ulla. Sin embargo, cuando se realiza una rarefacción por el número de individuos, vemos que esta relación en número de alelos disminuye, esto posiblemente por el número de individuos muestreados. Cabe resaltar que aún así, los valores anteriormente reportados en Barreta *et al*. (2012) muestran que la población de Ulla Ulla también es más diversa frente a otras partes del altiplano boliviano como Curahuara de Carangas, Lagunas, Cosapa, Poopó y Challapata.

Tabla 2. Diversidad genética de alpacas y llamas de Ulla Ulla y Catacora. N = número de individuos; He = heterocigosidad esperada; Ho = heterocigosidad observada; NMA = número medio de alelos por locus; k (N) = número medio de alelos por locus con rarefacción a N individuos; APP = alelos privados.

	N	He	Ho	NMA	k(26)	APP
Alpacas Ulla Ulla	66	0,7362	0,706	9,83	6,89	21
Llamas Ulla Ulla	32	0,7442	0,6826	9,17	7,1	11
Alpacas Catacora	25	0,6972	0,6566	8,48	6,92	2
Llamas Catacora	20	0,7594	0,6979	7,96	7,18	7

Por otro lado, al ver las relaciones de distancia entre las poblaciones de alpacas y llamas, es posible observar que la distancia entre alpacas y llamas de Catacora es menor que la de alpacas y llamas de Ulla Ulla (Fig.1). Esta misma relación es apreciada en el análisis factorial de correspondencia (Fig.2) donde la disposición espacial refleja la cercanía entre los individuos de las poblaciones de alpacas y llamas de Catacora.

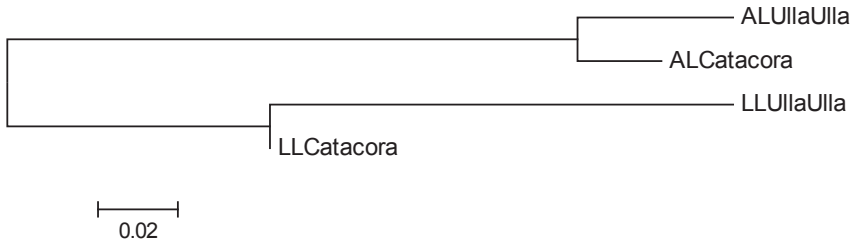


Fig.1 Árbol de neighbour joining (NJ) de alpacas y llamas de Ulla Ulla y Catacora.

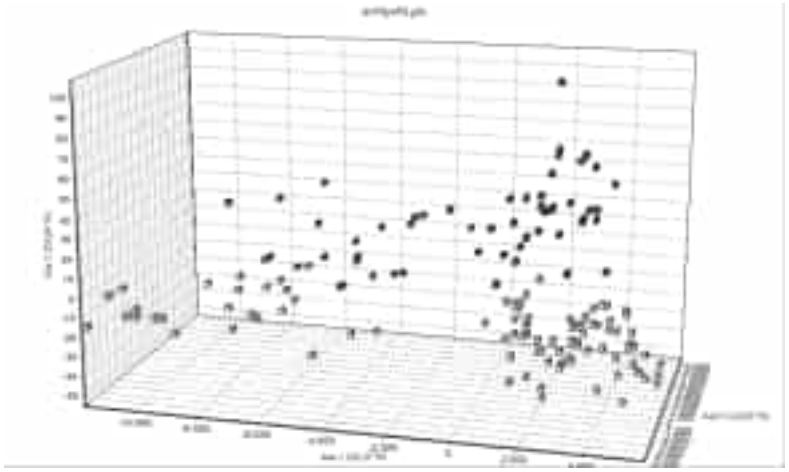
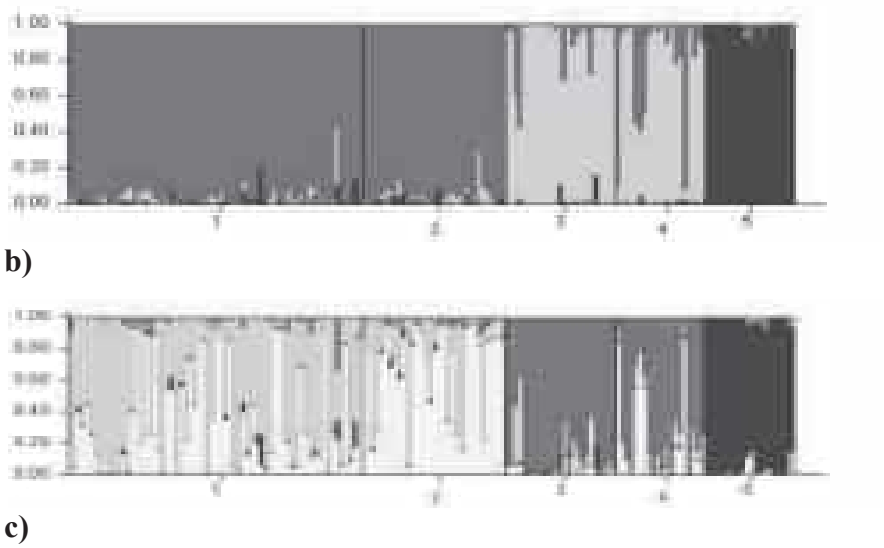


Fig.2 Análisis factorial de correspondencia de alpacas y llamas de Ulla Ulla y Catacora. Cubos amarillos alpacas de Ulla Ulla, cubos azules alpacas de Catacora; cubos blancos llamas de Ulla Ulla y cubos plomos llamas de Catacora.

En tal caso, se puede resaltar una posible diferencia en la forma de manejo de ambos sistemas de producción, donde pueden existir cruces entre alpacas y llamas, reduciendo así la distancia entre ambas especies. Se han planteado trabajos anteriores donde se ha observado la presencia de hibridación entre ambas formas domésticas como Kadwell *et al*. (2001) donde se señala que el 80% de las alpacas serían híbridas o el trabajo de Barreta *et al*. (2012) donde se observa la asignación de alpacas en haplogrupos de guanacos y llamas en haplogrupos de vicuñas. Asimismo, la asignación de cada individuo a distintos K (Fig.3), nos permite ver que los individuos tienen asignación en mayor o menor medida a más de un grupo. Principalmente, varios individuos de llamas tienen mayor asignación al grupo de alpacas, mostrando claramente su naturaleza híbrida.



a)



b)

c)

Fig. 3 Asignación bayesiana realizado por STRUCTURE. a) K=2. b) K=3. c) K=4. Grupo 1 alpacas de Ulla Ulla; grupo 2 alpacas de Catacora; grupo 3 llamas de Ulla Ulla; grupo 4 llamas de Catacora; grupo 5 grupo control vicuñas.

Al analizar las poblaciones de híbridos hipotéticos, resalta nuevamente la cercanía entre alpacas y llamas de Catacora, los cuales, a su vez, también presentan mayor relación con todo el grupo de híbridos (Fig.4). Cuando se observa los retrocruces de los F1 (Fig.5) con los grupos parentales de alpacas y llamas por región, es posible notar que la población resultante tiene una similitud con las poblaciones parentales, pudiendo así reflejar un potencial escenario en que las poblaciones actuales son el resultado de la hibridación pasada. No obstante, es necesario realizar mayores estudios sobre los procesos de hibridación analizando también individuos híbridos reales.

Fig. 4 Análisis factorial de correspondencia de alpacas y llamas parentales y los híbridos hipotéticos. Cubos amarillo alpacas grupo externo, cubos azul claro llamas grupo externo; cubos blancos híbridos grupo externo; cubos azul oscuro alpacas Ulla Ulla; cubos guindo llamas Ulla Ulla; cubos verde claro híbridos Ulla Ulla; cubos plomos alpacas Catacora; cubos rosado llamas Catacora; cubos verde oscuro híbridos Catacora.

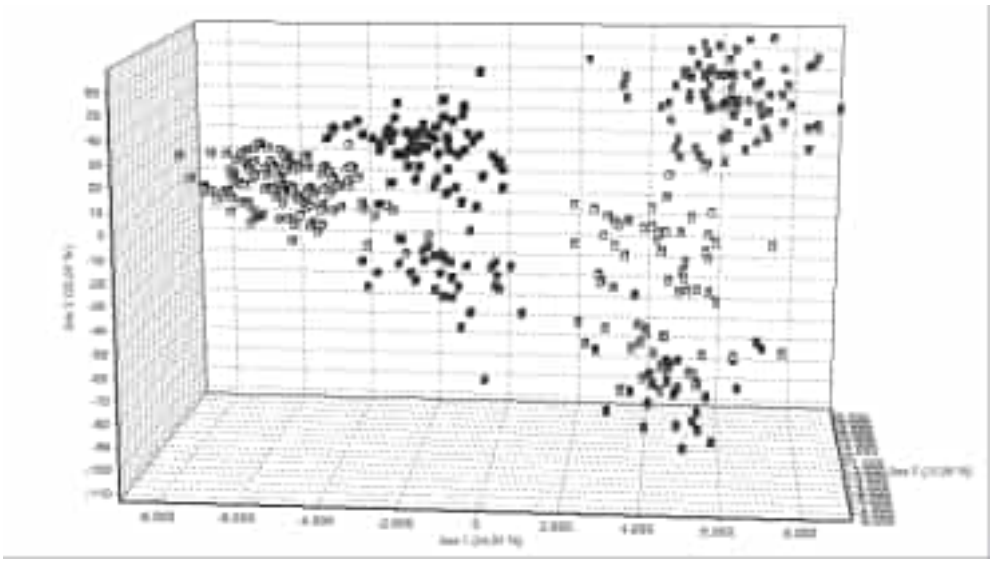


Fig. 5 Asignación bayesiana realizado por STRUCTURE parentales, híbridos y cruces. a) Ulla Ulla b) Catacora. Grupo 1 alpacas parentales; grupo 2 F1; grupo 3 F1xF1 = F2; grupo 4 retrocruce F1 con parentales alpacas; grupo 5 retrocruce F1 con parentales llamas; grupo 6 llamas parentales.

Conclusiones

Se ha podido observar que la población de alpacas de Ulla Ulla presenta mayor diversidad que la de Catacora. Estos datos son de gran importancia a la hora de plantear el manejo de estos sistemas de producción y la conservación de los mismos como recursos genéticos. Por ello es importante considerar el hecho de que existe mayor relación entre las poblaciones de alpaca y llama de Catacora por ser un posible indicador de que existen cruces que no son deseados para mantener la integridad de cada especie. En el presente trabajo se ve que la mayor influencia en estas regiones es de alpacas hacia las llamas. Es posible que las poblaciones reales sean el resultado de los retrocruces de híbridos con individuos de fenotipo definido de llamas y alpacas.

Referencias citadas

Aranguren-Méndez, J.A.; Román-Bravo, R.; Isea, W.; Villasmil, Y.; Jordana, J. (2005) Microsatellites (STR´s), DNA molecular markers for excellency for conservation programs: a review, Archivos Latinoamericanos de Producción Animal 13(1):30-42

Barreta, J.; Iñiguez, V.; Saavedra, V.; Romero, F.; Callisaya, A.M.; Echalar, J.; Gutiérrez-Gil, B.; Arranz, J.J. (2012) Genetic diversity and population structure of Bolivian alpacas. Small Ruminant Research. Volumen 105, 1-3, 97-104pp.

Barreta, J.; Gutiérrez-Gil, B.; Iñiguez, V.; Saavedra, V.; Chiri, R.; Latorre, E.; Arranz, J.J. (2012) Analysis of mitocondrial DNA in Bolivian llama, alpaca and vicuna populations: a contribution to the phylogeny of the South American Camelids. Animal Genetics

Campero, F. (2005) Situación actual de los camélidos sudamericanos en Bolivia, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, 55p.

CONACS (2005) La llama (*Lama glama*), Lima, Perú, 2 p.

Dalvit, C.; De Marchi, M.; Zanetti, E.; Cassandro, M. (2009) Genetic variation and population structure of Italian native sheep breeds undergoing in situ conservation. Journal of Animal Science. 87:3837-3844

Dowling, T.; Secor, C. (1997) The role of hybridization and introgression in the diversification of animals, Annual Reviews Inc. 28: 593-619

Earl, Dent A. and vonHoldt, Bridgett M. (2012) STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. Conservation Genetics Resources vol. 4 (2) pp. 359-361 doi: 10.1007/s12686-011-9548-7

Egey, J. (2004) Camélidos sudamericanos, Area Tereogenología, Universidad de Buenos Aires, Información veterinaria, Nº62

FAO (2005) Situación actual de los camélidos sudamericanos en Bolivia, Proyecto de Cooperación Técnica en apoyo a la crianza y aprovechamiento de los Camélidos Sudamericanos en la Región Andina, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 56p.

Foronda, R.; Luna, O.; Morales, E. (2004) Oportunidades económicas para criadores de camélidos del municipio de Morochata, FAO

Freeman, A.R.; Meghen, C.M.; MacHugh, D.E.; Loftus, R.T.; Achukwi, M.D.; Bado, A.; Sauveroche, B.; Bradley, D.G. (2004) Admixture and diversity in West African cattle populations, Molecular Ecology 13: 3477-3487

García, W. Capítulo I Reproducción en camélidos sudamericanos domésticos. En: García, W.; Pezo, D.; San Martín, F.; Olazábal, J.P.; Franco, F. (2005) Manual del Técnico Alpaquero. ITDG LA, Lima-Perú, 105 p.

Ibish, P.I., Beck, S.G., Gerkmann, B., Carretero, A. en: Ibisch, P.I. & Mérida, G. (eds.) (2008) Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra - Bolivia

Kadwell, M. ; Fernandez, M. ; Stanley, H. ; Baldi, R. ; Wheeler, J. ; Rosadio, R. ; Bruford, M. (2001) Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and the alpaca, Royal Society of London 268: 2575-2584

Lang, K.D.M.; Wang, Y.; Plante, Y. (1996) Fifteen polymorphic dinucleotide microsatellites in llamas and alpacas, International Society for Animal Genetics, Animal Genetics 27:285- 294

Marín, J. ; Zapata, B. ; Gonzalez, B. ; Bonacic, C. ; Wheeler, J. ; Casey,C. ; Bruford, M. ; Palma, E. ; Poulin, E. ; Alliende, M.A. ; Spotorno, A. (2007) Sistemática, taxonomía y domesticación de alpacas y llamas : nueva evidencia cromosómica y molecular, Revista Chilena de Historia Natural 80 : 121-140

Markemann, A.; Valle Zárate, A. (2009) Tradicional llama husbandry and breeding management in the Ayopaya region, Bolivia, Springer Science and Business Media, 9p.

Mignon-Grasteau, S. ; Boissy, A. ; Bouix, J. ; Faure, J. ; Fisher, A. ; Hinch, G. ; Jensen, P. ; Le Neindre, P. ; Morme`de, P.; Prunet, P. ; Vandeputte, M. ; Beaumont, C. (2005) Genetics of adaptation and domestication in livestock, Livestock Production Science 93: 3 –14

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (MAGER), Unidad de Política Ganadera (UPG) (2001) Primer Informe sobre la situación de los recursos zoogenéticos de Bolivia, Comité Consultivo-MAGDER/UPG, La Paz-Bolivia, 78p.

Munyard, K.A; Ledger, J.M.; Lee, C.Y.; Babra, C.; Groth, D.M. (2009) Characterization and multiplex genotyping of alpaca tetranucleotide microsatellite markers. Small Rumiant Research XXX: XXX-XXX

Obreque, V.; Mancilla, R.; García-Huidrobo, J.; Cothran, E.; Hinrichsen, P. (1999) Thirteen new dinucleotide microasatellites in alpaca, , International Society for Animal Genetics, Animal Genetics 30: 382-405

Oria, I.; Quicaño, I, Quispe, E.; Alfonso, L. (2009) Variabilidad del color de la fibra de alpaca en la zona altoandina de Huancavelica-Perú. Animal Genetics Resources Information. 45:79-84

Paredes, M.; Machaca, J.; Azor, P.J.; Alonso-Moraga, A.; Membrillo, A.; Muñoz-Serrano, A. (2011) Genetic differentation of six Peruvian alpaca populations. Breeding and genetics. In: M.A. Pérez-Cabal et al. (eds.) F*ibre production in South American camelids and other fibre animals*. Wageningen Academic Publishers

Penedo, M.C.; Caetano, A.R.;Cordova, K. (1998) Microsatellite markers for South American camelids, , International Society for Animal Genetics, Animal Genetics 29: 398-413

Penedo, M.C.; Caetano, A.R.;Cordova, K. (1998) Eight microsatellite markers for South American camelids, International Society for Animal Genetics, Animal Genetics 30: 161-168

Randi, E. (2008) Detecting hybridization between wild species and their domesticated relatives, Molecular Ecology 17: 285-293

Renieri, C., Antonini, M., Frank, E. (2004) Fibre recording systems in camelids. In: Current status of genetic resources, recording and production systems in African, Asian and American Camelids. ICAR Technical Series 11, 131–141.

Renieri, C., Frank, E.N., Rosati, A.Y., Antonini, M., (2009) Definición de razas en llamas y alpacas. Animal Genetic Resources Information. 45,45-54

Rodríguez, J.; Wheeler, J.; Dodd, C.S.; Bruford, M.W.; Rosadio, R. (2004) Determinación de parentesco en alpacas (*Vicugna pacos*) por medio de análisis de ADN microsatélite, Revista de Investiación Veterinaria del Perú, 15(2): 113-119

Schmid, S., 2006. The value chain of alpaca fiber in Perú, an economic analysis. Mater Thesis. Institut für Agrarwirtschaft, ETH Zürich. 154p.

Toro, M.A.; Fernández, J.; Caballero, A. (2008) Molecular characterization of breeds and its ue in conservation. Livestock Science 120: 174-195

Verardi, A.; Lucchini, V.; Randi, E.(2006) Detecting introgressive hybridization between free-ranging domestic dogs and wild wolves (*Canis lupus*) by admixture linkage disequilibrium analysis, Molecular Ecology 15: 2845-2855

Villalba, L.; Cuéllar, E.; Tarifa, T. En: Wallace, R.; Porcel, Z.R.; Rumiz, D.I. (Eds.) (2010) Distribución, Ecología y Conservación de los mamíferos medianos y grandes de Bolivia. Centro de Ecología Difusión Simón I. Patiño. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 597-628 pp.

Wheeler, J. (1995) Evolution and the present situation of the South American Camelidae, Biological Journal of the Linnean Society, 54: 271-295

Wheeler, J.; Russel, A.J.F.; Redden, H. (1995) Llamas and alpacas: Pre-conquest breeds and Post-conquest hybrids, Journal of Archeological Science, 22: 833-840

Yacobaccio, H.D.(2004) Social dimensions of camelid domestication in the southern Andes, Anthropozoologica, Museum national d`Historie naturelle, Paris, 39 (1): 237-247

Zhong, T.; Han, J.L.; Guo, J.; Zhao, Q.J.; Fu, B.L.; He, X.H.; Jeon, J.T.; Guan, W.J.; Ma, Y.H. (2010) Genetic diversity of Chinese indigenous sheep breeds inferred from microsatellite markers. Small Ruminant Research 90: 88–94

ESTUDIO PRELIMINAR DE LAS BASES GENÉTICAS DEL TIPO Y COLORACIÓN DE PELO EN CUYES NATIVOS BOLIVIANOS DEL CENTRO MEJOCUY

Claudia Rivas V.
Centro MEJOCUY

Resumen

El Programa de Conservación de Germoplasma Nativo, del Centro MEJOCUY está orientado a la preservación de la variabilidad genética del cuy (Cavia aperea f. porcellus) como patrimonio de Bolivia, el cual resguarda parte de la variación fenotípica de la especie a nivel de la región y dentro sus líneas cuenta con la población Variabilidad conservada por tipo y coloración de pelaje. Las bases genéticas del color y tipo de pelo en cuyes han sido estudiadas entre los años 1900 y 1969. El tipo de pelo tiene herencia cualitativa y está asociada aproximadamente a 4 loci. En el presente trabajo se han realizado estudios preliminares de las bases genéticas del tipo de pelo en cuyes de la población Variabilidad para establecer las características genéticas de estos rasgos en las poblaciones bolivianas de cuyes, a través del análisis de dos bloques de cruzamientos, uno de ellos con 34 progenies analizadas y 9 segregaciones descritas y el otro con 142 progenies analizadas provenientes de 20 cruzamientos. Los datos fueron analizados con el estadístico X^2 (0.05) y se observó que cada una de las cruzas analizadas se ajustó a los modelos genéticos propuestos, comprobando la manifestación mendeliana del tipo de pelo descrita para esta especie.

Palabras Clave: Coloración, fenotipo, cuyes nativos

Introducción

El cuy es una especie nativa de Perú, Colombia, Ecuador y Bolivia, en los tres primeros, la implementación de programas intensivos de mejoramiento genético de esta especie, se reflejan en animales de fenotipo uniforme asociado al proceso que requiere animales de gran tamaño, coloración clara y determinada conformación corporal. Lo cual de manera indirecta ha derivado en la disminución y/o desaparición de la variabilidad genética de esta especie, dado que los cuyes nativos por su fenotipo no suelen ser deseables como animales productores de carne.

En Bolivia, el Centro de Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy en Bolivia, MEJOCUY, tiene entre sus líneas de investigación el Programa de Conservación de Germoplasma Nativo, como una de sus prioridades, orientado a la preservación de la variabilidad genética de este recurso zoo genético como patrimonio de Bolivia (Rico & Rivas, 2005), dentro el cual cuenta con el plantel Variabilidad, que resguarda parte de la variación fenotípica por tipo y coloración de pelaje.

Las bases genéticas del color y del tipo de pelo han sido exhaustivamente estudiadas entre los años 1900 y 1969. El tipo de pelo tiene herencia cualitativa asociada a aproximadamente 4 loci y el color de pelaje es de tipo cuantitativo asociado a 6 loci básicos y otros 6 loci menores algunos de los cuales pueden presentar múltiples alelos, lo cual hace que presente interacciones significativas con el ambiente y adicionalmente algunos efectos epistáticos (Wright, 1960, citado por Wagner, 1976).

En el presente trabajo se han realizado estudios preliminares de las bases genéticas del tipo de pelo en cuyes de la población Variabilidad para establecer las características genéticas de estos rasgos en las poblaciones bolivianas de cuyes.

Materiales y métodos

Localización del ensayo

El ensayo se llevó a cabo en el Centro MEJOCUY de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y Forestales "Martín Cárdenas", ubicada en la zona de la Tamborada, Km 5, de la carretera antigua Cochabamba - Santa Cruz altitud 2.560 m.s.n.m., con una temperatura promedio anual de 18º C, una mínima y máxima registradas de 6°C a 24°C al interior del galpón, humedad relativa media anual de 56% y precipitación anual de 450 mm.

Metodología

Se realizó en una primera parte el análisis de 9 cruzas de la población Variabilidad, que produjeron 35 progenies estudiadas y, en segundo lugar se realizó el análisis de 20 cruzas que produjeron 34 camadas de cuyes Himalaya: merinos (T3) de color café oscuro con la punta de las extremidades, nariz y orejas de color negro que produjeron en total durante empadres sucesivos, 142 progenies; mantenidas bajo empadre continuo. Se registró el tipo de pelo tanto en los progenitores como en la progenie, en base a un código de las combinaciones, descrito por Rico y Rivas (1999).

Las primeras 9 segregaciones de las progenies analizadas para el tipo de pelaje (4 loci descritos), fueron probadas con modelos genéticos de 1, 2 y 3 pares de genes, utilizando la prueba de Chi-cuadrado, para hallar la que mejor explique las segregaciones en los 9 casos observados. Los tipos de pelaje analizados y los alelos a los cuales se encuentran vinculados en base a la bibliografía descrita, se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Alelos de Locus analizados

Fenotipo	Loci		
	Revoltoso	Largo	Merino
T1 corto y lacio	**Rr**	**LL**	**--**
T2 arrosetado	**RR**	**LL**	**--**
T3 merino	**Rr**	**LL**	**tt**
T4 pelilargo	**RR**	**Ll**	**--**

Elaborado en base a: Castle (1905) Ibsen (1951) y Wagner (1976), citados por Rodríguez (2005)

Por otra parte, las cruzas de los cuyes Himalaya fueron: T3 x T1 provenientes de las líneas San Luis (T1 blanco) y Rosario (T1 café), y T3 x T3 (Himalayas entre sí) para observar la frecuencia del tipo de pelaje asociado al oscurecimiento de las extremidades frías.

Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó para cada una de las cruzas utilizando X^2(Chi cuadrado) en base a la siguiente fórmula:

$$^2 = \sum_{i=1}^{c} \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Donde:

i = 1,2,3,4 tipos de pelo.

E_i = Frecuencia de progenies esperadas con el i-ésimo tipo de pelo.

O_i = Frecuencia de progenies observadas con el i-ésimo tipo de pelo.

El análisis para probar el modelo genético sobre todas las cruzas toma en cuenta la propiedad aditiva de χ^2: Si $^2_1$, $^2_2$, $^2_3$,.... ^2_k son independientes con v_1, v_2, v_3,.....v_k grados de libertad, entonces $\sum_{i=1}^{k} {}^2_i$ sigue una distribución de $^2_{gl} = \sum_{i=1}^{k} v_i$ (Bain y Engelhardt, 1992)

Resultados discusión
Segregación 1

La progenie resultante de las cruzas entre animales de la población variabilidad mostró una segregación cualitativa (Cuadro 2).

Cuadro 2. Características de animales segregantes de 9 cruzas analizadas

No.	Hembra	Macho	T1	T2	T3	T4	TOTAL PRO-GENIES
1	T4	T2	**1**	**4**	0	**1**	**6**
2	T4	T2	**1**	**2**	**2**	**2**	**7**
3	T3	T3	0	0	**4**	0	**4**
4	T2	T2	0	**3**	0	0	**3**
5	T4	T1	**2**	**1**	0	0	**3**
6	T4	T2	0	**4**	0	0	**4**
7	T3	T3	0	0	**4**	0	**4**
8	T1	T1	**2**	0	0	0	**2**
9	T1	T2	**1**	**1**	0	0	**2**

La cruza 1, T4 pelilargo x T2 arrosetado, la progenie presentó tres fenotipos: dos de los cuales corresponden al de sus respectivos progenitores y uno corto y lacio (0.2865 de prob. en el cuadro 2). Lo cual es "no significativo", por lo que se acepta el modelo genético propuesto. Por tanto el genotipo T4 debe presentar un alelo dominante para el locus "revoltoso" y necesariamente un locus para la longitud de pelo homocigoto recesivo.

La cruza 2 T4 pelilargo x T2 arrosetado mostró una segregación más amplia que la anterior, no se ajustó a ninguno de los modelos propuestos, ni siquiera al modelo genético más cercano (Pr. 0,009). Según Festing (1980), el genotipo correspondiente al fenotipo pelilargo, presentaría alelos recesivos en su condición homocigótica para el locus de la longitud del pelo, mientras que el arrosetado debería presentar por lo menos un alelo dominante para el locus de la longitud de pelo, de esta manera, existe la posibilidad de encontrar genotipos teóricos que correspondan a los observados. Por otro lado, Wagner (1976), menciona que existe un gen modificador específico M, el que podría enmascarar la expresión del locus "revoltoso", cuando se encuentra en condición homocigótica (MM), generando un fenotipo lacio y corto. Este mismo patrón podría ocurrir con el merino (T3), aunque no se encontraron referencias bibliográficas que apoyen esta idea. Una posibilidad diferente es que la caracterización del animal a los catorce días pudo variar, es decir, que el verdadero fenotipo del animal no era el de un T1 o el de un T3. Según Wagner (1976), el pelo del cobayo pelilargo presentaría un continuo crecimiento, desde 5-7 cm en las primeras dos semanas de edad hasta 16 cm o más a los siete meses de edad; por otro lado, Festing (1980) menciona que el cobayo de pelo corto y lacio alcanzaría un máximo de 4 cm aproximadamente. Entonces los animales T1 y T3 observados podrían en realidad ser un T4 (pelilargo), donde la expresión máxima del carácter en cuestión se alcanzaría aproximadamente a los tres meses de edad.

La cruza 6: T4 pelilargo x T2 arrosetado, mostró segregación según el modelo genético propuesto. El genotipo considerado para T4 fue homocigótico tanto para el locus "revoltoso" (dominante) como para el locus longitud de pelo (recesivo), mientras que el genotipo considerado para T2 fue homocigótico dominante para ambos locus; por tanto el genotipo resultante fue homocigótico para el locus "revoltoso" y heterocigótico para el locus longitud de pelo (arrosetado).

La cruza 5, T4 pelilargo x T1 corto y lacio, dio lugar a una progenie de pelo corto y lacio y otra arrosetada. El modelo genético propuesto consideró un genotipo heterocigoto para el locus "revoltoso", más la condición recesiva homocigótica para el locus longitud de pelo en el animal pelilargo y genotipo homocigótico recesivo para el primer locus y homocigótico dominante para el segundo en el animal corto lacio, (prob = 0,564) por lo cual se acepta el modelo genético propuesto.

La cruza 9 T1 corto y lacio x T2 arrosetado, se acomodó perfectamente al modelo propuesto (Pr. 1). Se consideró un locus recesivo homocigótico para el locus "revoltoso" y homocigótico dominante para el locus longitud de pelo para T1, y para T2 se consideró un locus heterocigótico para el primer locus y un homocigótico dominante para el segundo locus, de esta manera la proporción esperada fue de 1 T1 y 1 T2.

Las cruzas T3 merino x T3 merino (3 y 7), T2 arrosetado x T2 arrosetado (cruza 4), y T1 corto lacio x T1 corto lacio (cruza 8) no presentaron segregación alguna, lo que implica que los genotipos involucrados en estas cruzas presentaron genotipos al estado homocigótico para cada uno de sus locus.

Cuadro 3. Modelos genéticos propuestos para cada una de las cruzas y test de x^2

Nro.	Tipo de cruza	Genotipo resultante				Test de x^2	Prob. x^2 (0.05)	Prop.
1	Rrll*RrLl	1	2		2	2,5	0,285**ns**	2:2:1:1
2	RrllTt*RrLlTt	0,78	1,56	0,39	1,56	6,99	0,008**ns**	?
3	rrLLtt*rrLLtt	4				0	**ns**	1
4	RRLL*RRLL	3				0	**ns**	1
5	Rrll*rrLL	1,5	1,5			0,33	0,563**ns**	1 a 1
6	RRll*RRLL		4			0	**ns**	1
7	rrLLtt*rrLLtt	4				0	**ns**	1
8	rrLL*rrLL	2				0	**ns**	1
9	rrLL * RrLL	1	1			0	1**ns**	1 a 1

El test de x^2 para todas las cruzas (excluyendo la cruza 2) acepta todos los modelos propuestos (X^2 = 3.8333, Pr = 0.4290), por lo cual, tanto los alelos como los efectos analizados en los resultados coinciden con la bibliografía.

Segregación 2

Cuadro 2. Tipos de pelaje de Cruzas Himalaya

Madre	Padre	Progenies		TOTAL
		T1	T3	
T3 merino	T3 merino	9	65	74
T1 corto lacio	T3 merino	25	43	68
		34	108	142

La Prueba de x^2 (0.085) reportó diferencias no significativas entre lo observado y lo esperado en los resultados analizados tanto en las cruzas T3 x T3 como T1 x T3 determinado el fenotipo T3 (merino) dominante sobre el fenotipo T1 (corto y lacio): todas las proporciones esperadas en la progenie se ajustan a la relación 3:1 (merino: corto y lacio), observando además la condición homocigótica de los progenitores dado que se segregaron individuos T3 o T1 solamente, lo cual está estrechamente vinculado a la consanguinidad de la familia de cuyes Himalaya por una parte y por otra a la dominancia completa que parece ejercer el alelo vinculado al tipo merino, respecto de los alelos para pelo corto y lacio probablemente vinculado con otros loci descritos como mutantes de un gen albino para el color de pelaje que dan lugar a una expresión lábil al calor, conduciendo a la formación de pigmento solo en las extremidades más frías del cuy: patas y orejas (Wagner, 1976).

Conclusiones

Cada una de las cruzas analizadas se ajustó a los modelos genéticos propuestos, sin embargo, el segundo modelo genético (Rrlltt * RrLlTt) presentó una segregación estadísticamente significativa, por lo que se descartó su participación y se analizaron las posibles causas de sus segregaciones.

Las cruzas que se ajustan a los modelos genéticos propuestos indicarían que las conclusiones de los trabajos realizados entre los años 1900 y 1960 satisfacen las segregaciones observadas en 9 cruzas de la población variabilidad. De esta manera estarían descritos los alelos responsables de la expresión del tipo de pelo que muestran dos

locus para T1 (corto y lacio), T2 (arrosetado) y T4 (pelilargo) que serían R_ y L_ y tres locus para T3 (merino): R_, L_ y T_.

Se puede apreciar que en cuatro de las nueve cruzas analizadas (3, 4, 7 y 8 en el cuadro 3) no existe segregación alguna, lo que implica animales con alelos homocigóticos para cada uno de los locus considerados, por otro lado, las restantes cinco cruzas analizadas (excepto la segunda) presentan una mayor proporción de alelos al estado homocigótico que al heterocigótico, por lo que se asume una fijación de los alelos debido a cruzamientos consanguíneos.

Se puede apreciar de igual manera que los cuyes merinos de la familia Himalaya muestran dominancia sobre el fenotipo lacio en toda la progenie analizada, en proporciones que se ajustan a la relación 3:1 con dominancia completa para el locus asociado al pelaje merino.

Referencias citadas

Calero del Mar, B. 1978. El Cuye, Introducción a la Cavicultura. 1ra. Ed. Ediciones Agronómicas, Edit. Garcilaso. Cusco, Perú.

Festing M. 1980. The guinea pig.

Fimland, E. 2003. Status and proposals of future plans for managing AnGR in the Nordic. In: Workshop on Cryopreservation of Animal Genetic Resources in Europe. Paris, February 23rd 2003.

Quisbert, C. y Rocha, N. 2013. Patrón de Herencia de una familia de cuyes Himalaya de la población Variabilidad. Publicación Centro MEJOCUY, UMSS. Cochabamba, Bolivia.

Rico, E. y C. Rivas. 2004. Manual de Procedimientos para Auxiliares de Investigación del Proyecto MEJOCUY. Publicación Centro MEJOCUY, UMSS. Cochabamba, Bolivia.

Rodríguez, T. 2005. Variación del pelaje de la población Variabilidad del proyecto MEJOCUY. Publicación Centro MEJOCUY, UMSS. Cochabamba, Bolivia.

Wagner J. 1976. The biology of the Guinea pig. Academic press INC. New York. USA. 318 pp

Stansfield, W. 1992. Genética. 3ra edición. McGraw-Hill. USA.

TIEMPO DE GESTACIÓN EN TIPOS DE LLAMA (*Lama glama*) Y ALPACA (*Vicugna pacos*) EN EL CENTRO EXPERIMENTAL AGROPECUARIO CONDORIRI

Gutiérrez R. Luis, Saavedra T. Vladimir
Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias – Universidad Técnica de Oruro
luis_gu3000@hotmail.com, vlady_saavedra@hotmail.com

Resumen

La investigación se llevó a cabo en el CEAC – BANCAMEL, con el objetivo de determinar el tiempo de gestación de tipos de llama y alpaca. Se utilizaron registros de empadre y nacimiento de 4 gestiones. Los promedios generales para largo de gestación en llama y Alpaca fueron en días de: 352.7±3.3 y de 343.4±4.5, repectivamente. Los resultados indican un tiempo de gestación para los tipos de llama Q'ara 352 días, T'amphulli 358 días, Azanaque 351 días, Culta 351 días, Morejón 353 días, Quetena 354 días, Rivera 351 días, Sajama 352 días, Totora 353 días, Yawaroco 356 días, Huastaca 358 días, Janko Cala 358 días, Machaca 350 días y Uyuni 346 días. En cuanto al tiempo de gestación para tipos de alpacas los resultados indican 340 días para la Raza Huacaya, 343 días para el tipo Kellohauira, 340 días para el tipo Sajama, 351 días para la raza Suri y 343 para el tipo Ulla Ulla.

Palabras clave: Largo de Gestación, tipos, llama y alpaca.

Introducción

La gestación en los Camélidos Sudamericanos como en todas las especies de mamíferos comienza a partir de la fertilización del óvulo, dando lugar a la formación del cigoto, el mismo que alcanza el útero y se implanta en el cuerno uterino. Pese a la similitud en la actividad ovulatoria de ambos ovarios se ha podido identificar de forma general la implantación y gestación en el cuerno uterino izquierdo. La implantación del cigoto a las paredes del cuerno uterino ocurre a los 20 a 22 días. El desarrollo embrionario se completa aproximadamente a los 60 días, luego continúa el crecimiento fetal hasta el nacimiento. El periodo de gestación de la alpaca es de 342–345 días y de la llama es de 348–368 días (Wheeler, J.C., 1991), variando de acuerdo a la alimentación, alcanzando el feto el 85% de su peso a los 210 días de gestación (Saavedra y Col., 2011). En ese sentido el objetivo del presente trabajo fue el de determinar el tiempo de gestación de tipos de llama y alpaca del CEAC – BANCAMEL.

Materiales y métodos

El Banco Nacional de Germoplasma Camélidos (BANCAMEL) está localizado en el Centro Experimental Agropecuario Condoriri, dependiente de la Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias de la Universidad Técnica de Oruro, a 49 km. al noreste de la ciudad de Oruro. Geográficamente está comprendido entre los paralelos 17° 31' 41'', de latitud sud y 67° 14' 02'' de longitud oeste. Condoriri está ubicada a una altitud de 3830 msnm y tiene una superficie de 1610 hectáreas.

Para este trabajo se utilizaron los registros de nacimiento y empadre de las gestiones productivas 2007 al 2010 del ganado camélido del programa camélidos y del Banco Nacional de Germoplasma Camélidos (BANCAMEL).

Se realizó el control y registro de datos del nacimiento y empadre de llamas y alpacas siguiendo los siguientes pasos: Los datos que se registraron durante el nacimiento de la cría fueron: fecha y hora de nacimiento, datos de la madre (número de caravana, edad, color y tipo), datos de la cría (sexo, color, tipo y a las 24 horas post parto número de caravana correlativo y peso vivo). Los datos que se registraron al empadre fueron: fecha y hora, número de empadre,

tiempo de monta, datos del macho (número de caravana, sexo, edad, número de caravana, color de manto, tipo de llama o alpaca y peso vivo) datos de la hembra (número de caravana, sexo, edad, color de manto, tipo de llama o alpaca y peso vivo). El método de empadre utilizado en llamas y alpacas fue Monta Natural Controlada.

Para esta investigación se utilizaron los registros de empadre y nacimiento de las gestiones 2007 al 2010 del ganado camélido (llamas y alpacas) del proyecto BANCAMEL. Una vez tabulado el largo de gestación en días para 14 ecotipos de llamas de los cuales 5 corresponden al Tipo T'ampulli y 9 ecotipos al Tipo Q'ara y 4 Tipos de alpacas; los datos se agruparon según Razas y Tipos y se analizaron según medidas de tendencia central prescindiendo del año de nacimiento, la época de parición y la edad de la madre. El largo de la gestación se computó como la diferencia entre la fecha del empadre y la fecha de nacimiento.

Resultados y discusión

Tiempo de gestación en tipos de llama

El largo de gestación en días para 14 tipos de llama se documenta en la gráfica siguiente:

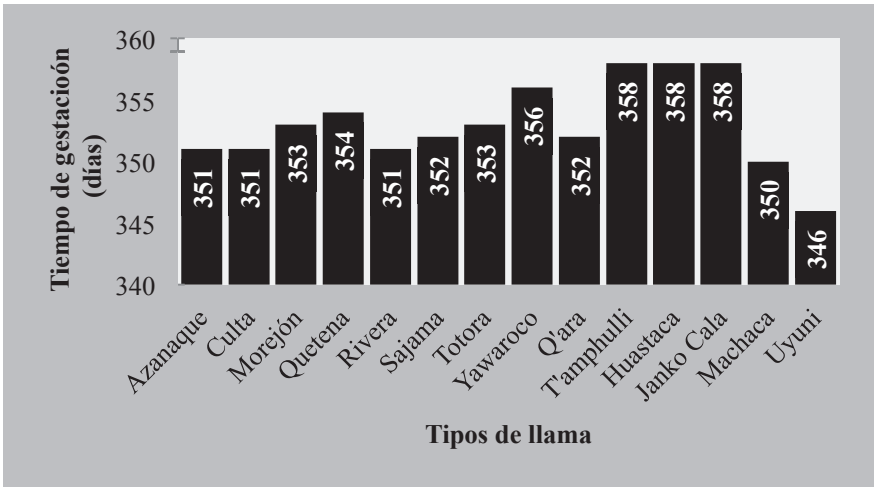


Grafico 1. Largo de gestación para tipos de llama del BANCAMEL

El gráfico muestra diferencias en el tiempo de gestación entre los diferentes fenotipos, los fenotipos con tendencia a la producción de fibra que agrupa a la raza/tipo T'amphulli, tipos Morejón, Quetena de Sur Lipez; Janko Cala, Yawaroco y Huastaca presentan mayor tiempo de gestación media de 355.8 ± 2.2 días con un rango de 353 a 358. En cambio, el largo de gestación para llamas del tipo Q'ara fue 350.7 ± 2.1 días dentro de un rango que varió entre 346 a 353 días. En general, fue evidente la tendencia de las llamas del tipo T'ampulli a mayores largos de gestación que llamas del Tipo Q'ara.

La tendencia observada puede ser explicada por diferencias, no analizadas, relacionados a año de nacimiento, época, edad de la madre y también posiblemente por el hecho de que las crías de llamas T'ampulli nacen en general con mayor peso, mayor desarrollo fisiológico y mayor cobertura de fibra que las crías de llamas Q'ara. Probablemente, la diferencia en Largo de la Gestación documentada tenga mayor relación con la mayor cobertura de fibra de las T'ampulli con relación a las crías de las Q'ara.

Tiempo de gestación por sexo en llamas Q'ara y T'amphulli

En el siguiente grafico observamos el tiempo de gestación por sexo en llamas de la raza/tipo Q'ara y T'amphulli:

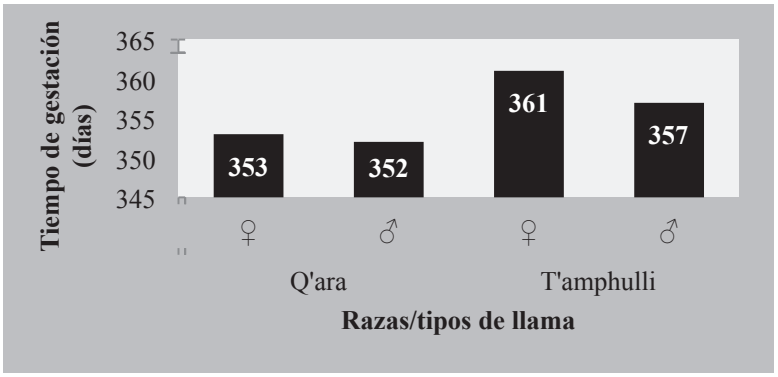


Grafico 2. Tiempo de gestación por sexo en llamas Q'ara y T'amphulli

El gráfico muestra el largo de la gestación con relación al sexo de las crías y conforme a lo esperado, el largo de la gestación tendió a ser mayor en crías hembras que en machos. En general las crías hembras fueron ligeramente más livianas que los machos, posiblemente este sea el motivo por el que los animales pesados estén menos tiempo en el vientre, lo mismo ocurre en otras especies como los vacunos, aunque la correlación entre peso al nacimiento y largo de la gestación es baja.

Tiempo de gestación de alpacas de la raza Huacaya y Suri

En el gráfico siguiente se ilustra el tiempo de gestación de las alpacas Huacaya y Suri:

Tiempo de gestación en alpacas Huacaya y Suri

El promedio general para largo de gestación en Alpacas del Banco de Camélidos BANCAMEL fue 343.4 ± 4.5 días, con alpacas de raza Suri con mayor largo de gestación que la Huacaya (350 contra 341 días). En ausencia de otra explicación, se postula que la diferencia puede estar asociada a que las crías de alpacas de raza Suri, por su condición corporal, su delicadeza y mayor prevalencia a enfermedades respiratorias y digestivas que las Huacaya requieren mayor tiempo de gestación, mayor cobertura de fibra al nacimiento tanto en largo como en ondulación, factores de supervivencia, que puede condicionar un mayor largo de gestación en aquellas con relación éstas.

Los promedios para largo de gestación de los Tipos Huacaya, Kellohauira, Sajama fueron: 340, 343 y 340 días, respectivamente. En cambio para Suri y la Ulla Ulla fue más variable con medias de 351 y 343 días, correspondientemente para el mismo criterio de evaluación. El menor tiempo de gestación igual 340 días se observó en alpacas Huacaya y en alpacas Sajama provenientes de la localidad de lagunillas ubicado a las faldas de la cumbre del Sajama departamento de Oruro.

Conclusiones

Es indudable la gran importancia que reviste conocer las interacciones nutrición y reproducción en Camélidos Sudamericanos. En Alpaca existen evidencias que señalan el inicio de la actividad reproductiva al año de edad; en llamas esta actividad se inicia cuando el animal bordea los dos años. Sin embargo para el inicio de la actividad reproductiva es necesario que la hembra alcance al menos dos tercios de su peso corporal adulto, lo cual implica que el factor nutricional es clave en la cría de camélidos en condiciones de pastoreo. Por otro lado, si bien es claro que la eficiencia reproductiva está influenciada por factores ambientales, los estudios en este campo son muy limitados y debe ser uno de los temas importantes en las investigaciones en Camélidos Sud-americanos. Esta relación nutrición y reproducción junto a la edad de la madre al parto, la localidad, la época del año puede también tener influencia en el Largo de la Gestación. Y, junto al anterior son temas que requieren de mayores y más detallados estudios incluyendo un mayor número de animales, localidades, edad de la madre, número

de parto, intervalo entre partos.

Los promedios para Largo de Gestación documentados muestran poca variación entre tipos definidos según la localidad de procedencia; pero criados y manejados fuera de su ecosistema de origen, el rango para esta factor en llama fue de 346 a 358 días con una media general de 352.7 ± 3.3 días. La media para la T'ampulli fue de 355.8±2.2 días siendo ligeramente mayor que la media de 350.7±2.1 días para la Q'ara.

El promedio de Largo de gestación en Alpaca fue 343.4 ± 4.5 días, con medias según tipos de: 350 días para la Suri, 340 para la Huacaya, 343 para el tipo Kellohauira 343 días, 340 para el Sajama y 343 para el tipo Ulla Ulla.

Referencias citadas

CHIRI, C. R. 2002. Producción de Camélidos Sudamericanos. FCAP – UTO. Oruro, Bolivia. 147 pág.

CHIRI, C. R. 2008. Catálogo de Camélidos. Primera Edición. Oruro, Bolivia. 40 pág.

SAAVEDRA, T. V. 2006. Peritos en Camélidos. Imprenta la Escolar. Oruro, Bolivia. 113 pág.

SAAVEDRA, T. V., BUSTOS, F. F., TORRICO, F. E. y GUTIERREZ, R. L. 2011. Manual de Producción en Camélidos. Impresiones EL SHADDAI. Oruro, Bolivia. 131 pág.

VALORACIÓN Y CONSERVACIÓN DE UNA RESERVA GENÉTICA LOCAL Y ORIGINAL DE CUYES

Elizabeth Rico Numbela
Centro MEJOCUY – Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba
E-mail de contacto: mejocuy@hotmail.com

Resumen

Bolivia al formar parte del centro de origen del cuy por medio del Centro MEJOCUY, ha desarrollado programas de acción sobre el manejo sostenible hacia la seguridad y soberanía alimentaria del país. Las actividades desarrolladas han logrado fortalecer la conservación y la utilización sostenible de los recursos genéticos locales de cuyes. Lo cual a través del tiempo se ha venido documentando logrando el establecimiento de un banco de datos y un programa de conservación de dos poblaciones locales: la población Nativa Boliviana y Variabilidad, como resultado de la recolección, valoración y conservación de una reserva genética local y original de cuyes del territorio nacional de acuerdo con los sistemas de producción sostenibles, que incluye la caracterización enfatizando la caracterización de los sistemas productivos asociados con la población objetivo, caracterización productiva, fenotípica, morfométrica y genética. La acción de mantener una reserva local, el manejo y utilización a lo largo del tiempo se ha basado en la planificación, concertación y ejecución de un programa interfacultativo universitario, tomando en cuenta que las decisiones sobre la conservación de los recursos genéticos no deben adoptarse de forma aislada sino como componente integrante de los planes nacionales de desarrollo y de los programas nacionales de conservación.

Palabras claves: Cuyes, reserva genética, conservación, variabilidad

Introducción

Valoración y conservación de poblaciones locales

A partir de 1987, en el Centro MEJOCUY de la Universidad Mayor de San Simón, se ha iniciado una serie de actividades para fortalecer la conservación y la utilización sostenible de los recursos genéticos locales de cuyes. Lo cual a través del tiempo se ha venido documentando logrando el establecimiento de un banco de datos y un programa de conservación de poblaciones locales resultado de la recolección, valoración y conservación de una reserva genética local y original de cuyes del territorio nacional.

La acción de mantener una reserva local, el manejo y utilización sostenible a lo largo del tiempo se ha basado en la planificación, concertación y ejecución de un programa interfacultativo universitario, tomando en cuenta que las decisiones sobre la conservación de los recursos genéticos no deben adoptarse de forma aislada sino como componente integrante de los planes nacionales de desarrollo y de los programas nacionales de conservación. Al respecto Campero (2013), manifiesta que en Bolivia, la Nueva Constitución Política del Estado aprobada el 2009, estableció una política de conservación, manejo y uso de los recursos genéticos nacionales. Política que emerge desde los mandatos de la conservación, catalogación, desarrollo y uso sostenible del patrimonio genético de Bolivia, competencias que actualmente se encuentran bajo el Ministerio del Desarrollo Rural y Tierras, el INIAF y de la Red del Sistema Nacional de Recursos Genéticos Nacionales, del cual es integrante el Centro MEJOCUY según indica la Ley 144.

Para la conservación de poblaciones locales se debe realizar un conjunto de acciones y políticas que aseguran la existencia continuada, la evolución y la disponibilidad de estos recursos para las generaciones actuales y futuras. Una reserva genética en sí mismo como la práctica de su conservación, son esencialmente dinámicos. Por consiguiente, la conservación de estos recursos contempla la preservación de genotipos o poblaciones de genes.

La finalidad del manejo sostenible es por lo tanto, mantener una reserva de cuyes locales que se pueda utilizar cuando sea necesario. Bolivia al formar parte del centro de origen del cuy por medio del Centro MEJOCUY, viene consolidando el manejo sostenible, con los siguientes objetivos:

- Desarrollar programas de acción sobre el manejo sostenible hacia la seguridad y soberanía alimentaria del país.
- Consolidar un banco de datos de recursos genéticos locales de acuerdo con los sistemas de producción sostenibles.
- Establecer poblaciones básicas de cuyes locales.

Materiales y métodos

El programa de conservación de germoplasma de cuyes nativos bolivianos se inició en 1987 para lo cual se procedió a realizar una colecta de una población básica de cuyes locales de diferentes medios ecológicos y crianza tradicional de un total de cinco departamentos del territorio nacional: Cochabamba, La Paz, Oruro, Potosí y Sucre, comprendiendo 30 localidades de diferentes pisos altitudinales que van desde 1930 a 4020 msnm. Con lo que se procedió a realizar el manejo y uso sostenible de los recursos en condiciones ex situ que incluyó la caracterización enfatizando la caracterización de los sistemas productivos asociados con la población objetivo, caracterización productiva, fenotípica, morfométrica y genética.

Los lineamientos generales con los cuales se ha partido para consolidar el Banco de Germoplasma de la especie *Cavia aperea f. porcellus* siguen las actividades detalladas a continuación:

a) Caracterización y clasificación de las poblaciones de cuyes para su inclusión en la base de datos del Centro MEJOCUY, así como su procedencia, identificación individual de cada animal y seguimiento de su performance.

b) En función de la clasificación de la población, el interés zootécnico y aptitud productiva de la misma, los programas se diferencian en programas de: conservación, selección y cruzamiento, los cuales incluyen los siguientes contenidos:

   - Descripción de los aspectos de rendimiento que conlleva el animal desde su nacimiento.
   - Los objetivos y criterios de selección, conservación o cruzamiento empleados en el plantel al cual corresponde.
   - Los criterios considerados para evitar la consanguinidad, pérdida de variabilidad genética, pérdida de animales o pérdida de caracteres productivos.
   - Los mecanismos de mejora genética para la utilización sostenible de la población o línea de cuyes de la cual se trata.
   - La evaluación genética se lleva a cabo considerando la información genealógica y fenotípica. Los resultados se expresan en forma de valores genéticos, en la documentación existente para cada población y/o línea.
   - Se obtienen datos de evaluación genética, aspectos de producción y de interés para el conocimiento del comportamiento general de las poblaciones y líneas de cuyes.
   - Los métodos estadísticos empleados, se han estandarizado considerando las características de la especie, la estructura de los empadres y el desarrollo poblacional obtenido en cada generación.

c) Control del rendimiento por línea y población en forma periódica y anualizada.

d) Valoración y evaluación genética de los reproductores.

e) Desarrollo de investigaciones en áreas afines de la cuyicultura: manejo, sanidad, nutrición y alimentación, etc.

f) Publicación de resultados.

g) Evaluaciones periódicas.

Rivas y Rico (2009)

Resultados y discusión

Consolidación de un banco de datos de recursos genéticos locales

Las investigaciones generadas en poblaciones locales de cuyes nativos han estado concentradas hacia la evaluación, el establecimiento, descripción fenotípica, determinación del perfil de rendimiento y determinación de parámetros genéticos. Consolidándose un Banco de Germoplasma, con dos poblaciones s de conservación de germoplasma nativo: Población Nativa Boliviana y

Población Variabilidad que permite conservar y emplear los recursos de acuerdo a sus potencialidades reales, para lo cual se cuenta con guías de caracterización, evaluación y determinación de parámetros genéticos y productivos. Los criterios de selección se mencionan a continuación:

Cuadro 1. Criterios de selección para el empadre en el Programa de Conservación

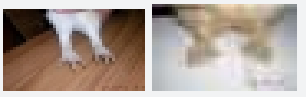
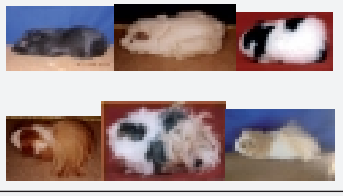
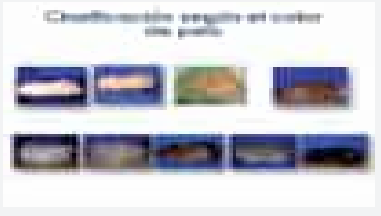
Población	Selección en machos	Selección en hembras
Nativa boliviana	Selección aleatoria	Sin parentesco con el macho de la poza de empadre.
Variabilidad Fenotípica	Tipo y color de pelaje	Tipo y color de pelaje según el macho

Fuente: Rico, E.; Rivas C. (2014)

Caracterización fenotípica en poblaciones nativas

La Población Nativa Boliviana es una fuente de conservación del germoplasma nativo, son cuyes resistentes a enfermedades, de gran adaptación, rusticidad en condiciones adversas y útiles para futuros planes de mejora, es un plantel que presenta características fenotípicas peculiares:

Cuadro 2. Características fenotípicas

Variable	Características	
Tipo de cuerpo	Anguloso (100 %), alargado de poca profundidad y desarrollo muscular.	
Tipo de orejas	Erectas (95 %),pequeñas	
Combinación de colores	2 colores (68 %), Entero (30 %) y 3 colores (2 %)	
Cabeza	Triangular, alargada y angulosa	
Hocico	Prolongado	
Ojos	Negros (99 %)	
Roseta	Sin roseta (99 %)	
Número de dedos	Miembros anteriores 4.33 Miembros posteriores 3.28	
Según el tipo de pelo	T1: Lacio, T2: Crespo, T3:Erizado, T4: L. largo T5: Crespo largo T6: Erizado largo	
Según el color de pelo	Blanco, bayo, alazán: claro y oscuro, lila: claro y oscuro, agutí, plomo y negro	

Perfil de rendimiento de la población nativa boliviana

El manejo de la población Nativa Boliviana, contempla aspectos de rendimiento productivo, medida a través de índices que indican el rendimiento de acuerdo a los diferentes parámetros cuantificables a través de generaciones. Aramburo (1998), determinó que la curva de crecimiento muestra dos etapas: la primera con crecimiento lineal, que va del nacimiento a los 84 días de edad y la segunda con crecimiento constante, de los 84 a los 154 días de edad. El cese de crecimiento óseo ocurre a los 154 días, cuando el cartílago de la lámina epifiaria ocupa el 2% del fémur.

Aramayo (2006), ha determinado que a través de cinco generaciones de conservación (1998-2002), el tamaño de camada no sufre depresión endogámica alguna. Los índices de producción se presentan en el Cuadro 3:

Cuadro 3. Índices de producción de la población Nativa Boliviana

Índices de producción	Valor	Autor
Madurez sexual en machos	60 días	Alba, R. (1990)
Madurez sexual en hembras	73 días	Orellana, H. (1991)
Periodo de gestación	67 días	MEJOCUY (1988)
Fertilidad	100 %	MEJOCUY (2004)
Ciclo estral	18 días	Orellana H. (1991)
Crecimiento lineal Crecimiento constante	Nac -84 días 84 – 154 días	Aramburo N. (1998)
Aprovechamiento del celo posparto	74.7 %	Camargo y Gossweiler (2000)
Intervalo entre partos	73.8 días	Rico E. y Rivas C. (2013)
Tamaño de camada	4,4 crías/parto	Rico E. y Rivas C. (2013)
Peso camada nacimiento	449,2 g	Rico E. y Rivas C. (2013)
Consumo de alimento	35.1 g/M.S.	Loma, K. (2001)
Incremento de peso	7,2 g/día	Rico E. y Rivas C. (2013)
Conversión alimenticia (alimento básico)	11.5	Trujillo, J. (1992)
Conversión alimenticia alimento mixto	7.3	Loma, K. (2001)

El índice de fertilidad, lo largo de 27 generaciones de conservación refleja que los cuyes presentan tal grado de rusticidad, que pese a la variación de las condiciones medioambientales logran un 100 % de tasa de parición. La población nativa, presenta bastante homogeneidad para los caracteres de rendimiento reproductivo, los cuales muestran una tendencia a mantener los valores tamaño de camada e intervalo entre partos relativamente constantes en cada ciclo, lo cual se atribuye al hecho que es un plantel de cuyes propios de la región por tanto adaptados a las variaciones climáticas.

Conclusiones

El Centro MEJOCUY, cuenta con un banco de germoplasma que permite conservar *in vivo*, la variabilidad genética y fenotípica de dos poblaciones: Nativa Boliviana y Variabilidad, como resultado de la recolección, valoración y conservación de una reserva genética local y original de cuyes del territorio nacional.

La Población Nativa Boliviana es una fuente de conservación del germoplasma nativo, son cuyes resistentes a enfermedades, de gran adaptación, rusticidad en condiciones adversas y útiles para futuros planes de mejora, es un plantel que presenta características fenotípicas peculiares.

Los recursos genéticos de cuyes locales, se deben mantener para contrarrestar los cambios climáticos, la presencia de nuevas enfermedades o modificaciones en el mercado; por consiguiente,

representan un factor que disminuye los riesgos de la pérdida de alimentos.

Referencias citadas

ARAMAYO, C. 2006. Depresión endogámica en las poblaciones mejocuy, Tamborada y nativa Bolivia del proyecto MEJOCUY, Tesis Lic. Bio., facultad de Ciencias y tecnología, Cochabamba – Bolivia. 54p.

ARAMBURO, N. 1998. Análisis de crecimiento del cuy nativo boliviano Cavia aperea porcellus. Tesis Lic. Bio. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia. Pp. 39- 58

Campero, J. 2013. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y forestal (INIAF). Propuesta de reglamento de conservación, manejo y uso de germoplasma en Bolivia. La Paz , Bolivia. 36 p.

Cundiff, L.V. 2000. Evaluación y utilización de razas de ganado bovino europeas y cebuinas para producción de carne. En: Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios A.C., editores. Ciclo de Conferencias sobre Evaluación, Comercialización y Mejoramiento Genético. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México: Consejo Nacional de los Recursos Genéticos Pecuarios A.C.; p. 44-60.

Hammond, K. 1994. Conservation of Domestic Animal Diversity: Global Overview. In: Smith C, Gavora JS, Benkel B, Chesnais J, Fairfull W, Gibson JP, Kennedy BW, Burnside EB, editors. Proceedings of the World Congress on Genetics Applied to Livestock Production. Vol. 21. Guelph, Ontario, Canada: University of Guelph; p. 610.

Hodges, J. 1990. Animal genetic resources. Impact Sci Soc; 158:143-53.

Rico, E. y Rivas C. 2003 – 2014. MEJOCUY. Informe Técnico Científico Gestión 2002 - 2013. Bolivia: Proyecto de Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy en Bolivia MEJOCUY. UMSS. Cochabamba – Bolivia.

Rivas, C. y Rico, E. 2009. Plan de conservación, manejo sostenible y mejora genética de cuyes en Bolivia. Proyecto ASDI – DICyT 15/27 UMSS- Centro MEJOCUY: p. 19- 21.

Rico, E. y Rivas, C. 2013. Conservación y manejo de recursos genéticos para la seguridad y soberanía alimentaria de Bolivia. "Conservación de poblaciones nativas de cuyes". Revista científica de investigación. Año 1. Número 2, volumen 1, gestión 2013. La Paz - Bolivia: p. 49- 56.

LA GANADERÍA DEL BENI Y LA CALIDAD DE LOS PASTOS NATIVOS Vs. LOS PASTOS INTRODUCIDOS

Carlos Montaño[1]
[1]Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma del Beni
Docente Investigador, Centro de Mejoramiento de Ganado Bovino del Beni
E mail: moncar217@gmail.com

Resumen

Se describe aspectos generales sobre la ganaderia del Beni, describiendo las especies mas importantes en la sabana estacional inundable beniana, su valor forrajero y nutritivo, comparando con pastos introducidos, en especial del género Brachiaria. Presenta resultados de trabajos del Centro Nacional de Mejoramiento de Ganado Bovino del Beni y una amplia revisión sobre condiciones climáticas, edáficas y formaciones vegetales. Se destaca las cualidades de los pastos naturales ya aque constituyen la principal fuente forrajera con la cual la economia departamental ya que basa su desarrollo en la explotación de ganado de carne.

1. Introducción

El departamento del Beni tiene en la actividad ganadera, su principal fuente económica productiva. Es a partir del siglo XVII que la ganadería vacuna de carne es introducida al Beni por las misiones jesuiticas.

Al momento y desde sus inicios, esta ganadería fue de tipo extensiva, ocupando la sabana natural con su gran diversidad de pastos naturales, para la producción de carne. La Encuesta agropecuaria ENA 2008 estableció que el numero de bovinos en el territorio nacional y para el departamento del Beni estima que la poblacion es superior a 3.3 millones de cabezas. El Cuadro 1 presenta la población de bovinos en el Departamento Beni y su relación con el total nacional.

Cuadro1. Poblacion nacional y departamental de bovinos al 2008

	Total	Machos	hembras	Menores a 1 año	De 1 a 2 años	Mayores a 2 años
Bolivia	7.786.802	2.550.745	5.236.057	1.667.628	2.580.118	3.280.327
Beni	3.310.316	874.664	2.435.652	678.670	1.287.943	1.309.851
Porcentaje	42.51	34.29	46.52	40.70	49.92	39.93

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2010). (p): Preliminar

Por su parte, Sauma (2004), citando a Beck, indica que en el Beni se tiene 110,426 km^2 con vegetación de pastos y/o arbustos. De esa superficie, un 81% (casi 90,000 km^2) corresponde a la sabana inundable con pastos y arbustos y un 12% (13,000 km^2) a bajíos profundos y poco profundos, escenarios donde crece la pastura nativa del Beni.

Bajo este marco, la producción extensiva de carne es prácticamente el único sistema posible de producción de rumiantes en las sabanas estacionalmente inundadas del Departamento del Beni. Por otra parte, la tenencia de la tierra en la región se caracteriza por grandes establecimientos privados, frecuentemente de varios miles de hectáreas. Los establecimientos medianos oscilan entre 2,000 y 4,000 ha. Entre Beni, Pando y Santa Cruz, se estima que se desarrolla el 70% de la población ganadera de Bolivia.

2. El CNMGB y su trabajo en pasturas naturales

En el contexto antes descrito, el Centro Nacional de Mejoramiento de Ganado Bovino (CNMGB) del Beni, de la Universidad Autónoma "José Ballivián", con la finalidad de aumentar la velocidad de ganancia

diaria de peso en bovinos, ha establecido la técnica de pastoreo racional en pasturas de braquiarias. A través de esta técnica, durante los últimos años, se ha conseguido ganancias promedio de 549 g/día en pruebas de ganancia de peso a pasto de 280 días de duración con animales Nelore, que han ingresado a las pruebas con 8 a 10 meses de edad (después del destete). Esta ganancia de peso permite que los bovinos alcancen el peso de faeneo (440 kg de peso vivo) a la edad de 24 meses. Este aumento en la velocidad de ganancia de peso, significa un aumento del casi 100%, comparado con el sistema tradicional extensivo que se usa en el Beni (Kohler, 2007).

A la hora de aplicar un sistema de pastoreo mejorado, se debe considerar que el nuevo sistema, aparte de aumentar el rendimiento animal, debe ser sustentable, es decir que no degrade el ecosistema; por lo que se debe tener cuidado en la aplicación de nuevas técnicas, respetando la fisiología vegetal para aumentar productividad en las pampas del Beni.

El sistema del pastoreo racional, consiste en proporcionar el alimento necesario a los animales en cantidad suficiente y calidad. En el CNMGB, los potreros tienen superficie de 10 hectáreas y están sub-divididos en dos hectáreas con cerca eléctrica, el tiempo de ocupación es de 2 a 3 días con un periodo de descanso de 30 días en la época lluviosa. En la época seca el tiempo de ocupación es de 1 a 2 días y el periodo de descanso es de 45 a 60, dependiendo de la especie. El CNMGB-Beni, con la finalidad de ir conociendo los diferentes factores envueltos en el manejo de pasturas nativas, ha desarrollado algunas investigaciones en esta área, tanto en potreros con pastos nativos en el propio CNMGB en Trinidad y en algunas estancias próximas a San Ramón y San Joaquín en la provincia Mamoré.

3. Producción y calidad de los pastos nativos de la sabana beniana

En base a trabajos realizados en San Ramón, San Joaquín y en Trinidad (Cuadro 2) por el CNMGB en los años 2003 y 2005, se puede afirmar que la calidad (valor nutritivo) de los pastos nativos, es similar y en algunos casos superior a los pastos introducidos o cultivados, en especial a las especies de *Brachiaria* (Cuadro 2 y 3).

Sin embargo, la cantidad producida en base seca por hectárea por año, en las pampas ocupadas con pastos nativos, es 3 a 4 veces menor que los pastos introducidos, de ahí su menor capacidad de carga: 0.3 a 0.5 UA/ha/año (UnidadesAnimal por hectárea por año) frente a 1.0 a 1.3 UA/ha/año en pastos cultivados o introducidos (se considera 1 U.A=400 kg de peso vivo, Kohler, 2007).

De acuerdo con el trabajo del CNMGB, en la provincia Mamoré, se ha medido que la producción anual de la pradera nativa, en 3 diferentes unidades de paisaje o fitofisionomías, es de alrededor de 4,600 kgMS/ha/año. Los rendimientos totales de la pradera nativa en la provincia Mamoré, no son muy bajos cuando son comparados con los rendimientos de los potreros con pastos introducidos o cultivados (*Brachiaria*, principalmente); pero se debe considerar que no todo el pasto que produce la pradera nativa, va a ser consumido por el ganado, ya que estos tienen preferencia por algunos pastos. Por tal motivo, para calcular la capacidad de carga animal, se debe tomar en cuenta solo la producción de los pastos mayormente consumidos por el ganado (Kohler, 2007).

Cuadro 2. Producción de materia seca (MS); Nutrientes Digestibles Totales (NDT); Proteína Bruta (PB), Fibra Bruta (FB) y Ceniza (CC) de las principales especies forrajeras nativas de potreros de investigación en el CNMGB – Beni

Especies nativas	MS (t/ha/año)	NDT (%)	PB (%)	FB (%)	CC (%)
Leersia hexandra (arrocillo)	4.5	60.1	13.1	28.6	11.6
Leguminosas	1.7	61.9	17.2	33.3	7.1
Paspalum virgatum (paja toruna)	8.0	55.0	7.9	35.3	7.3
Cyperaceas	1.3	58.7	11.4	29.7	9.9
Otros gramíneas	7.4	56.9	9.2	29.9	7.7

Fuente: CNMGB - Beni (2005).

Cuadro 3. Valores de proteína bruta o cruda, fibra cruda, macro y microelementos en tres especies de Brachiaria estudiadas en el CNMGB-Beni

Gramíneas forrajeras	Contenido en % en base seca (a 105 °C)			NDT (%)	Macroelementos (%)					Microelementos (mg/kg)			
	Proteína cruda	Fibra cruda	Ceniza cruda		Ca	P	Mg	K	Na	Fe	Mn	Zn	Cu
Brachiaria decumbens	9.6	25.6	8.1	57.1	0.3	0.3	0.5	0.6	0.01	162.0	327.4	22.1	4.3
Brachiaria humidicola	8.3	29.7	6.7	55.2	0.2	0.2	0.3	0.9	1.0	200.4	229.9	27.5	5.7
Pasto tangola	9.0	25.4	8.1	54.1	0.2	0.2	0.2	1.4	0.4	225.4	216.8	29.4	6.7

Fuente: CNMGB - Beni (2003).

Según las tablas de la NRC (USA, 2004), una vaca con cría con un peso promedio de 400 kg de peso vivo, para mantener su peso necesita ingerir diariamente 9.3 kg de materia seca con 9.2% de proteína bruta y 57% de Nutrientes Digestibles Totales, parámetros que se consiguen con la pastura predominante en las sabanas del Beni.

4. Principales especies nativas para la ganadería beniana

Diversos autores han identificado las principales especies forrajeras nativas para las sabanas del Beni. Así, el Cuadro 4 detalla los principales géneros y especies predominantes en la eco región de sabana parcial y estacionalmente inundada, eco región propia donde la ganadería beniana se desarrolla.

Finalmente, Beck y Sanjinés (2006) destacan 96 especies de pastos nativos principales en la sabana húmeda beniana a lo largo del río Yacuma, entre Santa Rosa y Santa Ana de Yacuma, agrupados en Gramíneas; Graminoides; Hierbas acuáticas; Hierbas y subarbustos; Arbustos y árboles; Lianas – Bejucos. El listado completo se presenta en el Cuadro 7 y detalla, en la columna de observaciones, las cualidades forrajeras de cada especie o si acaso éstas no tienen esta relevancia y por el contrario son perjudiciales desde el punto de vista nutricional

Cuadro 4. Comunidades vegetales y principales géneros y especies encontrados en las sabanas estacionalmente inundadas del Beni, para la producción de rumiantes

Eco-región	Comunidad vegetal (nombres locales)	Géneros y especies característicos
Sabana parcial y estacionalmente inundadas	Bajios	*Leersia hexandra, Luziola peruviana, Paspalum acuminatum, Eleocharis acutangula*
	Curiches	*Hymenachne amplexicaulis, Leersia hexandra, Cyperus giganteus, Eichornia azurea*
	Sartamejales	*Paspalum, Eleusine*
	Alturas	*Sporobolus indicus, Paspalum plicatulum, Eleusine tristachya, Axonopus compressus, Desmodium spp., Centrosema spp.*
	Semi-alturas	*Paspalum virgatum, P. stellatum, Panicum laxum, Erichloa punctata*

Adaptado de Alzérreca, 1985, 1992; Beck, 1998 citado por Morales y Abasto, 1999; Quiroga, 1992.

Cuadro 5. Principales "pastos" nativos de la sabana del Beni, ordenados por forma de vida

Nombre común	Familia	Nombre científico	Observaciones
GRAMÍNEAS (POÁCEA – GRAMÍNEA / POACEAE – GRAMINEAE)			
cañuela morada	Poaceae	*Acroceras zizanioides*	Forrajera de mediana a alta palatabilidad
cola de ciervo	Poaceae	*Andropogon bicornis*	Maleza agresiva, baja palatabilidad.
paja carona	Poaceae	*Andropogon leucostachyus*	Forrajera de baja palatabilidad
pasto alfombra	Poaceae	*Axonopus compressus*	Forrajera natural y cultivada, alta palatabilidad
	Poaceae	*Axonopus fissifolius*	De mediana palatabilidad cuando esta tierna
bremura, pasto bermuda	Poaceae	*Cynodon dactylon*	Forrajera de mediana palatabilidad
pasto alemán, cañuela morada	Poaceae	*Echinochloa polystachya*	Forrajera natural y cultivada, mediana a alta palatabilidad
pata de gallo	Poaceae	*Eleusine tristachya*	Forrajera de mediana palatabilidad
	Poaceae	*Eragrostis acutiflora*	Forrajera de baja a mediana palatabilidad
Arrocillo	Poaceae	*Eriochloa punctata*	Forrajera poco frecuente, alta palatabilidad
	Poaceae	*Hemarthria altissima*	Forrajera naturalizada de alta palatabilidad
cañuela morada	Poaceae	*Hymenachne amplexicaulis*	Forrajera común de alta palatabilidad
cañuela morada	Poaceae	*Hymenachne donacifolia*	Forrajera de baja palatabilidad
Sujo	Poaceae	*Imperata tenuis*	Invasora común de campos de pastoreo
Arrocillo	Poaceae	*Leersia hexandra*	Forrajera de alta palatabilidad
Arrocillo	Poaceae	*Leptochloa uninervia*	Forrajera de baja palatabilidad
cañuela blanca	Poaceae	*Luziola peruviana*	Forrajera de alta palatabilidad
Arrocillo	Poaceae	*Luziola subintegra*	Forrajera de alta palatabilidad
	Poaceae	*Panicum dichotomiflorum*	Forrajera de baja palatabilidad
	Poaceae	*Panicum hians*	Forrajera de mediana palatabilidad

Conclusiones

Los esfuerzos dedicados a seleccionar germoplasma de gramíneas y leguminosas adaptadas a los suelos ácidos encontrados en las sabanas y las selvas tropicales húmedas, revelan que *Stylosanthes capitata* y *S. guianensis* , *Pueraria phaseoloides*, *D. ovalifolium*, son entre otras, adecuadas para estos ecosistemas, con *Arachis pintoi* que es compatible con gramíneas agresivas y estoloníferas y muy persistente bajo fuerte pastoreo. Su incorporación en callejones en la sabana nativa puede mejorar el valor nutritivo de la pradera nativa significativamente ademas de incorporar nitrógeno atmósferico al sistema planta-suelo

Bajo condiciones de sabanas, el engorde de novillos es posible. La velocidad de crecimiento de torillos

anelorados de 18 a 24 meses de edad fue valorada por Gutiérrez (2001) en la Estancia Dolores durante los meses de junio a octubre del 2006, la prueba biológica tuvo una duración de 118 días y la velocidad media de ganancia de masa corporal fue de 0.543 kg por día, demostrando la posibilidad de reducir la edad de faenado en 12 meses.

La producción media anual de materia seca con forrajeras introducidas incluso con las del género Brachyaria puede ser mayor a 10.9 tn con un contenido de 8.57 % de proteína bruta y contenidos de fósforo y calcio de 0.21 y 0.24 %, respectivamente. Estos éxitos iniciales en el desarrollo de estas pasturas pueden determinar la transición de varios de los sistemas de cría hacia sistemas de doble propósito y/o de producción de leche.

Referencias citadas

Alzérreca, H. 1985. Campos naturales de pastoreo de Bolivia. En: Mesa Redonda sobre la Promoción del Manejo de las Praderas Nativas de Sud América. O. Paladines, ed., Santiago, Chile. No publicado.

Alzérreca, H. 1992. Overview of small ruminant research in the Bolivian Andean zone. In: Sustainable Crop-Livestock Systems for the Bolivian Highlands, Proceedings of an SR-CRSP Workshop, C. Valdivia, ed. Columbia: University of Missouri.

Alzérreca, H. 2006. Campos Nativos de Pastoreo de Bolivia (CANAPAS). En: CANAPAS y Pasturas de los Andes de Bolivia: Investigaciones realizadas por REPAAN, IBTA y CIF. Alzérreca, A., Delgadillo, J., Meneses, R. (eds.). REPAAN – IBTA – CIF. CD. Cochabamba, Bolivia.

Beck, S., Sanjinés, A. 2006. Guía ilustrada de los pastos nativos de la sabana húmeda del Beni. Provincias Ballivián – Yacuma. Herbario Nacional de Bolivia (Universidad Mayor de San Andrés) y Estancias Espiritu (eds.) 159 p.

Cochrane, T., Sánchez, L., de Azevedo, L., Porras, J., Garver,C. 1985. Land in Tropical America. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia; EMBRAPA-CPAC. Planaltina, D.F., Brasil.

Instituto Nacional de Estadística (INE). En línea. Disponible en: www.ine.org Consultado el 27 de mayo de 2010.

Kohler, R. Montaño, C. Yepez D. 2007. Manejo del pastoreo en praderas nativas en la provincia Mamoré-Beni. Informe presentado por el CNMGB - BENI a la fundación Trópico Húmedo (FDTH). Montero (Santa Cruz), Bolivia.

Morales, S., Abasto, P. 1999. Desarrollo de un sistema de apoyo a la toma de decisiones de manejo para la ganadería del Beni, Bolivia. No publicado.

NRC. 2004. National Research Council. Tablas de Requerimientos Nutricionales para Bovinos, USA.

Quiroga, J. 1992. Agroecological characterization of the Bolivian Altiplano. In: Sustainable Crop-Livestock Systems for the Bolivian Highlands, Proceedings of an SR-CRSP Workshop, C. Valdivia, ed. Columbia: University of Missouri.

Sauma, G. 2004. Manejo de pasturas nativas y cultivadas en el Beni. En: Ruiz, D., Barba, R., Oller, V. (eds.). Memoria 7ma. Reunión Boliviana de Rhizobiología y Leguminosas. pp. 145

152. Trinidad, Beni, 15 al 17 de septiembre de 2004. Asociación Boliviana de Rhizbiología y leguminosas (ABRYL). Trinidad, Beni. 240 p.

Vera, R. 1999. Grassland and pasture crops. Country pasture/Forage Resource Profiles/Bolivia. FAO. En línea. Disponible en: http://apps.fao.org. Consultado el 27 de mayo de 2010.

ANÁLISIS DEL ADN MITOCONDRIAL EN POBLACIONES DE LLAMAS, ALPACAS Y VICUÑAS: UNA CONTRIBUCIÓN A LA FILOGENIA DE LOS CAMÉLIDOS SUDAMERICANOS

Autores: Barreta, Julia[1,2]; Gutiérrez-Gil, Beatriz[1]; Iñiguez, Volga[2]; Saavedra, Vladimir[3]; Chiri, Roberto[3]; Latorre, E[4] y Arranz, Juan. J.[1]

Institución: [1]Departamento de Producción Animal, Facultad de Veterinaria, Universidad de León, 24071, León, España. [2]Instituto de Biología Molecular y Biotecnología, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), La Paz, Bolivia. [3]Centro Experimental Agropecuario Condoriri, Facultad de Ciencias Agrarias y Veterinarias, Universidad Técnica de Oruro, Oruro, Bolivia, BANCAMEL-INIAF, Oruro, Bolivia. [4]INIA, Centro Experimental Kampenaike, Angamos 34, Punta Arenas, Chile.

E-MAIL**: jbarretapinto@yahoo.com**

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la diversidad del ADN mitocondrial de poblaciones de camélidos sudamericanos en Bolivia para dar una luz sobre las relaciones filogenéticas entre los camélidos de Bolivia y otras poblaciones de camélidos en Sudamérica. Se analizó dos diferentes regiones del ADN mitocondrial: una región completa del *citocromo b* y una región de 513 pb de la *región control*. La población analizada consta de llamas, alpacas y vicuñas de Bolivia y una población de guanacos de Chile. En general, se obtuvieron altos niveles de diversidad genética con ambos marcadores, el *citocromo b* fue más variable que la *región control*. A nivel de especies, las vicuñas mostraron los más bajos niveles de diversidad genética, seguido de los guanacos, alpacas y llamas. Los análisis filogenéticos realizados incluyeron secuencias disponibles del ADN mitocondrial de las especies estudiadas que confirmaron la existencia de dos clados monofiléticos (G) de guanacos y (V) de vicuñas previamente descritos por otros autores. Niveles significantes de hibridación del ADN mitocondrial se encontraron entre las especies domésticas. En el clado G se observo que algunas llamas de Bolivia fueron agrupadas con la mayoría de los guanacos del Sur. Estos hallazgos apoyan la existencia de que en Sudamérica existe más que un centro de domesticación previamente sugerido en base a evidencias arqueozoológicas. Adicionalmente, los análisis de las secuencias de la región control revelan dos nuevas líneas matrilineales que son distintas de las previamente reportadas. Los resultados presentados aquí, representan el primer reporte sobre la estructura y variabilidad genética a nivel mitocondrial de los camélidos en Bolivia y han ayudado a elucidar sobre el complejo y dinámico proceso de domesticación de las poblaciones de camélidos sudamericanos.

Palabras clave: *domesticación, hibridación, ADN mitocondrial, diversidad poblacional, camélidos sudamericanos*

Introducción

El estudio de los camélidos sudamericanos en los últimos años representa un área de gran interés como recurso genético, debido a su importante valor económico en el sustento de numerosas familias productoras de escasos recursos económicos en los países andinos como Perú, Bolivia, Chile, Argentina incluido Ecuador. En este trabajo nos propusimos proporcionar la información genética básica para obtener una línea base que puede servir para una estrategia de gestión y manejo adecuados, así como proporcionar los datos genéticos imprescindibles para conocer la historia evolutiva reciente de llamas, alpacas y vicuñas en Bolivia y de guanacos de la Patagonia chilena.

De esta manera, este estudio ha sido enfocado en la evaluación de la identidad genética de las especies y el estudio de sus niveles de variabilidad genética. Además hemos evaluado por análisis filogenéticos el dinámico proceso de domesticación de los camélidos sudamericanos.

Material y métodos

Para ello se han obtenido un amplio número de muestras en casi la totalidad de los rangos de distribución de las especies más representadas en este país: llamas y alpacas y de importantes áreas de manejo en vicuñas y guanacos de Bolivia y Chile. Se han analizado genéticamente dos fragmentos de ADN mitocondrial: *citocromo b* (1200pb) y región control (513pb).

Resultados y discusión

Se ha comprobado la existencia de haplotipos de ADN característicos para guanacos y vicuñas confirmando la existencia de dos clados monofiléticos G y V descritos anteriormente por otros autores. En general, altos niveles de diversidad genética a nivel mitocondrial fueron observados en las poblaciones de las cuatro especies de camélidos estudiados. Las vicuñas mostraron la menor variabilidad genética, seguido por los guanacos, alpacas y llamas. Se observaron también altos niveles de hibridación entre las especies domésticas. La presencia de haplotipos de guanacos del sur agrupados con algunas llamas sugiere otros orígenes evolutivos o centros de domesticación distintos a los hasta ahora conocidos. Esto fue apoyado por evidencias arqueozoológicas encontradas por otros autores en regiones al norte de Chile y Argentina. Además se describieron dos nuevas líneas matrilineales diferentes a las ya conocidas de vicuña y guanaco. Este interesante fenómeno evolutivo requiere sin embargo, profundizar los análisis moleculares y extender los comparativos a otras poblaciones de camélidos sudamericanos.

Referencias citadas

Alter E. & Palumbi S. (2009) Comparing evolutionary patterns and variability in the mitochondrial Control Region and Cythocrome b in three species of Baleen Whales. Journal of Molecular Evolution 68, 97–111.

Bandelt H.-J., Forster P. & Ro¨hl A. (1999) Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies. Molecular Biology and Evolution 16, 37–48.

Cuellar E., Jammes L., Castro G. & Segundo J. (2002) Current status of the Guanaco Lama guanicoe voglii in the Bolivian Chaco. Technical Report 69. Proyecto Kaa-Iya, Santa Cruz, Bolivia.

Di Rocco F., Parisi G., Zambelli A. & Vida-Rioja L. (2006) Rapid evolution of cytochrome c oxidase subunit II in camelids (Tylopoda, Camelidae). Journal of Bioenergetics and Biomembranes 38, 293–8.

Doyle J.J. & Doyle J.L. (1987) A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochemical Bulletin19,11–5.

Excoffier L., Smouse P.E. & Quattro J.M. (1992) Analysis of molecular variance inferred from metric distances among DNA haplotypes: application to human mitochondrial DNA restriction data. Genetics 131, 479–91.

Excoffier L., Laval G. & Schneider S. (2005) Arlequin ver.3.0: an integrated software package for population genetics data analysis. Evolutionary Bioinformatics Online 1, 47–50.

FAO (2005) Situacio´n actual de los came´lidos sudamericanos en Bolivia. http://www.cites.org/eng/cop/14/prop/E14-P08.pdf.

Gonza´lez J. (2002) Etologı´a de came´lidos y arte rupestre de la Subregio´n rı´o Salado (norte de Chile, II Regio´n). Estudios Atacameños 23, 23–32.

Gonza´lez B.A., Palma R., Zapata B. & Marı´n J.C. (2006) Taxonomic and biogeographical status of guanaco Lama guanicoe (Artio- dactyla, Camelidae). Mammal Review 36, 157–78.

Grosjean M., Nu´n˜ ez L., Cartajena I. & Messerli B. (1997) Mid-Holocene climate and culture change in the Atacama desert, northern Chile. Quaternary Research 48, 239–46.

Hemmer H. (1990) Domestication: The Decline of Environmental Appreciation, 2nd edn, pp. 217. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Joshi M., Rout P., Mandal A., Tyler-Smith C., Singh L. & ThangarajK. (2004) Phylogeography and origin of indian domestic goats. Molecular Biology and Evolution 21, 454–62.

Kadwell M., Ferna´ndez M., Stanley H.F., Baldi R., Wheeler J.C. & Rosadio R. (2001) Genetic analysis reveals the wild ancestors of the llama and alpaca. Proceedings of the Royal Society

268, 2575–84.

Larson G., Dobney K., Albarella U. et al. (2005) Worldwide phylogeography of wild boar reveals multiple centres of pig domestication. Science 307, 1618–21.

MACA (2003) Ministerio de Agricultura Ganaderı´a y Desarrollo Rural. La Paz, Bolivia.

Marin J.C., Casey C.S., Kadwell M. et al. (2007a) Mitochondrial phylogeography and demographic history of the vicuña: implications for conservation. Heredity 99, 70–80.

Marin J.C., Zapata B., Gonza´lez B.A. et al. (2007b) Sistemática, taxonomía y domesticación de alpacas y llamas: nueva evidencia cromoso´mica y molecular. Revista Chilena de Historia Natural 80, 121–40.

Marinn J.C., Spotorno A.E., González B.A., Bonacic C., Wheeler J.C., Casey C.S., Bruford M.W., Palma R.E. & Poulin E. (2008) Mitochondrial DNA variation and systematics of the guanaco (Lama guanicoe, Artiodactyla: Camelidae). Journal of Mammalogy 89, 269–81.

Meadows J., Cemal I., Karaca O., Gootwine E. & Kijas J. (2007) Five ovine mitochondrial Lineages identified from sheep breeds of the near east. Genetics 3, 1371–9.

Mengoni Gon˜ alons G.L. (2008) Camelids in ancient Andean societies: a review of the zooarchaeological evidence. Quaternary International 185, 59–68.

Agradecimientos

Agradecemos profundamente el apoyo financiero de los Proyectos AECID A/010497/07 y A/017114/08. La beca de doctorado de MAE-AECID (Agencia de Cooperación Internacional Española) otorgada a Julia Barreta, asimismo el apoyo de SIDA (Agencia de Cooperación Sueca. El apoyo logístico de ILCA (Instituto de Lengua Aymara). Finalmente agradecemos a todas las personas que apoyaron en la discusión y provisión de información a este estudio en Bolivia: Denise Arnold, Ramiro Colque, Carlos Coello, Manuel Ruiz, Luis Iñiguez y Tito Rodríguez.

INIAF
Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal



Congreso Nacional

Recursos de Microorganismos

EXPLORACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD MICROBIANA EN AMBIENTES SALINOS DE BOLIVIA Y SUS POTENCIALES APLICACIONES

Daniel Guzmán
Centro de Biotecnología, Facultad de Ciencias y Tecnología,
Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia
Teléfono/Fax: 4542895
Email: danielguzman.d@fcyt.umss.edu.bo

Resumen

Bolivia es uno de los países más ricos en biodiversidad gracias a los diferentes ecosistemas que se pueden encontrar en nuestro territorio, fruto de esta gran riqueza en nuestro país se puede encontrar entre el 35 y 45% de toda la diversidad biológica mundial colocando a Bolivia dentro de los 10 países más ricos del mundo en diversidad Biológica. Actualmente nuestro país cuenta con 22 áreas protegidas donde habitan muchas especies de mamíferos, anfibios, plantas y microorganismos. Una de las áreas que presenta un potencial enorme y que aún no está siendo completamente explotada es la biodiversidad microbiana existente en nuestro país, motivo por el cual se han realizado muy pocos estudios relacionados con la identificación de nuevos microorganismos. El Centro de Biotecnología (CBT) de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Mayor de San Simón viene realizando estudios de la biodiversidad microbiana existente en salares y lagunas salinas de la región andina de Bolivia desde hace más de 10 años. Fruto de estos estudios se han identificado más de 5 nuevos microorganismos aislados de estos medioambientes, entre los que podemos nombrar a: *Halomonas boliviensis*, *Chromohalobacter sarecensis*, *Halomonas andesensis*, *Marinococcus tarijensis*, entre otros. Estos microorganismos tienen un potencial biotecnológico enorme estando involucrados en la producción de plásticos biodegradables, solutos compatibles, enzimas, pigmentos, etc.; valorizando de esta manera la biodiversidad microbiana presente en la región andina.

Palabras claves: *Biodiversidad microbiana, lagunas salinas, aplicaciones biotecnológicas, bacterias halófilas.*

Introducción

Bolivia gracias a los diferentes ecosistemas que presenta en su territorio está dentro de los 10 países con mayor biodiversidad a nivel mundial (Ibish & Merida 2003). Esta enorme riqueza está conformada por diferentes especies de animales, vegetales y microorganismos los cuales se encuentran protegidos en 22 parques nacionales que son administrados por el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP).

En las diferentes áreas geográficas con las que cuenta el País se pueden encontrar diversas regiones que van desde los 130 hasta los 6,542 metros sobre el nivel del mar, con variaciones de temperatura entre los 20 a 27°C en las tierras bajas y hasta los 6°C en el altiplano. Es gracias a estas condiciones especiales con las que cuenta nuestro país que se han podido definir alrededor de 12 regiones ecológicas destacándose los Yungas, la Amazonía, el Bosque Chiquitano, regiones más secas como el Gran Chaco y algunas regiones desérticas del altiplano. Estudios realizados en el País han podido encontrar hasta el 2010 la existencia de cerca de 1,000 especies de hongos, 18,000 especies de plantas, 2,828 especies de vertebrados y 4,627 especies de invertebrados. Muchas de estas especies son consideradas endémicas de la región aumentando de esta manera la riqueza de estas áreas protegidas.

Estas áreas protegidas como se mencionó anteriormente son administradas por el SERNAP y representan alrededor de 17 millones de hectáreas de nuestro País. Las principales amenazas a las cuales son sometidas estas áreas son el avance de la frontera agrícola y la actividad ganadera, de igual manera el cambio climático es un factor que se debe tomar en cuenta (Ibish & Merida 2003).

Una de las áreas protegidas de Bolivia es la Reserva Nacional de Fauna Andina Eduardo Avaroa (REA),

esta fue creada por decreto supremo (DS) del 13 de diciembre de 1973 originalmente para proteger la Laguna Colorada. Posteriormente se ampliaron sus límites mediante DS 18313 del 14 de mayo de 1981 y finalmente por el DS 18431 del 26 de junio de 1981. La REA tiene una superficie de 714,745 ha (7,147 km^2) y está ubicada en el extremo sur del departamento de Potosí en la provincia Sud Lípez del municipio de San Pablo de Lípez (SERNAP). La REA presenta ambientes que pueden ser considerados como extremos por las condiciones que en estos se dan como por ejemplo: elevadas temperaturas y bajos pH ubicados en la zona volcánica de Sol de Mañana; zonas desérticas con baja precipitación fluvial como ser el Desierto del Siloli; Lagunas Alto-andinas con elevadas concentraciones del sal (NaCl) como ser la Laguna Colorada, Laguna Verde, Laguna Blanca y otras; zonas con elevada radiación UV como ser el Volcán Licancabur. Estas condiciones únicas en nuestro País han hecho de la REA un lugar único donde se han realizado diferentes estudios por la analogía que presentan estos lugares con otros planetas que pudieran albergar las mismas condiciones extremas, como por ejemplo Marte. La NASA y otros institutos de investigación han realizado diferentes estudios desde el año 2000 precisamente en la región del Volcán Licancabur para buscar las claves de la supervivencia de los microorganismos que habitan estos ambientes extremos (Cabrol y col. 2007; 2009).

La presente reseña discute el aprovechamiento de los recursos genéticos de microorganismos aislados e identificados en Bolivia, así como sus potenciales aplicaciones en el área de la Biotecnología.

La región Andina de Bolivia

La región Andina de Bolivia, el Altiplano, está localizada a una altitud entre 4000-5000 metros sobre el nivel del mar, cuenta con una superficie de 200000 km^2. El Altiplano se encuentra entre la "Cordillera de los Andes", siendo una región que se caracteriza principalmente por las bajas precipitaciones fluviales y una elevada radiación UV. En esta región se encuentra uno de los salares más grandes del mundo el "Salar de Uyuni" (Risacher & Fritz 1991a). El salar tiene una superficie de 12,000 km^2, está conformado principalmente por halita y trazas de diferente minerales como ser el sulfato de calcio ($Ca_2SO_4 \cdot 2H_2O$) (Risacher & Fritz 1991b). La importancia económica del salar radica principalmente en la explotación de sus sales entre las cuales podemos nombrar al Cloruro de Litio (LiCl). En la región sud del Altiplano existen diferentes lagunas Alto-Andinas las cuales contienen elevadas concentraciones de sales (principalmente NaCl) (Risacher & Fritz 1991a), entre estas lagunas podemos nombrar a la Laguna Verde y la Laguna Blanca situadas a una altitud de 4,340 metros sobre el nivel del mar y están a los pies del volcán Licancabur. El medioambiente en el cual se encuentran las lagunas tiene una elevada radiación UV (40% más elevado que al nivel del mar), tiene una baja precipitación fluvial (<200 mm/año) y su contenido de sal es sumamente elevado (tres veces más que el agua de mar) (Cabrol y col. 2007). Otra laguna localizada en la región es la Laguna Colorada que presenta una coloración roja similar a las observadas en el Gran Lago Salino en Utah o en el Mar Muerto en Israel. Esta coloración es debida principalmente al elevado número de comunidades microbianas que habitan estos ambientes, los cuales pueden producir diferentes tipos de pigmentos (como ser carotenoides C-50) (Oren 1999).

En estos ambientes que son inhóspitos para muchas formas de vida, se ha podido encontrar diferentes tipos de microorganismos que requieren elevadas concentraciones de sal para poder subsistir, estos son conocidos como halófilos.

Biodiversidad microbiana de la región Andina de Bolivia

La vida microbiana ha sido encontrada en diferentes tipos de ambientes que van desde agua fresca a medioambientes hipersalinos con elevadas concentraciones de NaCl cercanas a la saturación. Estos microorganismos capaces de crecer en ambientes con elevadas concentraciones de sal son conocidos como halófilos y estos se pueden encontrar en los tres dominios de la vida: *Arqueas*, *Eucariota* y *Bacterias* (Oren 2002).

Diferentes esquemas han sido desarrollados para clasificar a los microorganismos halófilos de acuerdo a sus requerimientos de sal (Ventosa & Nieto 1995); una de las clasificaciones más utilizadas es la definida por Kushner (1978) (Tabla 1).

Tabla 1. Clasificación de los microorganismos de acuerdo al rango de tolerancia de sal (Kushner 1978).

Clasificación	Rango de concentración de NaCl [M]	Ejemplos
No halófilos	0.2	Bacterias de aguas frescas
Halófilos leves	0.2 - 0.5	Bacterias marinas
Halófilos moderados	0.5 - 2.5	*Salinivibrio costicola*
Halófilos extremos	2.5 - 5.2	*Halobacterium salinarum*
Halotolerantes	Microorganismos que crecen sin sal pero que también toleran concentraciones de sal de hasta 2.5	*Staphylococcus aureus*

Dentro de estos medioambientes hipersalinos los dos lagos que han sido mejor estudiados a nivel mundial son el Gran Lago de Sal (Great Salt Lake – Estados Unidos) y el Mar Muerto (Dead Sea – Israel). Los estudios de estos ambientes han resultado en el aislamiento y caracterización de nuevos tipos de microorganismos halófilos los cuales presentan diversas e importantes aplicaciones en el campo de la Biotecnología (Ventosa &Nieto 1995; Oren 2010).

En Sudamérica se han desarrollados diversas investigaciones que estudian la biodiversidad microbiana de diferentes ambientes salinos, por ejemplo en Chile se investigó la diversidad de arqueas presentes en un núcleo de sal extraído del Salar Grande (Gramain y col. 2011). De igual manera en Argentina se tienen ambientes similares a los encontrados en el altiplano Boliviano y se han realizado varios estudios en estos lugares, uno de estos fue el descubrimiento de estromatolitos en el lago volcánico de Socopampa en los andes Argentinos (Farías y col. 2013).

En Bolivia se han realizado muy pocos estudios relacionados con la biodiversidad de los microorganismos halófilos que habitan los lagos salinos de la región Andina de nuestro País. Los primeros estudios reportados por científicos extranjeros que realizaron estudios en la zona datan de finales de la década de los 70 y principios de los 80. En estas investigaciones se estudió la presencia de diatomeas en diferentes lagos salinos de la región (Laguna Colorada, Laguna Verde, Laguna Blanca, etc.) (Servant-Vildary 1983).

Sin embargo estudios relacionados con la biodiversidad de bacterias y arqueas halófilas presentes en estos lagos salinos no fueron realizados sino hasta el año 2001. Es precisamente el Centro de Biotecnología (CBT) de la Facultad de Ciencias y Tecnología (FCyT) de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS) que inicia un proyecto de investigación, con el apoyo de la cooperación Sueca - ASDI, en el cual se aíslan y caracterizan bacterias halófilas que viven en la Laguna Colorada. Gracias a los prometedores resultados encontrados en estos estudios se realizan pruebas similares en diferentes lagos salinos del altiplano Boliviano, estos estudios no se redujeron simplemente al aislamiento de estos microorganismos sino que se estudió las potenciales aplicaciones biotecnológicas de las bacterias aisladas, consolidándose como el primer centro de investigación en Bolivia que realiza este tipo de estudios.

a) Halomonas boliviensis

Este microorganismo fue aislado de suelos cercanos a la Laguna Colorada situada a 4,300 metros sobre el nivel del mar, localizada en la región sudoeste de Bolivia dentro de la REA (Figura 1). Este fue uno de los primeros microorganismos aislados y caracterizados de la región Andina de Bolivia, es una bacteria aeróbica, bacilos Gram-negativos, con células motiles. Las colonias son circulares, convexas y con una pigmentación crema. Es una bacteria halófila moderada, alcalina-tolerante y psicrófila. Su crecimiento ocurre entre 0-25% (p/v) NaCl con una concentración optima a 5% (p/v) NaCl, de igual manera es capaz de crecer en un rango de pH entre 6-11 con un óptimo entre 7.5-8. Por ultimo su temperatura de crecimiento optima esta entre 25-30°C. Son células heterotróficas, es decir que con capaces de utilizar varios carbohidratos como fuente de carbono (Quillaguamán y col. 2004a).



Figura 1. Células de Halomonas boliviensis observadas en el microscopio electrónico (Quillaguamán y col. 2004a).



Figura 2. Células de ***Halomonas andesensis*** **observadas en el microscopio electrónico.**

Es importante mencionar que el genoma de *H. boliviensis* fue completamente secuenciado y publicado siendo el primer microorganismo en Bolivia al cual se realizaban estudios tan avanzados (Guzmán y col. 2012).

b) Chromohalobacter sarecensis

Es una bacteria halófila moderada aislada de muestras de suelo cercanas a la Laguna Verde situada a 4,300 metros sobre el nivel del mar. Es un microorganismo aeróbico, Gram-negativo, bacilos motiles. Las colonias son circulares, convexas y presentan una pigmentación ligeramente café. Del mismo modo fue una de las primeras bacterias halófilas reportadas de la Laguna Verde (Quillaguamán y col. 2004b).

c) Halomonas andesensis

Bacteria halófila moderada aislada de muestras liquidas provenientes de la Laguna Colorada. Es un microorganismo aeróbico, Gram-negativo, bacilos motiles. Las colonias son circulares, convexas y presentan una pigmentación de color crema (Figura 2) (Guzmán y col. 2010).

Los microorganismos halófilos citados anteriormente son solo algunos de los microorganismos halófilos que en CBT ha podido aislar y caracterizas de la región andina de Bolivia, los cuales no representan ni el 1% de la gran biodiversidad microbiana presente en la zona Andina de Bolivia. Sin embargo existen otras zonas geográficas en Bolivia las cuales tienen que ser debidamente estudiadas a futuro, un ejemplo de estas son las minas de sal rosada localizadas en el departamento de Tarija; precisamente de estos lugares se aisló un nuevo microorganismos al cual se lo denominó *Marinococcus tarijensis* (Balderrama-Subieta y col. 2013).

Principales aplicaciones biotecnológicas

Actualmente los microorganismos halófilos han sido utilizados para la producción de diferentes productos con valor agregado. *Halomonas boliviensis* tiene una gran potencial para la producción de plásticos biodegradables (polihidroxialcanoatos – PHAs) y la producción alcanzada con este microorganismos esta entre las mejores a nivel mundial (Quillaguamán y col. 2010). La principal aplicación de estos plásticos está en el área biomédica con la producción de suturas biodegradables, implantes de huesos, etc. (Figura 3) (Guzmán y col. 2011).

LA DIVERSIDAD MICROBIANA AGRÍCOLA Y SU POTENCIAL BIOTECNOLÓGICO INDUSTRIAL EN BOLIVIA

Noel Ortuño, Mayra Claros, Giovanna Plata, Claudia Gutierrez, Marlene Angulo y José Antonio Castillo
Fundación PROINPA. Casilla 4285, Cochabamba - Bolivia.
Email: n.ortuno@proinpa.org

Resumen

Se presenta un resumen de aislamientos realizados en varios años, entre los cuales se encuentra una gran diversidad de microorganismos como micorrizas, promotores de crecimiento, solubilizadores de Fósforo, fijadores de Nitrógeno, generadores de fitohormonas, entomopatógenos y supresores de patógenos. Éstos fueron evaluados para establecer su servicio ambiental y el potencial que representan para desarrollar productos biotecnológicos que permitan practicar una agricultura saludable, amigable con el ambiente y sostenible para los agricultores de la zona andina de Bolivia.

Palabras claves: diversidad, microorganismos, bacterias, hongos, servicios ambientales

Introducción

En los suelos agrícolas crecen las plantas y también comunidades microbianas, que abarcan una gran variedad de géneros y especies. Esta biota simbionte obligada o facultativa, está asociada al reciclaje de nutrientes, a generar fitohormonas, a aumentar el crecimiento de las plantas y a acelerar mejorar la resistencia al estrés ambiental, otros son supresores de patógenos de suelo o entomopatógenos (Sturz *et al.* 2000).

Por eso es importante estudiar las asociaciones de microorganismos-plantas, con el fin de comprender los beneficios que suministran los microorganismos al crecimiento de la planta. Estas ventajas naturales de simbiosis requieren ser exploradas en las plantas cultivadas en su hábitat natural y detectar oportunidades para mejorar la productividad del cultivo, basados en la funcionalidad de los microorganismos, eso permitiría desarrollar líneas de producción biotecnológicas para aportar hacia una agricultura saludable.

Materiales y métodos

A. Toma de muestras

Se tomaron muestras de los departamentos de Cochabamba, La Paz, Oruro, Chuquisaca, Potosí y Tarija, considerando ecosistemas de Chaco, Trópico húmedo, Valles, Altiplano y Puna. Se consideró diferentes órganos (raíz, hojas y semillas) de diferentes cultivos (quinua, papa, cebada, trigo, maíz) para aislar bacterias y hongos, como endófitos (microorganismos que habitan dentro de las plantas), rizoplano (microorganismos que habitan sobre las raíces) y rizósfera (microorganismos que habitan en el suelo alrededor de las raíces). Las muestras fueron transportadas en bolsas plásticas, mantenidas frías en conservadoras hasta el laboratorio, donde se almacenó a 10°C hasta ser procesadas.

B. Aislamiento de bacterias endófitas y hongos

Para el aislamiento de bacterias se utilizó el protocolo del manual de microbiología de Dion & Magallón (2009). Los tejidos vegetales fueron fragmentados, se esterilizaron superficialmente y luego cada trozo fue depositado en medio agar Tripticasa de soya (TSA) e incubadas a 28°C por 72 h. Una vez crecidas las colonias se aislaron en tubos con TSA para posteriores pruebas de caracterización. Para los hongos se utilizaron antibióticos para evitar el crecimiento de bacterias.

C. Caracterización de los servicios ambientales de los microorganismos

a) **Fijadoras de Nitrógeno:** Se sembraron las cepas bacterianas en medio de cultivo Burk, luego se incubaron las placas de 5 a 15 días a 28ºC. El tiempo de incubación varió en función del género de bacteria con el cual se trabajó por esta razón se realizó un seguimiento diario de la prueba (Dion&Magallón, 2009).

b) **Solubilizadoras de Fósforo:** Se sembraron las bacterias a evaluar en una placa que contenía el medio de cultivo NBRIP con fosfato tricálcico. Se incubaron las placas de 5 a 15 días a 28ºC, el tiempo de incubación varió dependiendo del género de bacteria con que se trabajó por esta razón se realizó un seguimiento diario de la prueba (CIP 2008). Se registraron como positivas aquellas cepas bacterianas que presentaron una halo trasparente alrededor de la colonia sembrada.

c) Ácido **Indol Acético (AIA):** El AIA es un metabolito secundario producido por algunasbacterias en su periodo estacionario de crecimiento, por esta razón el tiempo de incubación del caldo dependió de la curva de crecimiento de la bacteria. Se tuvo que dejar el tiempo suficiente para asegurarse que lleguen a la fase estacionaria. Para este propósito se reactivaron las cepas en estudio en caldo de tripticasa de soya (TSB), se sembró una colonia de cada cepa en un tubo con medio TSB, suplementado con 5µM de L-Triptófano y se incubaron por 7 días a 28°C (Gordon& Weber 1950). Se reportaron como positivas las muestras que en el revelado viraron a tonos rojizos.Una vez crecidas las colonias bacterianas se aislaron en tubos con TSA para posteriores pruebas y caracterización.

d) Micorrizas: Para el análisis de esporas de micorrizas se utilizó la técnica de flotación y centrifugación, posteriormente la separación de esporas por tamaño, forma y color de espora, siendo éste un análisis muy preliminar para diferenciar sus estructuras. También se corroboró con la tinción de raíces con tinta china azul y lectura al microscopio considerando frecuencia e intensidad de colonización en raíces.

e) Supresoras de patógenos: Se aisló fundamentalmente con el género *Trichoderma,* para el aislamiento de las cepas fúngicas se empleó la técnica de diluciones seriadas. Cada dilución obtenida fue sembrada en forma individual y por triplicado en placas Petri que contenían PDA más antibiótico. Luego se realizó el recuento de las colonias desarrolladas, las cuales se expresaron como Unidades formadoras de colonias por gramo de suelo (U.F.C/g).

f) Generación de metabolitos secundarios por hongos: Se hicieron enfrentamientos duales de diferentes cepas de *Trichoderma*, replicados tres veces, en medio de cultivo de papa glucosado de papa (PDB), donde se seleccionaron las cepas que generaron mayor "barrera de defensa" (superficie amarillenta) (Reaves & Crawford1994).

g) Entomopatógenos: Tanto las bacterias como los hongos fueron aislados con las técnicas anteriormente descritas, considerando muestras de suelo y endófitos, donde fueron identificados los géneros predominantes a través de técnicas moleculares.

D. Identificación molecular.

Los microorganismos aislados se identificaron por técnicas moleculares, para las bacterias se utilizóBLAST contra la base de datos general (GenBank) y hongos (principalmente *Trichoderma*) utilizando código de barras de ADN (Druzhinina *et al*. 2005).

Resultados y discusión

a. **Diversidad por pisos ecológicos**

Al observar en las muestras colectadas la variabilidad de la abundancia de las poblaciones microbiales en diferentes pisos ecológicos del país, resalta que hay una correlación de biodiversidad entre lo existente sobre el suelo y bajo el suelo, como en el Altiplano y Puna, donde se conoce que hay baja diversidad de macro flora (sobre el suelo) y baja diversidad microflora en el suelo (Figura 1).

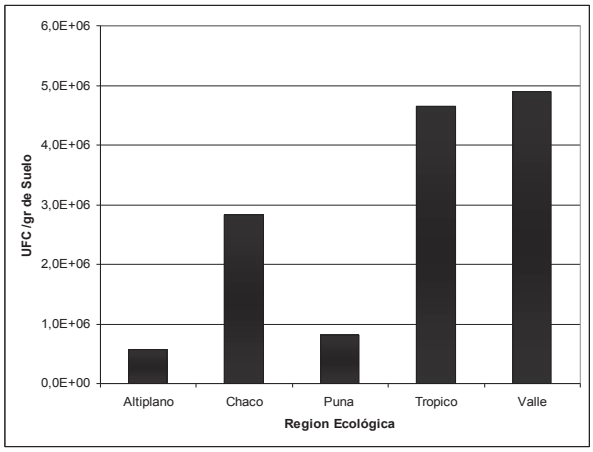


Figura 1. *Variación de las poblaciones microbianas del suelo en diferentes pisos ecológicos.*

b. **Diversidad en diferentes pisos ecológicos**

En las muestras del Altiplano resalta que en la rizósfera y el rizoplano es donde están más concentrados los microorganismos simbiontes o no simbiontes (Figura 2). También se ha determinado que existen microorganismos endófitos en las semillas o granos de quinua, que es una forma muy eficiente de simbiosis planta-microorganismo, por tener el mismo sistema de diseminación y al mismo tiempo, resulta ser un mecanismo natural para asegurar que los granos de quinua sean trasladados acompañados de sus simbiontes (Figura 3).

c. **Bacterias identificadas y su servicio ambiental**

Las bacterias fijadoras de Nitrógeno detectadas son de vida libre, es decir que no requieren de la planta para llevar a cabo este proceso de fijación de Nitrógeno. De los aislamientos de plantas de quinua, papa nativa, trigo, cebada y maíz se han detectado 235 cepas promisorias, las cuales deben entrar a un programa de selección e identificación a nivel de especie, para luego considerar parámetros que sean útiles el escalamiento en la producción y su formulación.

Ochocientas cincuenta y seis bacterias aisladas fueron seleccionadas como solubilizadoras de Fósforo, de las cuales algunas fueron identificadas a nivel de especie.

También las bacterias aisladas fueron analizadas cualitativamente respecto a la generación de ácido indol acético (AIA), donde se detectaron 987 bacterias que dieron positivo, es decir que producen la fitohormona.

Las diferentes aptitudes mostradas por distintas cepas aisladas de plantas de cultivos tradicionales y de alta importancia socioeconómica en país (Figura 2) demuestra el potencial de la biodiversidad microbiana para desarrollar tecnología que ayude a mitigar los efectos de la erosión de suelos en diferentes pisos ecológicos del país.

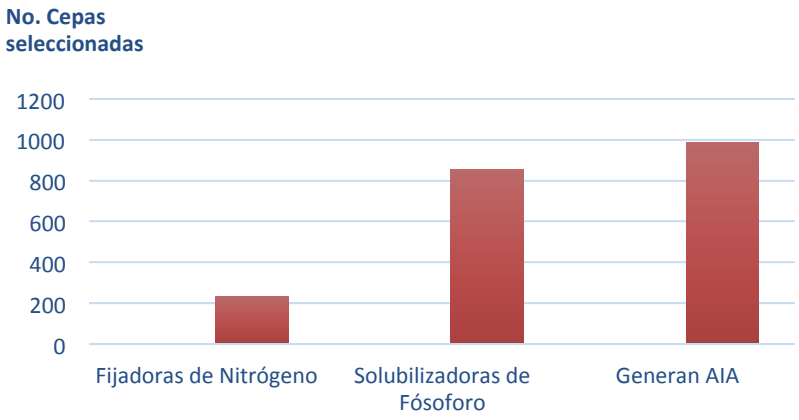


Figura2. *Número de aislados de bacterias detectadas en diferentes cultivos y su servicio ambiental, seleccionadas in vitro*

De los aislamientos nativos bacterianos identificados y seleccionados por su aptitud funcional y servicio ambiental fue necesario hacer su respectiva identificación de especie a nivel molecular, por medio de secuenciación del gen que codifica al ARN ribosomal 16S y el programa BLAST (Cuadro 1).

La identificación de algunos géneros son una muestra de la diversidad de microorganismos que están ligadas a especies nativas cultivadas, esto solo representa una muestra del potencial de otros grupos de microrganismos que pueden estar presentes como actinomicetos, levaduras, activadores orgánicos y otros.

Relacionando las especies de bacterias identificadas, con el servicio ambiental y sus zonas de recolección (Cuadro 1) se observa que no hay relación directa entre estos factores, entonces la posibilidad de encontrar predominancia de un lugar, especie o servicio es al azar. También se hizo mucho más énfasis en los servicios ambientales y la identificación en las cepas provenientes del Altiplano y la Puna, existiendo mucho material promisorio aún sin identificar en las otras

ecoregiones del país. Es evidente que hay cepas que se repiten en diferentes pisos ecológicos pero no necesariamente están cumpliendo el mismo servicio ambiental. En el mismo cuadro se observa que en el Trópico y Chaco, sólo se identificaron dos y tres cepas, eso no significa que solo ésas están presentes, la diversidad es mayor en estos pisos ecológicos, respecto al resto y aún requieren mayores estudios.

Cuadro 1. Bacterias y hongos nativos identificados en las diferentes ecoregiones del país que brindan servicios ambientales.

Zona de re-colección	Bacterias	Hongos	Servicio ambiental
Altiplano	*Bacillus pumilus, B. subtilis, B. firmus;B. amyloliquefaciens; B. tequilensis; B. vallismortis; B. subtilis; B. pumilus; B. licheni-formis.Rhizobium* sp.; *Variovo-rax* sp. *Pseudomonas* sp.,*Azoto-bacter* sp., *Azospirilum* sp.	*Trichoderma asperel-lum,* *T. koningiopsis,* *T. harzianum,*	Bacterias solubilizadoras de Fósforo, fijadoras de Nitrógeno y AIA Hongos supresores de patógenos
Puna	*Bacillus subtilis*. *B. pumilus, Pseudomonas fluorecens, B. amiloliquefasciens; B. firmus; Pseudomonas* sp., *B. subtilis, Azotobacter* sp., *Azospirilum* sp.	*T. asperellum, ,* *T. koningiopsis,* *T. harzianum,*	Bacterias solubilizadoras de Fósforo, fijadoras de Nitrógeno y AIA Hongos supresores de patógenos
Valles	*Bacillus subtilis*. *B. pumilus, Pseudomonas fluorecens, B. amiloliquefasciens*	*T. asperellum,* *T. asperelloides,* *T. harzianum*	Bacterias solubilizadoras de Fósforo, fijadoras de Nitrógeno y AIA Hongos supresores de patógenos
Trópico	*B. subtilis, amiloliquefasciens, B. pumilus*	*T. asperellum,* *T. asperelloides,* *T. afroharzianum* nom. prop.	Bacterias solubilizadoras de Fósforo, fijadoras de Nitrógeno y AIA Hongos supresores de patógenos
Chaco	*B. pumilus, B. subtilis*	*T. afroharzianum* nom. prop.	Bacterias solubilizadoras de Fósforo, fijadoras de Nitrógeno y AIA Hongos supresores de patógenos

Las bacterias endófitas tienen ventaja sobre las bacterias rizosféricas, por la gran variedad de nutrientes elaborados que disponen, así como de la protección que les brinda la planta de las condiciones adversas del medio (Reinhold & Hurek 1998). Siendo las bacterias endófitas muy importantes para las plantas especialmente de aquellas que crecen en condiciones extremas.

También se encontró, aisló e identificó como endófito a *Bacillus thuringiensis* lo cual abre nuevas puertas para explorar la defensa de las plantas frente al ataque de insectos por ser entomopatógeno, donde se observó una variación importante con diferentes genes de patogenicidad para lepidópteros y dípteros.

d. **Hongos identificados y su servicio ambiental**

Se hizo énfasis en el aislamiento del género *Trichoderma* por representar un alto potencial para el desarrollo biotecnológico industrial. Este hongo pertenece a la subdivisión Deuteromycetes que se caracteriza por no poseer, o no presentar un estado sexual determinado. De este microorganismo existen más de 30 especies, todas con efectos benéficos para la agricultura y otras ramas. Este hongo se encuentra ampliamente distribuido en el mundo, y se presenta en diferentes zonas y hábitats, especialmente en aquellos que contienen materia orgánica o desechos vegetales en descomposición, así mismo en residuos de cultivos, especialmente

aquellos que son atacados por otros hongos (Kubicek & Harman, 2002.).

Los *Trichodermas* nativos aislados de la zona altiplánica de Bolivia fueron identificados siguiendo la estrategia de 'códigos de barras de ADN' diseñada específicamente para la taxonomía, identificación y caracterización de especies de *Trichoderma*/*Hypocre,* las especies identificadas fueron: *T. asperellum, T. koningiopsis, T. harzianum, T. pseudoharzianum nom prop., T. koningiopsis, T. asperellum, T. asperelloides y T. afroharzianum* nom. prop. Además las especies *T. afroharzianum* como *T. pseudoharzianum* están propuestas como nuevas especies pero aun no clasificadas formalmente como tales, por eso se coloca: nom. prov. (nombre provisional), todas estas especies representan un potencial para el desarrollo biotecnológico agrícola que contribuyan a la producción orgánica de cultivos y en general a una producción saludable.

De los 105 enfrentamientos de *Trichoderma* realizados en PDA, 20 enfrentamientos con barrera gruesa fueron seleccionados para la producción de MS en PDB, además de ser éste el grupo que mostró la menor velocidad de crecimiento al momento de competir frente a otro hongo del mismo género en un área determinada.

De las 35 cepas de *Trichoderma* spp. analizadas, 20 enfrentamientos duales de éstas fueron detectadas como productoras de AIA mediante la inducción del L-Trp, las que formaron la barrera de defensa gruesa al ser enfrentadas entre las cepas del mismo grupo en PDA (Figura 3).



Figura 3. Generación de metabolitos secundarios (color amarillo) por Trichoderma sp.

El hongo *Trichoderma* spp. demostró ser, en cultivos duales, un excelente biocontrolador de *Fusarium oxysporum* y *Rhizoctonia solani*.

En el cultivo dual *Rhizoctonia – Trichoderma*, se pudo observar inicialmente el desarrollo similar de *Trichoderma* y de *Rizoctonia*, pero después las placas fueron cubiertas totalmente por *Trichoderma* entre los 4 a 8 días. Habiendo sucedido de forma similar con la supresión del patógeno de suelo *Fusarium* sp. (Figura 4).



Figura 4. Desarrollo de colonias de hongos supresor (centro) Trichoderma y patógenos a la izquierda Rhizoctoniay a la derecha Fusarium

En general los hongos *Trichoderma* son muy eficientes controlando los patógenos de suelo como *Fusarium* y *Rhizocthonia.* Además este hongo genera metabolitos secundarios que deberían ser explorados para utilizarlos en la supresión de patógenos de suelo o como promotores de crecimiento. Las especies de *Trichoderma* poseen buenas posibilidades en este sentido como hiperparásitos competitivos que producen metabolitos antifúngicos y enzimas hidrolíticas, como 6 pentil alfa pirona (6PAP) a los que se les atribuyen los cambios estructurales a nivel celular, tales como vacuolación, granulación, desintegración del citoplasma y lisis celular (Stefanova *et al.* 1999).

Existen metabolitos de bajo peso molecular (< 3000 Da) y volátiles, con estas características en el suelo podrían recorrer distancias a través del sistema edáfico y la rizósfera, y mejorar la condición de un organismo al modificar la fisiología de otros organismos competidores, como sucede con la 6-pentil-α-pirona (6PP). Los metabolitos de alto peso molecular y polares incluye peptaiboles que pueden exhibir su actividad en interacción directa por contacto entre especies de *Trichoderma* y sus antagonistas (Kubicek & Harman, 2002).También tienen capacidad para activar mecanismos de defensa de la planta y participar activamente de la elongación de la planta, maduración del fruto

y el proceso de enraizamiento. Ayudan a que los tallos débiles se desarrollen, al alargamiento de la raíz primaria, y a la formación de raíces laterales y adventicias adicionales.

Otros hongos detectados fueron los entomopatógenos *Beauveria brogniartii* y *B. baciana*, siendo predominante el primero en zona altas y el segundo en zonas más calientes. También la especie *Metarhizium* en las zonas del altiplano y el trópico.

Adicionalmente, se detectó una variabilidad enorme de micorrizas provenientes de diferentes partes del país y varios cultivos, las cuales se diferencian por la forma, color y tamaño de esporas, además de otras características morfológicas, no fáciles de conocer y diferenciar, sin embargo los grupos que se pudo diferenciar fueron Gigasporaceas y Glomaceas, siendo dominantes las segundas. Luego por técnicas moleculares fueron identificadas las especies *Glomus fasciculatum, G. mosseae, G. etunicatum* y *G. intraradices*.

Conclusiones

Los resultados muestran que asociados a diferentes cultivos existe un número importante de microorganismos, especies benéficas que brindan servicios ambientales, que muestran el potencial de su uso con fines agroindustriales en beneficio de la producción sostenible.

Fueron aislados microorganismos benéficos como endófitos en semillas de granos y tubérculos, eso muestra que la semilla es un medio de propagación de este tipo de microorganismos.

Los recursos genéticos microbianos explorados muestran el potencial de lo que es posible desarrollar en Bolivia, pero entendiendo bien su servicio ambiental para dirigir los estudios de forma específica y ofertar un producto biotecnológico al alcance del productor.

El hecho de detectar una serie de especies de bacterias y hongos con un potencial grande de brindar servicios ambientales, es una oportunidad para que éstas puedan ser utilizadas con otros fines agroindustriales. Así tenemos al *Bacillus subtilis* que es un inductor de resistencia sistémica porque activa el ciclo de ácido jasmónico que es responsable de inducir resistencia a la planta ante el ataque de patógenos, y también tiene la bondad de promover el crecimiento en las plantas.

Las especies de *Trichoderma* que ofrecen diferentes servicios, algunas actúan como supresoras de patógenos, otras como promotoras de crecimiento, biodegradadoras o bien como bioremediadoras del ambiente. Los *Azotobacter* y *Azopirilum* que fijan Nitrógeno para plantas no leguminosas como la quinua son opciones para iniciar programas de investigación y ayudar a que las plantas de quinua puedan adaptarse a los cambios ocasionados por el clima y la erosión.

Todo esto es un potencial para desarrollar productos biotecnológicos y brindar oportunidades de mejoramiento de la producción de los cultivos en el país.

Referencias citadas

CIP. 2008. Protocolos de trabajo con bacterias PGPR. Lima Perú.

DION P., MAGALLÓN P. 2009. Manual de microbiología agrícola "Importancia de los microorganismos promotores de crecimiento vegetal para los pequeños productores de Bolivia. Université Laval. Québec, Canada. 90:31-32.

DRUZHININA I., KOPTCHINSKI A., KOMON M., BISSETT J., SZAKACS G. AND KUBICEK C.P. 2005. An oligonucleotide barcode for species identification in *Trichoderma* and *Hypocrea*. Fungal Genet. Biol. 42:813–828.

GORDON S., WEBER R.. 1950. Colorimetric estimation of indole acetic acid. Plant Physiol. 26: 192 -195.

HALL T. A. 1999. BioEdit: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysisprogram for Windows 95/98/NT. Nucleic Acids Symp. Ser. 41:95–98.

KUBICEK C., HARMAN, G. 2002. *Trichoderma*&*Gliocladium*. Basic Biolo-gy, Taxonomy and Genetics. 1:1-271.

REAVES JL, CRAWFORD RH. 1994. In vitro colony interactions among species of Trichoderma with inference toward biological control. United States Department of Agriculture, Forest Service (Pacific Northwest Research Station).

REINHOLD B., HUREK T. 1998. Trends Microbiol. Apr. 6(4):139-44. Review. Erratum in: 6(5):202



Congreso Nacional

Seguridad Alimentaria

APROVECHAMIENTO DE PRODUCTOS FORESTALES NO MADERABLES EN CHUQUISACA, BOLIVIA

Winder Felipez[1] & Martha Serrano[1]
[1]BEISA 3. Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria-Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre, Calle Calvo 132. email: chevazz_25@msn.com; martha_sucre@yahoo.com

Resumen

Los productos forestales no maderables (PFNM) son importantes como medios de vida que contribuyen al bienestar de muchas comunidades rurales y contribuyen al mantenimiento y conservación de la diversidad vegetal. La investigación se realizó en las comunidades de Iripiti, Monte Grande, Entierrillos, Las Frías, Bella Vista, Azero Norte, Ticucha y Timboy Pampa, perteneciente al Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao. A partir de la revisión de varios estudios, y la indagación de los procesos de comercialización, esta investigación tuvo como objetivo analizar la disponibilidad de los productos forestales no maderables del área de protección Serranía del Iñao, y mediante un análisis multicriterio identificar a las especies con mayor preferencia respecto a su aprovechamiento actual utilizando diferentes criterios. Se listaron 21 especies vegetales, en su mayoría correspondientes a las categorías de uso como frutos comestibles, alimento humano y forraje para el ganado, además varias de estas especies son parientes silvestres. Las especies más usadas correspondieron a Ñetira (*Ipomoea muricata*), Quina (*Myroxylon peruiferum*) y Sahuinto (*Myrcianthes pungens*). La principal recomendación al referenciar aspectos de la sostenibilidad de los niveles de aprovechamiento de estas especies con fines comerciales, es evaluar el estado actual de las poblaciones, para determinar los adecuados niveles de aprovechamiento que permitan mantener la disponibilidad y existencia de la especie.

Palabras claves: análisis multicriterio, aprovechamiento, categorías de uso, sostenibilidad.

Introducción

La agrobiodiversidad está determinada por características etnoculturales, medios de vida y recursos disponibles de acceso y manejo por las comunidades o sistemas modificados (Martínez 2008), donde muchas de los especies nativas comestibles ahora reconocidos como convencionales, sufrieron varios procesos en ser incorporados en los agroecosistemas tradicionales de subsistencia y de mercadeo (Leyva & Lores 2012). En ese contexto, el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao, del departamento de Chuquisaca, tiene diferentes paisajes y ecosistemas que albergan una alta diversidad, particularmente de los productos forestales no maderables - PVNM (Felipez *et al.* 2013).

Entender el papel que juegan los PFNM en la formación de los ingresos de las familias asentadas en el PN-ANMI Serranía del Iñao, se convierte en un insumo necesario para apoyar la toma de decisiones que conduzca al uso sostenible de los bosques, la producción agropecuaria y al mejoramiento de la calidad de vida de los hogares (Felípez 2012). En el PN-ANMI Serranía del Iñao, se tiene como referencia estudios de etnobotánicos realizado en el periodo 2009-2010, que estuvieron enfocados en la identificación y valoración de las plantas silvestres con potencial económico y varios estudios florísticos de la región que están depositados en el Herbario del Sur de Bolivia-HSB (Carretero *et al.* 2011).

Muchos de los estudios mencionados solo hacen referencia a la generación de una lista de especímenes potenciales, sin tomar en cuenta directamente a los productos forestales no maderables para su aprovechamiento, ya sean los frutos, resinas, semillas y entre otros que no necesariamente incluyan a especies de hábito arbóreo. De esta manera, el presente trabajo tiene como objetivo analizar la disponibilidad de los productos forestales no maderables del PN-ANMI Serranía del Iñao, además de realizar un análisis

multicriterio de para identificar a las especies con mayor preferencia por su valor como PFNM respecto a su aprovechamiento actual utilizando diferentes criterios, que fueron validados en las comunidades.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El área de análisis del presente trabajo fue el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao (PN-ANMI), que abarca desde el Norte de Argentina hasta el Sur de Bolivia. Constituido por especies típicas como el Sahuinto (*Myrcianthes pseudo*-mato), pino de monte (*Podocarpus parlatorei*), Quebracho (*Schinopsis sp*), palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) y otros. El PN-ANMI Serranía del Iñao en su estructura socioeconómica está integrado por 45 comunidades (interculturales e indígenas) y geográficamente por los municipios de Monteagudo, Villa Vaca Guzmán, Padilla y Serrano del departamento de Chuquisaca. La ecorregión está definida como zona semiárida, esto por la disponibilidad de agua de 3 a 4 meses para la producción agrícola de maíz, maní, ají y otros que son obtenidos mediante técnicas de producción a secano.

Recopilación de información secundaria

La búsqueda y recopilación de información sobre las plantas nativas o silvestres con potencial de aprovechamiento, contemplo la revisión bibliográfica histórica de diferentes estudios y trabajos realizados en el del PN-ANMI Serranía del Iñao, entre literatura gris, publicaciones técnicas y trabajos científicos. El proceso de sistematización fue a partir: (a) tesis de investigación nivel maestría de Serrano (2003), Carretero (2005), (b) tesis de investigación nivel licenciatura de Nina (2009), Felípez (2010), Orias (2010), Terán (2010), Coronado (2010), Gonzáles (2013) (c) Investigación académica de Carretero *et al*. (2007), (d) trabajos de consultoría de Carretero *et al.* (2007) y Felípez *et al.* (2012) y finalmente (e) publicaciones como el de Serrano *et al*. (1998), Carretero *et al.* (2011) y Jiménez *et al.* (2011). Resultado de este paso fue la identificación de la disponibilidad y acceso a información para el análisis para ocho comunidades que son parte del PN - ANMI Serranía del Iñao (Iripity, Monte Grande, Entierrillos, Las Frías, Bella Vista, Azero Norte, Ticucha y Timboy Pampa).

Análisis multicriterio

Para priorizar cuál de los especímenes tiene mayor potencial de aprovechamiento, se plantearon nueve criterios: (a) demanda de mercado (requerimiento del material genético), (b) capacidad de oferta del producto (disponibilidad del material genético), (c) abundancia de las especies a nivel de individuo, población y ecosistema (rango de distribución de las especies), (d) formas de aprovechamiento y evaluación de su sostenibilidad (interés de aprovechar los especímenes potenciales en la zona) , (e) avances en el manejo agronómico o forestal (domesticación de los especímenes silvestres) y (f) experiencias de transformación del producto vegetal no maderables para su aprovechamiento, (h) número de categorías de uso de la especie (especies que tienen más de un uso) y (h) valoración directa (mediante estudios etnobotánicos, método *Top ten*), (i) Valoración indirecta de estudios etnobotánicos, utilizando un listado libre).

Para evaluar las especies con los criterios planteados y priorizar cual tiene mayor opción de ser aprovechado desde la perspectiva local y técnica, se basó en el método de *Scoring* de Roche *et al.* (2007), donde se aplica la siguiente relación matemática: , donde: $r_{ij} =$ Rankin de la alternativa j función del criterio i, $W_j =$ Ponderación para cada criterio i, $S_j =$ Score para la alternativa j. Además, se realizó un sondeo del aprovechamiento de las especies de Quina y Ñetira en campo.

Resultados y discusión

Reporte de especies con potencial de aprovechamiento

Se reportaron 21 especies con potencial económico en el PN-ANMI Serranía del Iñao, (tabla 1), especies que fueron registradas en las categorías de uso como alimento y misceláneos en los estudios etnobotánicos de referencia. De estos se obtienen varios PFNM, en su mayoría frutos comestibles y forraje para el ganado, además varias estas especies son parientes silvestres de plantas cultivadas.

Tabla 1. Lista de productos forestales no maderables con potencial de aprovechamiento en el PN-ANMI Serranía del Iñao. Chuquisaca, Bolivia.

Nombre común	Nombre técnico	PVNM	Hábito de crecimiento
Aguay	*Chrysophyllum gonocarpum*	Fruto	Árbol
Algarrobo	*Prosopis sp.*	Fruto	Árbol
Arivivi	*Capsicum microcarpum*	Fruto	Hierba
Chirimoya/Aratico	*Rollinia sp.*	Fruto	Árbol
Frutilla/Pita pita	*Psychotria alba*	Fruto	Hierba
Gargatea	*Carica quercifolia*	Fruto	Árbol
Guayabilla	*Psidium guineense*	Fruto	Árbol
Naranja agria	*Citrus aurantium*	Fruto	Árbol
Morilla	*Maclura tinctorea*	Fruto	Árbol
Murucuya	*Passiflora cf. caerulea*	Fruto	Hierba
Nogal	*Juglans boliviana*	Fruto	Árbol
Ñetira	*Ipomoea muricata*	Semilla	Hierba
Pacay chico	*Inga marginata*	Fruto	Árbol
Pacay grande	*Inga adenophylla*	Fruto	Árbol
Palmera	*Syagrus cardenasii*	Fruto	Palmera
Paltay/Araza	*Caparis prisca*	Fruto	Árbol
Pepinillo	*Solanum maternum*	Fruto	Hierba
Quina	*Myroxylon peruiferum*	Reina	Árbol
Sahuinto	*Myrcianthes pungens*	Fruto	Árbol
Wawincho	*Eugenia involucrata*	Fruto	Árbol
Zarzamora	*Rubus boliviensis*	Fruto	Trepadora

Análisis multicriterio

Del total de los especímenes reportados, se priorizaron tres especies con mayor preferencia para su aprovechamiento y comercialización, y se procedió a su respectiva valoración, según los criterios planteados (tabla 2): Ñetira (*Ipomoea muricata*), Quina (*Myroxylon peruiferum*) y Sahuinto (*Myrcianthes pungens*). Esta información se obtuvo de las especies identificadas en el estudio de Felípez (2012), donde prioriza a la Quina como un potencial de aprovechamiento de la exudación o resina del árbol, también a la Ñetira, especie aprovechada por su semilla para uso como champú y el Sahinto, una especie reportada en el estudio de biocomercio realizado por Carretero (2007) y Serrano (2003) en el marco de un estudio florístico en la región del sureste de Chuquisaca.

La ponderación *de los criterios o atributos* planteados, hacen referencia, a que la demanda de mercado, abundancia y experiencia de transformación, son los criterios o atributos más importantes desde la perspectiva local, en relación a los criterios de manejo (agronómico y forestal) y la oferta de mercado. Además, las tres especies valoradas, representan a las categorías de: resinas o exudaciones (Quina), semillas (Ñetira) y frutos comestibles (Sahuinto).

Tabla 2. Valoración de las especies más representativas.

Nº	Criterios	Ponderación	Quina	Ñetira	Sahuinto
1	Demanda de mercado	5	9	7	4
2	Oferta al mercado	3	4	4	4
3	Abundancia	5	5	5	5
4	Interés aprovechamiento	4	7	7	6
5	Manejo agronómico y forestal	2	2	3	2
6	Exp. de transformación	5	2	6	2
7	Categorías de uso	3	6	5	6
8	Valoración directa (Top ten)	4	8	8	8
9	Valoración indirecta (listado libre)	4	8	8	8
SCORE		35	51	52	39

Valores de ponderación: *1= Extra bajo; 2= Muy bajo; 3=Bajo; 4=Poco bajo; 5=Medio; 6=Medio alto; 7=Alto; 8=Muy alto; 9= Extra alto.*

Formas de aprovechamiento y evaluación de su sostenibilidad

Aprovechamiento de resina o exudación de Quina

La Quina (*Myroxylon peruiferum*), es un árbol natural de Sudamérica reconocido por tener potencial económico. Actualmente, su nombre común en Sud América es Estoraque (Perú y Venezuela), Bálsamo (Colombia), Quina (Argentina), Brejui (Brasil) y Sándalo (Ecuador). Su distribución y nombres comunes en las ecoregiones de Bolivia, abarca desde el Bosque Tucumano Boliviano y los Valles Secos de los departamentos de Cochabamba, Chuquisaca, Tarija y Santa Cruz, donde se conoce a esta especie como quina, quina - quina y quina colorada.

Los datos de referencias de producción de la resina de quina obtenido de los pobladores locales (sacaquinas), oscila entre 2-3kg/, de árboles de 60 cm diámetro altura pecho (DAP), la producción como tal, varía de acuerdo al diámetro y la edad de la planta. Siendo que los pobladores de las comunidades del PN-ANMI "Serranía del Iñao", actúan como intermediarios minoristas, quienes acopian el producto para los intermediarios y mayoristas que provienen del interior del país (Cochabamba, Sucre y Oruro).

El precio de la resina de Quina varía de acuerdo a la época del año, el lugar de compra y disponibilidad de oferta y demanda. En las comunidades del área protegida, el precio referencial oscila entre 250-300Bs/qq, en los núcleos estratégicos de 300-400 Bs/qq y en la localidad de Monteagudo como centro de monitoreo de acopio varía entre 400-600 Bs/qq. Si bien algunos pobladores localmente lo utilizan para incienso y dolor de muela, actualmente se desconoce el destino final de la resina de Quina,

solo se conoce que pasa un proceso de purificación antes de salir de Bolivia a Perú, por en la localidad fronteriza del Desaguadero.

Aprovechamiento de semilla de Ñetira o Chamillique

La *Impomoea muricata*, es una especie nativa que tiene un alto valor cultural y potencial económico desde la percepción del saber local y científico. Al presente, se distribuye en los bosques de transición chaqueña en Bolivia, Paraguay y Argentina. En las ecorregiones del Chaco boliviano se la conoce como Ñetira y en los Valles Secos como Chamillique. Esta especie es comercializada y utilizada como Champú por los pobladores asentados en la región del Chaco y Valles Chuquisaqueños.

En las comunidades Guaraníes del PN-ANMI Serranía del Iñao, de cada 10 familias, un familia cosecha 2 - 5kg/año, la finalidad de producir y acopiarlo es para uso personal y en muchos casos comercializarlo. La producción referencial para los Valles Chuquisaqueños es desconocido, pero se conoce que agricultores del sector de Río Chico proveen a los puesto del sector Pachamama del Mercado Campesino de la Ciudad de Sucre. Algunos pobladores de las comunidades del PN ANMI "Serranía del Iñao" comercializan la semilla entre 15-20 Bs/kg, los centros de acopio se encuentran en la ciudad de Monteagudo (Apícola Paniagua) y Villa Vaca Guzmán (Comunidad La Tapera) en Chuquisaca.

Aprovechamiento de frutos de Sahuinto

El Sahuinto (*Myrcianthes pungens*) especie típica del bosque Tucumano Boliviano, fácil de reconocer por las manchas que tiene su tronco y lisa su corteza, su fruto es de color violáceo, consumida por las aves silvestres y pobladores locales del PN-ANM Serranía del Iñao. En muchas regiones de Sudamérica particularmente en Uruguay es aprovechada como alimento humano (mermelada), apícola, madera y entre otros como medicina. Pero, los pobladores locales del PN-ANMI Serranía del Iñao, aprovechan esta especie en los meses de enero y febrero, particularmente por los niños y adultos. Especie que es poco estudiada como recurso genético frutal para la diversificación nutricional, además, que no es comercializada en el mercado local y nacional.

La principal recomendación al referenciar aspectos de la sostenibilidad de los niveles de aprovechamiento de estas especies con fines comerciales, es evaluar el estado actual de las poblaciones de estas tres especies, para determinar los adecuados niveles de aprovechamiento que permitan mantener la disponibilidad y existencia de la especie. Para esto, se tendrá que proceder a determinar la distribución actual y potencial, además de la densidad y estructura poblacional de las especies en los ecosistemas naturales. Además de organizar y promover investigaciones para entender la respuesta de la regeneración natural, el crecimiento y sobrevivencia de las especies a diferentes intensidades de aprovechamiento. Sin embargo, se debe reconocer que las especies en estudio requerirán diferentes técnicas y prácticas de manejo en los diferentes tipos de bosques y estado de la vegetación donde se encuentran distribuidas.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados, podemos inferir que los habitantes de las comunidades ubicadas en el PN_ANMI Serranía del Iñao, conocen y utilizan al menos 21 especies silvestres de los cuales obtienen varios PFNM, en su mayoría frutos comestibles y forraje para el ganado, además varias estas especies son parientes silvestres de plantas cultivadas.

La ñetira (*Ipomoea muricata*), quina (*Myroxylon peruiferum*) y Sahuinto (*Myrcianthes pungens*) son especies que tienen un potencial de aprovechamiento, ya que la valoración local reporta que existe demanda de mercado e interés de aprovechamiento, además por los reportes de diferentes estudios.

Se recomienda implementar un plan de manejo para el aprovechamiento sostenible de las especies alimenticias y de uso como cosmético en el PN-ANMI Serranía del Iñao y entre otros mecanismo de estudios sobre el potencial que tiene la biodiversidad el PN-ANMI Serranía del Iñao.

Referencias citadas

Altieri, M. & Nicholls, C. 2004. Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el Trópico. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 73 p.8-20.

Araujo-Murakami, A. & Zenteno F. 2006. Bosques de los Andes orientales de Bolivia y sus especies útiles. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, pp. 146-161.

Balslev H., Noruega A. 2005. "Plantas Útiles y Conocimiento Local en Comunidades de la Reserva Biológica Indio Maíz, Rio San Juan, Nicaragua", Universidad Nacional Agraria Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente Informe Proyecto Investigación, Biodiversidad, Ecología y Sociedad (IBESo)/ UNA/PASMA. p. 6-22.

Carretero A., Jiménez M., Chávez V., Ocampo L., Rivadeneira C. & Araujo N. 2007. Identificación de Especies Potenciales para el Biocomercio Sostenible en Municipios del Chaco y los Cintis de Chuquisaca, Santa Cruz de la Sierra – Bolivia. FAN. pp. 1 – 31.

Carretero, A., Serrano, M. & Vildozo, A. 2007. Valoración Comunitaria de las Plantas útiles en Tentayapi. 3ra Feria Exposición de Ciencia, Tecnología e Innovación. Sucre - Bolivia.

Choque, M. 2009. Valoración cultural e identificación de flora nativa promisoria desde la perspectiva comunitaria en el bosque sub-húmedo Boliviano-Tucumano del PN-ANMI Serranía del Iñao (Luís Calvo, Chuquisaca). Tesis de grado. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca Sucre, Bolivia. P.88.

Coronado, V. 2010. Riqueza, diversidad, estructura y uso de los bosques móntanos secundarios en la Micro-Cuenca Tartagalito del PN-AMI Serranía del Iñao (Luís Calvo, Chuquisaca). Tesis de grado. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca Sucre, Bolivia. P. 104.

Felipez, W. 2010. Identificación Y Valoración Cultural de Plantas Nativas Útiles con Potencial Económico en las Comunidades de Iripiti y Monte Grande del PN ANMI - Serranía del Iñao del Departamento de Chuquisaca. Tesis de grado. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca Sucre, Bolivia. P. 103.

Felipez W. 2012. Plan de Negocios y Estrategias de Aprovechamiento de Especies Promisorias de las Comunidades del Área de Trabajo del Proyecto BEI SA 3, Informe Consultoría, Proyecto BEISA 3, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre Bolivia.

Leyva, A. & Lores, A., 2012. Nuevos índices para evaluar la agrobiodiversidad 1. *Agroecologia*, pp.109–115.

Martínez, R. 2008. Agricultura tradicional campesina: características ecológicas. Tecnología en Marcha, Vol. 21, N.° 3, P. 3-13.

Orias, J. 2010. Uso Actual y Valor Cultural de las Plantas Nativas Útiles en las Comunidades de Entierrillos y Santiago de las Frias del PN-ANMI Serranía del Iñao. Tesis de grado. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca Sucre, Bolivia. p. 80.

Quinlan, M. 2005. Considerations for Collecting Freelists in the Field: Examples from Ethobotany. Field Methods, Vol. 17 (3). p. 219-234.

Serrano, M. 2003. Estructura y Composición de Bosques Montanos Subtropicales y sus Implicaciones para la Conservación y el Manejo de los Recursos Forestales Serranía del Iñao, Bolivia. Tesis de Maestría. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 15 -17.

Terán, H.M. 2010. Valoración Cultural de las Plantas Silvestres Útiles en las Comunidades de Azero Norte y Bella Vista del PN ANMI-Serranía del Iñao Departamento de Chuquisaca. Tesis de grado. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca Sucre, Bolivia. p. 141.

CONOCIMIENTO LOCAL DEL PLÁTANO Y SU IMPORTANCIA EN LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Gerónimo G. Aguirre G. Ibarra
UMSS-FCAyP Departamento de Fitotecnia-Laboratorio de Biotecnología
E-mail: gladyscaranavi@gmail.com

Resumen

El plátano en Bolivia, es un cultivo olvidado dentro de las estrategias gubernamentales que contribuyen a la seguridad alimentaria, a pesar de que se encuentra en el cuarto lugar de importancia después del arroz, maíz y trigo; la mayor parte de esta producción es utilizada como alimento básico por comunidades asentadas en las zonas bajas de los departamentos de La Paz, Cochabamba, Santa Cruz, Beni y Pando. En Bolivia se han ido conservando una valiosa diversidad de cultivares de musáceas, naturalizados y adecuadamente adaptados, algunos con un alto valor potencial alimenticio-económico y como fuente de riqueza genética para realizar fitomejoramiento. Dentro del conocimiento local se ha podido recolectar 8 variedades de plátano con sus propias características morfológicas, además de la recopilación de saberes y conocimientos populares ligados a la utilización de este producto.

La caracterización de las poblaciones de plátano en el presente estudio, tuvo como objetivo determinar el estado en que se encuentra un determinado cultivo y definir qué especies contienen y cómo se reproducen. Las especies se identifican con base en sus características taxonómicas y su estrategia reproductiva; y se determina analizando la genética y la dinámica de las poblaciones

Introducción

En las zonas bajas de Bolivia, se ha ido conservando una valiosa diversidad de cultivares de musáceas, naturalizados y adecuadamente adaptados a las condiciones de nuestro país, algunos con un alto valor potencial alimenticio-económico y con una fuente de riqueza genética para realizar fitomejoramiento, los cuales por falta de conocimiento en el manejo, la conservación y el uso sostenible, se van perdiendo, erosionando o extinguiendo por diversos factores bióticos y abióticos.

Sin embargo a pesar de la importancia estratégica del plátano en la seguridad alimentaria del poblador andino-amazónico de bajos recursos, existe una creciente demanda en los centros urbanos al ser un componente importante en la comida rápida, poco o nada se ha hecho para mantener su productividad de una manera adecuada, existiendo a la fecha una serie de problemas que afectan al cultivo del plátano como el ataque de enfermedades, plagas y prácticas agronómicas empleadas inadecuadamente que provocan un paulatino deterioro del cultivo, lo cual predice la posibilidad de tener serios problemas en situaciones futuras, al no generar alternativas que contribuyan a un buen manejo de este cultivo benéfico.

La caracterización de las poblaciones de plátano, tiene el objetivo de determinar el estado en que se encuentra un determinado cultivo y definir cómo se distribuyen las poblaciones dentro del ecosistema, qué especies contienen y cómo se reproducen. Para saber si las poblaciones están concentradas o dispersas habrá que hacer visitas exploratorias al agroecosistema y complementarlas con la información existente. Las especies se identifican en base a sus características taxonómicas y su estrategia reproductiva se determina analizando la genética y la dinámica de las poblaciones (http://www.ipgri.cgiar.org/Publications, 2003).

El objetivo del presente trabajo fue recolectar las variedades locales de plátano (*Musa* AAB) y caracterizar morfológicamente según criterios técnicos y locales en la Provincia Nor Yungas del departamento de La Paz y en la Provincia Chapare del departamento de Cochabamba, Seleccionar las variedades de plátano según criterios locales y características establecidas por los productores y

revalorizar las variedades de plátano (*Musa* AAB), en cuanto al uso medicinal, alimenticio y como materia prima.

Materiales y Métodos

Ubicación del estudio

Las zonas de estudio se ubican en dos regiones tropicales de Bolivia, en el departamento de La Paz en la Región de Alto Beni en las comunidades de Palos Blancos, San Miguel de Huachi y Puerto Carmen, zonas que presentan un sistema de cultivo diversificado, entre los cuales están: cítricos, cacao, café, arroz, yuca, etc.; con suelos muy delicados y susceptibles a la erosión, de clima cálido y húmedo, con precipitaciones anuales de 1,150 a 1,650 mm, temperatura media anual de 28ºC y una humedad relativa media anual del 80% (SENAMHI, 2010).

Otra zona se ubicó en el departamento de Cochabamba en la provincia Carrasco, en los Municipio de Puerto Villarroel (Valle Sajta), Bulo Bulo y Chimore, con una temperatura de 22–24°C y una precipitación de 4,000 a 6,000 mm.

Materiales

Material vegetal

El Material vegetal utilizado son plantas de plátano, recolectadas de plantaciones existentes en las dos zonas de estudio.

Materiales de campo

Machete, navaja, podadera, pala pequeña, flexómetro, listón delgado de madera de 2.30 m, letreros para identificación de variedades, cuaderno de campo, canastas para la recolección de fruta, papel periódico, sacos de tela, cámara fotográfica digital, material de escritorio, calibrador Vernier, cuerda delgada.

Material de Gabinete

Tablas técnicas para toma de datos en campo y encuestas con los productores, guías teóricas para la toma de datos en campo, planillas del test sensoriales para la degustación de las variedades de plátano en fresco.

Metodología

La metodología utilizada para la caracterización morfológica de líneas obtenidas se basó en la lista de descriptores para el Banano (IPGRI-INIBAP/ CIRAD, 1996). Tomándose en cuenta 65 caracteres correspondientes a la planta, yema e inflorescencia masculina, hojas, pseudotallo, flores y frutos; se hizo énfasis en los descriptores altamente discriminantes y que muestren diferencias entre las variedades obtenidas, complementadas con encuestas a productores para la caracterización y uso de las variedades de plátano de acuerdo al conocimiento local y a las características cualitativas y cuantitativas (Franco e Hidalgo, 2003).

Procedimiento de campo

Se seleccionó parcelas de las zonas productoras de plátano para luego realizar visitas y entrevistas a los productores, para identificar las diferentes variedades locales establecidas en el lugar. Esta selección se basó también en información secundaria, aportada por los productores y en base a la opinión de mujeres que aplican su conocimiento a la explotación de las cualidades del plátano en cuanto a la preparación de alimentos y sus usos cotidianos.

Resultados y Discusión

Se recolectaron 8 variedades de plátano en las dos zonas de estudio, las mismas que se detallan en el Cuadro 1.

Cuadro 1.Variedades de plátano recolectadas

Variedades de Plátano	Municipios
Criollo	San Miguel de Huachi-Puerto Villarroel
Postre común	San Miguel de Huachi
Postre rojo	Palos Blancos (Porvenir) –San Miguel de Huachi.
Turco o bellaco	San Miguel de Huachi
Señorita Tallo rojo (papancha) Tallo verde Hawayana	Puerto Carmen – San Miguel de Huachi San Miguel de Huachi-Puerto Villarroel Bulo bulo Chimore. Palos Blancos- Porvenir Palos Blancos (Porvenir)

Características Morfológicas

Las características evaluada para la diferenciación de las variedades de plátano fueron: altura de planta, diámetro del pseudotallo, número de hojas funcionales a la floración y cosecha, infección a la *Sigatoka*, peso del racimo, número de dedos por racimo, peso del dedo central, grosor del dedo central. En cuanto a la longitud de la capota, la variedad 7 (tallo verde) presenta el valor más bajo con solo 90 cm, en tanto que las variedades V6 y V2 (tallo rojo y postre común), reportan los valores más altos 140 y 138 cm respectivamente; a mayor longitud se tiene mayor ancho de la capota, al estudiar la longitud del tépalo simple las variedades que sobresalen con los valores más altos son las variedades V4 (bellaco) y V7 (tallo verde) con 3,3 cm y 3 cm respectivamente y al valor más bajo se encuentra en las variedades V1, V5 y V6 , tal como se observa Cuadro 2.

Cuadro 2. Caracterización morfo agronómica de las variedades de plátano (*Musa* AAB)

Variedades	Criolla	Postre común	Postre rojo	Turko o bellaco	Señorita	Tallo rojo	Tallo Verde	Hawayana
Descriptores	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Altura planta cm.	350	400	260	368	377	380	300	335
Diámetro del pseudotallo cm.	16	21	14	17	18	16	15	12
Longitud del peciolocm.	44	55	43	50	54	38	60	45
Longitud de hoja cm.	215	209	175	193	240	224	195	210
Ancho de hoja cm.	80	75	75	75	98	87	73	63
Número de hojas a la floración	4	10	6	7	9	10	8	8
Número de hojas a la cosecha	4	8	3	10	7	8	6	3
*Infección por Sigatoka	1	1	1	1	1	1	1	1
*Presencia de nematodos	1	1	1	1	1	1	1	1
*Presencia de insectos	1	0	1	0	1	0	0	1

** Para estos 3 descriptores que representan a la presencia de agentes patógenos se tomaron los valores de 0 = donde no existe presencia y 1 = con presencia de patógenos.*

Las características que contribuyeron a la diferenciación entre las variedades de plátano fueron los siguientes: altura de planta, diámetro del pseudotallo, número de hojas funcionales a la floración y cosecha, infección a la *Sigatoka*, peso del racimo, número de dedos por racimo, peso del dedo central, grosor del dedo central,

Evaluación del racimo por variedad

A la evaluación del racimo la variedad V1, presenta el mayor peso de racimo con 19 kg, seguido por las variedades V5 y V2 con 16 kg y 14.2 kg respectivamente. El número de dedos por racimo fue mejor en V5 con 134 dedos/racimo, siendo la variedad V4 la que tuvo sólo 32 dedos/racimo. Los descriptores más representativos del dedo central del plátano en el cual el peso de la variedad V4 es mayor con 218 gr. en comparación con V6 que sólo pesó 118 gr. Tal como se detalla en Cuadro 3.

Cuadro 3. Evaluación cuantitativa del racimo de variedades de plátano (*Musa* AAB).

Descriptor	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
Peso del racimo kg.	19	14.2	10.5	9.5	16	12.5	12.5	7
Grosor del raquis cm	6	4	5	4.7	6	6	5	3.8
Longitud del raquis cm.	117	101	96	102	190	145	100	50
Numero de dedos por mano	12	15	12	6	18	14	10	10
Numero de manos por racimo	9	7	6	6.5	9	7	5	6
Numero de dedos por racimo	96	67	60	32	134	94	56	29

El Cuadro 4, muestra los resultados del ensayo físico-químico de las variedades de plátano en estudio. Entre los valores más representativos, se tiene que V7 contiene 152.84 Kcal/100g de fruta de valor energético en comparación a V6 que sólo tiene 135.05 Kcal/100g.

Cuadro 4. Valor nutricional de las variedades de plátano ensayo físico-químico y grados Brix.

Variedades Parámetros	V1 Criolla	V2 Postre normal	V3 Postre rojo	V4 Turko	V5 Señorita	V6 Tallo rojo	V7 Tallo verde	V8 Hawayana
Humedad (%)	58,03	58,42	59,62	59,68	60,83	61,41	56,54	59,59
Proteína (%)	1,63	1,21	1,26	1,14	1,09	1,22	1,67	0,99
Grasa (%)	0,07	0,06	0,06	0,04	0,05	0,05	0,11	0,07
Ceniza (%)	1,20	1,06	1,10	0,99	1,07	1,06	1,04	0,87
Hidratos de carbono (%)	39,07	37,46	37,96	38,14	36,69	36,26	10,64	38,48
Valor energético (Kcal/100g)	146,71	142,48	141,39	141,47	137,14	135,05	152,84	142,44
Azucares totales (%)	1,11	7,77	5,04	15,86	14,14	4,30	12,51	1,63
Potasio (Mg/100g)	412,21	427,52	438,15	449,09	446,45	444,75	429,65	416,45
Grados Brix (ºBrix)	30	29	28	30	29	27	27	30

Fuente: Laboratorio del Centro de Alimentos y Productos Naturales de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la UMSS, 2012.

Las variedades 1, 4 y 8 tienen los valores más altos con respecto a los Grados Brix. El análisis de grados Brix (ºBrix), realizados en la Carrera de Ingeniería Agronómica en el Programa de Agroindustrias, con el uso de un refractómetro de precisión a diferentes días de maduración, los días de maduración varían desde 14 a 20 días de maduración en ambiente controlado.

Recopilación de Saberes Populares

Los usos que tienen los plátanos son: alimenticio, medicinal e industrial de acuerdo a necesidades y oportunidades. La mujer en zonas bajas tiene amplio conocimiento del uso del plátano, para la alimentación, tiene una amplia gama de preparados, según las entrevistas realizadas.

Cuadro 5. Uso culinario de la gastronomía del plátano en zonas bajas de Bolivia.

Cheruje: especie de lagua de harina de plátano con yuca. Masaco de plátano verde molido en tacú con charque o chicharrón. Masaco de plátano maduro molido en tacú con queso o charque. Jacuo: plátano cocido en olla Plátano a la brasa. Plátano al horno Pasoca: harina de plátano verde con charque Payuje: plátano maduro cocido en olla luego mezclado con leche Harina de plátano más leche. Chipilos: en rodajas y de plátano verde. Tortilla de plátano: pastel casero con fruto maduro. Mermelada de plátano sobre maduro. Plátanos acaramelados: con Coca-Cola. Arañitas de plátano verde (chipilos). Lentejas con charque y plátano: (majadito). Arroz ala valenciana con plátano verde a maduro.	K'isa de plátano: plátano maduro en rodajas secado al sol Vinagre de plátano. Locro: caldo de gallina con plátano y arroz. Majau: arroz aguado con filamentos de charque y plátano frito Pan de arroz: pan al horno hecho de arroz y queso en hojas de plátano. Chipilo: plátano o guineo verde en rodajas, frito. Patascas: plátano cosido frito (turko) Sancocho de bolas: caldo con bolas tipo relleno de plátano. Agua de plátano: refresco de plátano ---sobre madurado con canela. Sopa de plátano con cola de lagarto. Plátanos maduros con miel de chancaca. Revueltos de plátano con queso. Ensalada de bellota de plátano. Api de plátano sobre maduro. Puré de plátano frito. Sopa de plátano verde con cabeza de pescado (surubí o pescado real)

Estas recopilaciones son saberes populares en cuanto al uso y preparado de los alimentos, teniendo como ingrediente principal base al plátano de freír o plátano macho. Este resultado de la encuesta, es corroborado por Revollo (2000), que sostiene la importancia de este cultivo en la dieta alimenticia y confirma la diversidad de preparados culinarios que se puede hacer con este cultivo.

Uso medicinal

Dentro de los usos medicinales, el plátano también es muy apreciado en el campo local de la medicina, porque desde hace mucho tiempo se experimentan con las propiedades medicinales del fruto y otras partes del plátano, como se observa en los siguientes ejemplos:

Para la digestión, hipertensión, corazón, nervios; las flores del plátano y las rebanadas del eje del racimo, puestas en infusión aseguran un buen sudorífico y un buen antigripal. El consumo de plátano evita la depresión, la hiperactividad y elimina las migrañas. Comer a media mañana un plátano, como remedio para combatir la fatiga resulta una merienda energizante.

Para el descongestionamiento de las vías respiratorias, para calmar el sistema nervioso, prevenir la debilidad y el raquitismo, es laxante, cura las afecciones urinarias, tiene un gran poder nutritivo y se usa para matar bacilos de la tuberculosis, contra la peste, contra el alcoholismo. (Comunicación personal con Fernando Patty Chambi, San Miguel de Huachi – Alto Beni)

El uso del plátano como remedio para las verrugas. El almidón previene la formación de úlceras estomacales y reduce el colesterol. Es una fuente importante de potasio para el buen funcionamiento del corazón. En caso de diarrea severa, se aconseja consumir plátanos de postre con pan blanco (Comunicación personal del Sr. Rubén Soto en entrevista con Ronald Ibarra).

Para malestares en los riñones, el consumo del plátano es muy útil para limpiarlos por su escaso contenido de proteínas. Con las flores del plátano

se prepara una infusión de entre 8 a 10 gramos por una taza de agua y se la toma frecuentemente por 5 a 8 días o hasta que desaparezcan los síntomas de la tos (Comunicación personal de la Sra. Eleonora Zurita).

Conclusiones

De acuerdo a los objetivo planteados y la información recopilada se concluye que los plátanos constituyen una base importante en la alimentación de las zonas en estudio siendo este producto el que se incluye diariamente en la dieta alimenticia y es parte de la gran diversidad de preparados culinarios existentes y apetecibles. Los usos más comunes del plátano de freír son en su mayoría de uso alimenticio (seguridad alimentaria), existiendo aspectos relativamente poco difundidos del conocimiento en la utilización como medicina, pero casi nada del uso como materia prima para la rama industrial.

Según el análisis físico-químico de la composición de los nutrientes existen diferencias entre las variedades, teniendo a la variedad 7 (tallo verde) como la variedad con mayor porcentaje de proteínas de 1,67 % y alto valor energético de 152,84 Kcal.

El rescate de conocimiento local es tan amplio y útil en las comunidades en estudio que aprovechan al máximo las propiedades del plátano tanto para el uso alimenticio como para el uso medicinal, concluyendo que combinan la sabiduría ancestral y además van rescatando y ampliando sus conocimientos para ayudar de sobremanera a los productores de estas comunidades que brindaron su colaboración en la recopilación de información.

Las formas y sabores de los plátanos existentes en las regiones en estudio, muestran la gran variabilidad morfológica y genética en nuestro medio.

Referencias citadas

IPGRI – INIBAP/CIRAD, 1996. Descriptores para el banano (*Musa* spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma – Italia. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier – Francia y el Centre de cooperation internationale en recherche agronomique pour le developpement, Montpellier – Francia. 60p.

SENAMHI- UAB (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología- Universidad Autónoma del Beni). 2002. Informe mensual. BN. 15 p.

FRANCO, T. L. e HIDALGO, R., 2003. Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. Boletín técnico nº 8, Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). Cali, Colombia. 89 p.

REVOLLO, F., 2000. Feria industrial de pequeños productores. La palabra del Beni. Trinidad. BO, oct. 30: 15

CONTRIBUCIÓN DE LA AGROBIODIVERSIDAD A LAS ESTRATEGIAS DE VIDA DE FAMILIAS CAMPESINAS EN EL ALTIPLANO NORTE Y CABECERA DE VALLE DE LA PAZ

Eliseo Mamani, Rolando Oros, Ximena Cadima
Fundación PROINPA
e.mamani@proinpa.org

Resumen

Se realizó un estudio para valorar la contribución de la agrobiodiversidad en las estrategias de vida de las familias campesinas del altiplano y cabecera de valle de la provincia Camacho de La Paz, evidenciando que las familias se dedican a múltiples actividades además de la agricultura, donde la migración temporal es una actividad muy importante para la generación del 41% de ingresos. En cambio la agrobiodiversidad es la base principal de la alimentación familiar, a la que contribuye con más del 80% dependiendo de las cosechas de hasta 28 cultivos. Los cultivos clave (de uso diario y alimento principal) son la papa en las alturas y el maíz en las cabeceras de valle. Una fracción de la producción se destina a relaciones de reciprocidad tradicional como el trueque, regalo a familiares y alimento para animales, además de prácticas más contemporáneas como la venta cuya proporción varía en función de la abundancia o escases de la cosecha.

Palabras clave. *Papa, conservación, in situ, agro ecosistemas, agricultores*

Introducción

Los agricultores desarrollan múltiples estrategias de vida que incluyen el uso de recursos naturales, mantener relaciones y redes sociales familiares y comunales, y el comercio y trueque de productos agrícolas (Lambrigger 2007, Comunidad Andina 2011). A ello se suma la migración permanente o estacional de algunos miembros de la familia como parte de las estrategias para obtener dinero o bienes que son un aporte importante en el ingreso familiar (González 2009). La agrobiodiversidad juega un papel importante dentro de las estrategias múltiples de los agricultores, pero no es fácil establecer su real contribución. Con el objetivo de entender y visualizar mejor esa contribución, se realizó un estudio en comunidades campesinas de la provincia Camacho del departamento de La Paz, cerca de la ribera norte del Lago Titicaca.

Materiales y métodos

Para la investigación se consideraron nueve comunidades ubicadas en dos pisos ecológicos bien diferenciados: altiplano entre una altitud de 3825 a 4200 m y cabecera de valle de 3100 a 3900 m. Siete de las nueve comunidades fueron seleccionadas del altiplano, a orillas del lago Titicaca la comunidad Santiago de Okola, y de la puna Chojasquia, Canllapampa, Vencalla, San Miguel de Tacaraca, Jutilaya y Cariquina Grande. En el piso ecológico cabecera de valle se consideraron las comunidades San Pedro de Punama y HuyuHuyu.

Las metodologías utilizadas fueron encuestas, talleres participativos, estudios de caso y observación participante a las familias en sus actividades y visita a ferias rurales, para recabar información de un total de 57 familias que se consideraron como muestra de un universo de 250 que componen las nueve comunidades seleccionadas.

Mediante encuestas se levantó información socioeconómica, agrobiodiversidad, sistemas de producción y seguridad alimentaria. Para precisar los datos se recurrió a estudios de caso con tres familias, una por cada zona ecológica, y la información registrada fue consumo familiar de alimentos en dos épocas: abundancia (octubre – enero) y escases de alimentos (abril – julio).Para validar la información registrada en las encuestas, se realizaron talleres participativos con las familias y visitas a las ferias acompañando a las familias de estudio de caso, específicamente a las señoras, para observar y registrar los productos que son adquiridos para el consumo familiar.

Resultados y discusión

Características de las familias

Las familias en estudio, están compuestas en promedio de 4,6 integrantes, con un rango de 2 a 8 integrantes, de los cuales 3 a 7 son hijos de 9 meses hasta 17 años. El 66% de las familias son encabezados por hombres (padres), y en menor porcentaje por mujeres (madre) y por hijos. La edad de los jefes de familia oscila entre 30 a 75 años.

La mayoría de las familias están compuestas por ambos padres de familia, los cuales tienen diferentes niveles de escolaridad, pero la mayoría solo ha cursado hasta el nivel primario. En especial las mujeres tuvieron menos oportunidad de asistir a la escuela.

Las familias se dedican a múltiples actividades, la agricultura, artesanía, comercio, pesca, albañilería y otros. La agricultura para el 100% de las familias se constituye en la principal actividad, sin embargo hombres y mujeres complementan con otras actividades.

Las mujeres, además de la agricultura, se ocupan de las labores de casa, cuidado de los niños, preparación de alimentos y frecuentan las ferias locales para adquirir productos alimenticios. Algunas mujeres migran a otras regiones en busca de trabajo como lavanderas, servicios domésticos, niñeras y en pocos casos también se dedican al comercio en épocas donde no hay una actividad agrícola fuerte (noviembre, diciembre, enero y parte de febrero).

Los varones migran temporalmente (3 a 4 meses) a otras regiones (ciudades y yungas) en busca de trabajo como albañiles, comerciantes, cosechadores de coca, cargadores u otros trabajos eventuales, especialmente en los meses de diciembre, enero y febrero. Los niños también aportan en las actividades agrícolas y el pastoreo de los animales, principalmente los fines de semana y en las vacaciones de la escuela.

Agrobiodiversidad útil para la alimentación

Las familias siembran una amplia diversidad de especies cultivadas y variedades útiles para la alimentación. En las comunidades del altiplano (zona Puna) se cultivan 10 especies entre tubérculos, granos y leguminosas, mientras en las comunidades de cabecera de valle se cultivan hasta 28 especies, y en Santiago de Okola (altiplano a orillas del lago Titicaca) se cultivan 19 especies (Cuadro 1). Estas diferencias se atribuyen a que las condiciones medio ambientales son más favorables en cabecera de valle, donde el clima va de templado a frío conforme al nivel altitudinal de 3100 a 3900 m, y aproximadamente el 20% de las tierras cultivadas tienen acceso a riego, estos factores hacen que las familias cultiven mayor número de especies entre tubérculos, granos, leguminosa, hortalizas y frutas. A orillas del lago a 3820 m de altitud, también se tiene un mejor clima, gracias a la influencia del lago en la humedad del ambiente y suelo, que favorecen a otros cultivos que en altiplano puna.

Cuadro 1. Especies cultivadas útiles para la alimentación familiar

Altiplano Puna	Altiplano Orillas del lago		Cabecera de valle	
Papa	Papa	Manzanilla	Papa	Tumbo
Oca	Oca	Toronjil	Oca	Granadilla
Isaño	Isaño	Perejil	Isaño	Lacayote
Papalisa	Papalisa	Huacataya	Papalisa	Aricoma
Quinua	Quinua	Hierba Buena	Haba	Racacha
Tarwi	Tarwi		Arveja	Locoto
Haba	Haba		Cebada	Perejil
Arveja	Arveja		Maíz	Apio
Cebada	Cebada		Trigo	Acelga
Cebolla	Maíz		Cebolla	Ajo
	Trigo		Lechuga	Tarwi
	Cebolla		Repollo	Zanahoria
	Repollo		Durazno	Frejol
	Frutilla		Manzana	Nabo

También se evidenció una diversidad importante dentro de cada cultivo. La papa es el cultivo que se destaca con mayor diversidad en las tres zonas, oscila entre 29 a 244 variedades en las diferentes comunidades, asimismo la oca se muestra con una diversidad intermedia que va de 7 a 16 variedades, y las demás especies papalisa, isaño, quinua, tarwi, haba, arveja, cebada, maíz y trigo tienen menor a 10 variedades, y las hortalizas, frutales y raíces una sola variedad. La amplia diversidad de papa encontrada confirma la situación de origen y diversidad de este cultivo en la zona circundante al Lago Titicaca (Ochoa, 2001).

Los cultivos considerados principales en la alimentación de las familias tanto en cabecera de valle como en el altiplano, son los tubérculos como la papa y oca. En cabecera de valle, tienen además otras opciones de acuerdo a la época del año, como las frutas y hortalizas.

Destino de la producción

Los agricultores establecen sus cultivos en pequeñas parcelas, que oscilan desde 10 hasta 6000 m^2. La mayor superficie es destinada para la producción de papa en el altiplano, el 49% en Puna y 42% a orillas del lago. En cabecera de valle, el cultivo de papa ocupa 13% de superficie, mientras el maíz que ocupa el 28%. Varias de las especies, particularmente en la cabecera de valle, son dispuestas en policultivos combinando dos a cuatro especies. En cada cultivo y zona la producción varía debido a diferentes factores que influyen la productividad, como plagas, enfermedades, heladas y granizadas.

La producción anual obtenida por las familias, es destinada a diferentes fines en función a la cantidad disponible y según la época. En la figura 1 se pueden comparar los porcentajes de la producción destinada a los diferentes fines.

En época de escases (octubre–enero) las familias consumen mayormente papa y en pequeñas proporciones haba seca, chuño, caya y tunta. En la época de abundancia (abril - julio), existe mayor disponibilidad de productos, como tubérculos, leguminosas, granos, hortalizas y frutas, estos últimos en el mes de febrero en la zona de cabecera de valle.

En términos porcentuales en época de abundancia la producción total destinada al autoconsumo disminuye en relación a la época de escases de 70 a 57%; se mantiene el porcentaje destinado al trueque (15%) en ambas épocas donde agricultores de la zona del altiplano viajan al valle para el intercambio de papa por maíz, o bien los agricultores del valle al altiplano para intercambiar maíz por chuño, y frutas por papa o chuño; también es igual el porcentaje de la producción destinado a la alimentación del ganado (5%) en ambas épocas; pero se incrementa el porcentaje destinado a la venta de 3% en época de escases a 10% en época de abundancia, dinero que es utilizado para comprar algunos requerimientos de las familias como materiales para los niños; similar situación sucede con el porcentaje destinado a regalo a familiares que se incrementa de 2 a 10%.

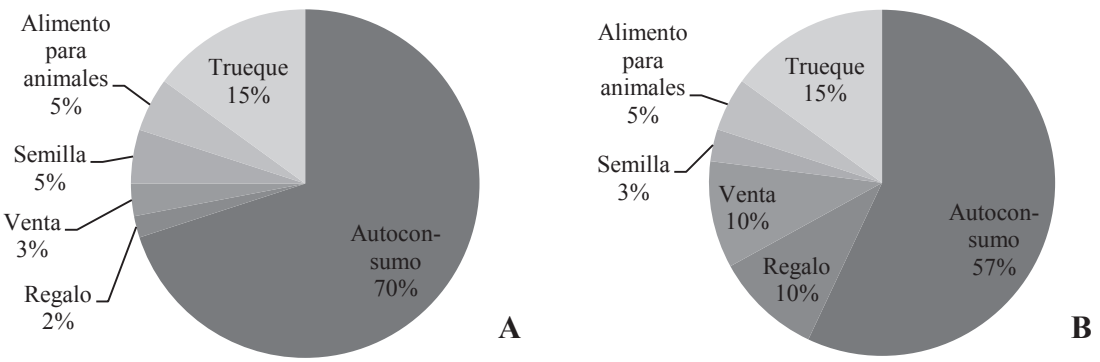


Figura 1. Destino de la producción A. época de escases y B. época de abundancia

En cuanto a semilla, el 5% de la producción es separada en la epoca de abundancia, a excepción de hortalizas que se vuelven a ser comprados y frutales que no necesitan al ser árboles. La semilla es sembrada en función al calendario agrícola, y en la época de escases se concluye con la siembra del 3%. La semilla se constituye en un patrimonio genético de las familias, gracias a ellas se vuelve a

tener la producción de alimentos que garantiza la sostenibilidad de las familias en el tiempo.

Esta información muestra la marcada dependencia de la alimentación familiar en la producción local. La diversificación de alimentos y su obtención mediante mecanismos de reciprocidad (trueque) también es una estrategia para la seguridad alimentaria familiar, como se ha visto en otras comunidades rurales (Orlove, 1986).

Composición de la dieta familiar y disponibilidad de alimentos en el tiempo

En términos de grupos de alimentos, la composición de la dieta familiar tanto en el altiplano como en cabecera de valle aparentemente es muy similar (Fig. 2), las diferencias se encuentran en el detalle de los productos consumidos. El 40% de la dieta está constituido por tubérculos (papa, oca, isaño y papalisa en altiplano, papa y oca en cabecera de valle), 20% por granos (quinua, cañahua y cebada en altiplano, y cebada, trigo y maíz en cabecera de valle) y 5% de leguminosas (haba, arveja, tarwi), todos estos productos producidos por las propias familias. Un 10 y 11% de la dieta corresponde al consumo de hortalizas (zanahoria, cebolla, lechuga, acelga, apio, perjil, tomate, locoto y otros) en el altiplano y cabecera de valle respectivamente, pero estas hortalizas son adquiridas en ferias rurales en el caso de las familias del altiplano y son producidas por las propias familias en el caso de las comunidades de cabecera de valle. El 15% de la dieta de las familias tanto de altiplano como de cabecera de valle está constituido por abarrotes (arroz, fideo, azucar, harina, café, cocoa, té, pan, aceite, y refresco) que son adquiridos de ferias, y el 2% de frutas, que en el caso de las familias de cabecera de valle son producidas por ellas mismas o son adquiridas en ferias o por trueque. El restante 8 y 5% de la alimentación de las familias de altiplano y cabecera de valle respectivamente es cubierto por alimentos de origen animal, que son charques de oveja y llama, carne de cerdo y cuy, además de queso, huevo, pescado (ispi, pejerrey y trucha), que provienen de la crianza de animales.

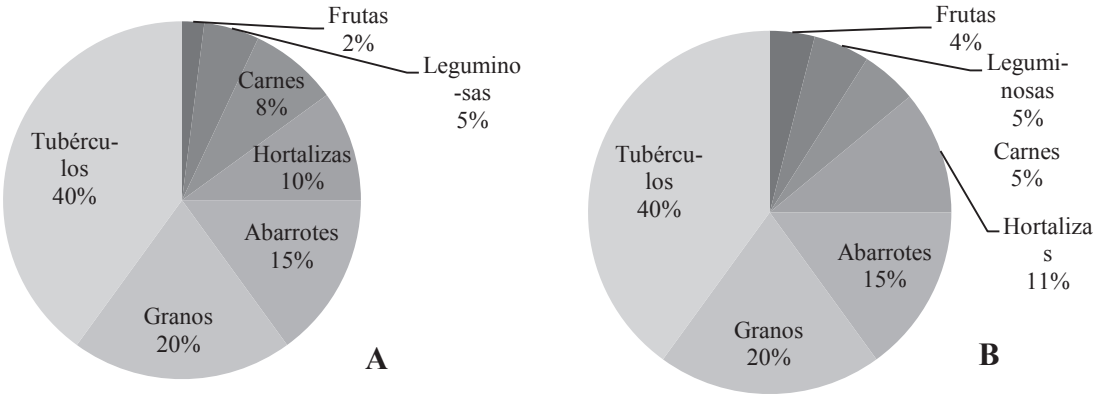


Figura 2. Principales productos en la alimentación de las familias A. comunidades del altiplano y B. comunidades de cabecera de valle

Las familias producen su propio alimento en una sola campaña agrícola, esta producción la distribuyen en el tiempo para que alcance en todo el año, según las características de cada producto. Los productos como ser los tubérculos (papa, oca, isaño y papalisa) en estado fresco solo disponen de 4 a 6 meses, esto obliga a los agricultores a transformarla papa en chuño y tunta, y la oca en *caya*, para contar con alimentos disponibles durante el año, en cambio los granos (trigo, maíz, cebada, arveja, haba seca, tarwi y quinua) estan disponibles los 12 meses. El resto de los alimentos como hortalizas frescas y frutas solo disponen en épocas de cosecha (3 a 5 meses al año).

Los datos reflejan que la disponibilidad de alimentos para el grupo de familias estudiadas aparentemente no cubre los requerimientos proteicos, pues el consumo de carnes y leguminosas no supera el 10% de la dieta familiar, lo cual confirma información previa sobre problemas nutricionales en las comunidades del altiplano boliviano (Mallea, 2010).

Las múltiples actividades de las familias, les permite generar ingresos económicos que van en complementar en la compra de alimentos cuando estos escasean. El 41% de los ingresos son generados por trabajos fuera de la comunidad (albañil, jornalero, transportista y otros), el 37% proviene de la venta de animales (bovino, ovino, camélidos y otros), el 8,8% de la renta dignidad, la agrobiodiversidad solo genera 6,5% y los restantes son complementados por la venta de artesanías, comercio y pesca. La agrobiodiversidad animal se constituye en el capital económico de las familias, mientras la agrobiodiversidad cultivada es fuente principal de la alimentación, y la migración temporal contribuye en la generación de ingresos económicos significativamente.

Manejo de cultivos en agroecosistemas

Las familias tienen un sistema de manejo de los cultivos. En muchas de las comunidades existen agroecosistemas manejados a nivel comunal más conocidas como *aynuq'as* y tambien otros manejados a nivel familiar conocidos como *sayaña, uyus*, y *q'uta irama*. El manejo de estos agroecosistemas forman parte de las estrategias de vida de los agricultores, porque estan distribuidos según la altitud y en cada sitio se siembran diversos cultivos lo cual garantiza la producción de los alimentos para la familia para los meses de escases (diciembre, enero y febrero). Asimismo la siembra de los diferentes cultivos en diversos agroecosistemas les permite mitigar riesgos de helada, sequía, granizada e inundaciones. Estos mosaicos de uso de la tierra, son prácticas de manejo de los recursos naturales que aplican los agricultores y que son comunes en diferentes contextos, particularmente en países en desarrollo, como medidas de adaptación a la dinámica ambiental que afectan el manejo de la biodiversidad a la escala de paisaje (Brookfield y Padoch, 2011).

El manejo de la rotación de cultivos en los agroecosistemas, es parte de la estrategia para reponer la fertilidad de los suelos y disminuir la difusión de plagas y enfermedades. En todas las zonas ecológicas y agro ecosistemas, la papa es el cultivo ordenador en el primer año, y los forrajes u hortalizas son el último cultivo en rotación antes de entrar al descanso cuyo periodo varía según el agro ecosistema de uno hasta 15 años, y en el caso de las *sayañas* donde no existe descanso.

Conclusiones

El uso de la agrobiodiversidad es la principal estrategia de vida de las comunidades campesinas del altiplano y de cabecera de valle de La Paz, contribuye en más del 80% de la seguridad alimentaria producida por las mismas familias, pero también genera beneficios económicos por la venta de productos que fluctúan en el año desde el 3% en época de escases hasta el 10% en época de abundancia.

En las comunidades de cabecera de valle la producción de papa y maíz, juegan un papel importante en la seguridad alimentaria, complementada por una diversidad de raíces andinas, hortalizas, frutas, tubérculos menores y cereales. En las comunidades a orillas del lago también la papa, maíz y la quinua se constituyen en fuente principal de alimentos, que es complementada con la pesca. En las comunidades de puna, la papa y oca, son los principales alimentos para las familias campesinas. El estudio destacó además un flujo e intercambio importante de productos entre comunidades de altiplano y de cabecera de valle lo cual posibilidad una mayor diversificación y acceso a alimentos.

En la época de abundancia existe mayor disponibilidad de alimentos para el consumo de las familias, mientras en la época de escases, la disponibilidad se reduce a productos transformados. Toda la producción es gracias al mantenimiento de semillas locales que les permite a las familias tener sostenibilidad alimentaria en el tiempo.

Referencias citadas

Brookfield H., Padoch C. 2011. Manejo de la biodiversidad en paisajes agrícolas espacial y temporalmente complejos. En: Jarvis D.I., Padoch C., Cooper H.D. (eds) Manejo de la agrobiodiversidad en los ecosistemas agrícolas. Bioversity International, Clumbia University Press. Roma, Italia. pp 357-381.

Comunidad Andina 2011. Agricultura familiar agroecológica campesina en Comunidad Andina. Una opción para mejorar la seguridad alimentaria y conservar la biodiversidad. Secretaría General de la Comunidad Andina. Lima, Perú.

González C. 2009. Estrategias de vida de familias

campesinas de cinco comunas de la provincia del Cachapoal. Tesis para obtener el título de socióloga. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Chile. Chile

Lambrigger J. R. 2007. Transformación de estrategias de vida de familias campesinas en Cajamarca, Perú como Consecuencia de las Actividades Mineras. Tesis presentada a la Facultad de Filosofía – Ciencias Naturales de la Universidad de Berna. Berna, Suiza.

Mallea I. 2010. Situación actual y prioridades básicas de la seguridad alimentaria nutricional en Bolivia. CienciAgro 2(1): 237-252.

Ochoa C.M. 2001. Las papas de Sudamérica. Centro Internacional de la Papa. La Paz, Bolivia.

Orlove 1986. Ventas y trueques en el lago Titicaca: Un test para perspectivas alternativas. En: Lecturas de Antropología y Cultural. La Cultura y Culturas. Universidad Nacional de Educación a Distancia Madrid 2010. Madrid, España.

DUPLICACIÓN CROMOSÓMICA Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE Y SEMILLA EN LÍNEAS DE *Bromus catharticus* (CEBADILLA)

Ruddy Meneses, Katia Ramírez, Karen Melgarejo, Jhonny Siles, Lorena Lazarte, Gino Aguirre
Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" (CIF)
Universidad Mayor de San Simón (UMSS)
E-mail de contacto: rmairupana@gmail.com

Resumen

A partir de trabajos de duplicación cromosómica en *Bromus catharticus* (cebadilla), el año 2009 se generaron líneas tetraploides de esta gramínea forrajera, especie de la pradera nativa de amplia difusión y gran importancia para la ganadería en la zona andina. Se trabajó con una variedad comercial (diploide 24x) generada en los años noventa por el CIF-UMSS, a partir de materiales del Ecuador. Aplicando colchicina se obtuvieron 28 líneas tetraploides (48x) las que fueron entregadas como plántulas por el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Agronomía de la UMSS al CIF. Este material, una vez multiplicada su semilla, fue evaluado en un ensayo sin réplicas (por la escasa cantidad de semilla disponible) en condiciones de campo en "La Violeta" (Tiquipaya, valle central de Cochabamba) durante el periodo 2011-2012; se destacaron 8 líneas en producción de forraje y semilla. Ese material fue evaluado en parcelas mayores en el periodo 2013-2014 en "La Violeta", bajo un diseño de bloques al azar. Dos líneas tetraploides sobresalieron sobre el resto y más aún sobre la variedad testigo, tanto en forraje como en semilla. Destaca la tolerancia al carbón, enfermedad a la cual se mostró altamente susceptible la variedad testigo. Se concluye que la duplicación cromosómica generó materiales sobresalientes frente a la variedad comercial testigo, lográndose dos líneas promisorias para ser liberadas como nuevas variedades de cebadilla para la zona andina de Bolivia.

Palabras clave. *Forrajes Nativos; Germoplasma Forrajero; Líneas Tetraploides.*

Introducción

La producción animal, a nivel de pequeño agricultor en el altiplano tiene como base alimenticia el forraje de la pradera nativa, es así que un 95% a 98% de la producción forrajera proviene de éste recurso. Las especies nativas de interés forrajero como el *Bromus catharticus*, *Festuca dolichophylla*, *Nassella pubiflora*, *Poa candamoana*, *Poa horridula*, *Poa buchtienii*, *Hordeum muticum*, *Trifolium amabile*, *Stipa s*pp. y otras, presentan buenas características forrajeras y potencial de desarrollo que ameritan un estudio a mayor detalle (Alzérreca, 1982).

La cebadilla (*Bromus catharticus*) es una forrajera nativa de amplia dispersión en las zonas altas de nuestro país, encontrándose en toda la región altiplánica, así como en las zonas de valle y cabeceras de valle. *B. catharticus* es uno de los principales componentes de los campos de la región andina en la época invernal, aportando a la producción de forraje en un período en que normalmente existe déficit del mismo.

B. catharticus se constituye en uno de los pastos nativos más cultivados en Argentina y es una de las pocas especies forrajeras nativas que se cultiva en Bolivia, Brasil, Chile, Ecuador, Perú y Uruguay e inclusive en el Sur de los Estados Unidos (Cladera y Pahlen, 1984); esta especie se asocia muy bien con otras forrajeras formando pasturas de óptima calidad en las cuales perdura por muchos años a causa de su gran producción de semillas y su destacado comportamiento en la resiembra natural (Wolff *et al*., 1996).

En cuanto a la calidad nutritiva, *B. catharticus* se destaca por un elevado contenido de proteína, calcio y fósforo en estado tierno en comparación a otras especies nativas de gran importancia y difusión, como por ejemplo la *Festuca dolichophylla* (chillwa). El Cuadro 1 compara datos sobre este aspecto nutricional, en ambas especies.

Cuadro 1. Composición nutritiva de dos especies forrajeras nativas en la zona andina de Bolivia (% sobre base seca)

Especie	MO	PC	EE	FC	ELN	Ceniza	Ca	P
Bromus catharticus	90.3	8.8	2.0	22.6	56.8	9.7	0.75	0.25
Festuca dolichophylla	-	7.6	1.5	38.2	40.8	5.9	0.24	0.19

Fuente: Adaptado de Alzérreca y Cardozo (1991). Referencias: MO = Materia orgánica; PC = Proteína Cruda, EE = Extracto Etéreo; FC = Fibra Cruda; ELN= Extracto Libre de Nitrógeno

La productividad y calidad forrajera de esta especie, así como la erosión genética a la que se encuentra sometida, son las principales causas que han conducido a la realización de colectas, conservación de semillas en bancos de germoplasma, estudios biológicos y genéticos, caracterización y evaluación agronómica de las colecciones. Se debe destacar especialmente la existencia de programas mejoramiento en algunas de las especies, que han dado lugar a cultivares que comienzan a utilizarse en la producción.

En su momento, en Bolivia, varias instituciones nacionales, con apoyo de la *Red de Pastizales Andinas* (REPAAN), han trabajado en la identificación de material genético de forrajeras nativas adaptadas, con potencial de recuperación de praderas y también para su conservación. Por otra parte, en los últimos años la biotecnología ha aportado varias metodologías y opciones técnicas para complementar los programas clásicos de fitomejoramiento. Entre otras técnicas, destacan el cultivo de tejidos, la hibridación somática, la variación somaclonal, la transgénesis y la de inducción a la formación de poliploides. En este último aspecto, son muchos los trabajos realizados en torno a la duplicación cromosómica, especialmente en géneros como *Paspalum*, *Triticum*, *Lolium* y *Festuca*, en los cuales, mediante tratamientos con colchicina, se ha logrado obtener plantas 4x autopoliploides, con el 100% de reproducción sexual. Un trabajo significativo es el de Myers (1939), con la poliploidizacion de *Lolium perenne* (*rye grass*) ya que marcó el inicio de la investigación sobre el efecto de la colchicina en la división celular, logrando obtener dos de las especies más importantes del género *Lolium*: *Lolium multiflorum* y *Lolium perenne*.

La variabilidad fenotípica que había encontrado con el tratamiento químico, demostró que no era aleatoria y que podía expresarse en las generaciones consiguientes, con lo que llegó a demostrar que eran fuertemente influenciados por el genotipo (Quarin, 2001).

Materiales y métodos

El base a conceptos biotecnológicos, a nivel de laboratorio, el año 2009 en el *Laboratorio de Biotecnología* de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias de la UMSS, Melgarejo K., efectuó un trabajo de duplicación cromosómica en materiales diploides de *B. catharticus*, a través de exposición a colchicina, bajo dos métodos: a) **Directo**: exposición directa de semillas a la colchicina; b) ***In vitro***: exposición de semillas desinfectadas a un medio de cultivo *in vitro* conteniendo colchicina (Melgarejo, 2009). Al término de este trabajo se obtuvieron plantines de 28 líneas de *B. catharticus*, duplicadas a nivel cromosómico, las mismas que fueron entregadas al CIF-UMSS.

A nivel de campo, en el ciclo agrícola 2011-2012, Siles J., realizó un trabajo preliminar de evaluación de las líneas tetraploides generadas por Melgarejo en el año 2009, verificando la estabilidad de la duplicación cromosómica, además de evaluar características fenológicas, rendimiento en forraje y producción de semilla (Siles, 2013). Se considera este trabajo como preliminar al haber sido realizado sin réplicas debido a la escasa cantidad de semilla disponible por línea.

En base a este último trabajo y con la cosecha de semilla de las líneas que se destacaron en el ensayo de Siles, en términos de sanidad, fenología y producción forrajera, se obtuvo semilla en cantidad suficiente para realizar

una evaluación en campo pero esta vez con repeticiones, bajo un diseño de bloques al azar, con el objetivo de evaluar la producción en forraje y semilla de 5 líneas sobresalientes de *B. catharticus* duplicado cromosómicamente, frente a una variedad comercial de *B. catharticus* diploide, como testigo, en este caso la variedad *Violeta*, generada en el CIF, en los años noventa, en base a germoplasma introducido del Ecuador.

Los trabajos de campo de los ciclos 2011-2012 y 2013-2114 se realizaron en el Centro de Investigación en Forrajes "La Violeta" que se encuentra situado en la tercera sección de la provincia de Quillacollo, en el valle central de Cochabamba. La zona se ubica a 2614 msnm; reporta una temperatura media de 16.5ºC, con mínimas promedio de 7.1ºC y máximas promedio de 26.0ºC. Los suelos son de pie de monte con relieve suavemente inclinado a plano; tienen fertilidad moderada a baja, con pH de 8.5 y bajo contenido de fósforo (4.2 ppm) y materia orgánica (1.8%). La textura prevalente es franco limosa. Como material vegetal se utilizaron líneas tetraploides generadas el año 2009 (Melgarejo, 2009), además del cultivar diploide *Violeta* (testigo). En los ensayos de campo, las variables de respuesta consideradas fueron el rendimiento de forraje en materia seca y la producción de semilla, además de aspectos agronómicos, fenológicos y de tolerancia al carbón (*Ustilago bullata*) de las líneas tetraploides frente al testigo diploide de *B. catharticus*.

En el ensayo del periodo 2011-2012 (Siles, J., 2013), se realizaron tres evaluaciones en forraje y una evaluación para el rendimiento en semilla, trabajando con 28 líneas de *B. catharticus* duplicadas a nivel cromosómico y una variedad diploide como testigo (cv. *Violeta*), aplicando un *diseño de bloques incompletos con una sola repetición* (Siles, M. 2005).

En el ensayo del ciclo agrícola 2013-2014, se trabajó con cinco líneas que sobresalieron en el periodo 2011-2012, determinando aspectos productivos (rendimiento en forraje y semilla), además de tolerancia al carbón y calidad de semilla producida. Como material vegetal se utilizaron las líneas tetraploides IV-236, DIR-237, IV-234, IV-235, e IV-244, además del cultivar diploide *Violeta* (testigo). La parcela experimental estaba compuesta por 10 surcos de 5 m de largo con una distancia de 30 cm entre surcos. Se utilizó un diseño de bloque al azar. Cada tratamiento fue repetido cuatro veces. Las comparaciones entre los rendimientos obtenidos, tanto en forraje como en semilla, se realizaron a partir de un Análisis de Varianza aplicando la Prueba de F al 5% de probabilidad estadística. Para la comparación de medias se aplicó la Prueba de Rango Múltiple de Duncan al mismo nivel de probabilidad estadística.

Resultados y discusión

La secuencia y resultados concretos de los tres trabajos que abarca el presente artículo es:

Año 2009: *Se generan, a nivel de laboratorio, 28 líneas de B. catharticus duplicadas a nivel cromosómico (tetraploides 48x).*

Ciclo 2011-2012: *Se evalúa en condiciones de campo las 28 líneas donde se destacan 8 por aspectos productivos y tolerancia al carbón.*

Ciclo 2013-2014: *Se evalúa en condiciones de campo 5 líneas donde se destacan 2 para posteriores trabajos tendientes a liberar una nueva variedad de Bromus catharticus*

El presente artículo limita la presentación de resultados a los dos trabajos de campo realizados a partir del material generado por Melgarejo el año 2009, considerando solamente aspectos productivos (rendimiento en forraje y semilla).

Trabajo del ciclo 2011-2012 (Siles, 2013):

Rendimiento en forraje: La Figura 1 muestra los resultados promedio de 3 cortes realizados, comparando cuatro líneas tetraploides que sobresalieron en el ensayo frente a la variedad testigo. Se evidencia las ventajas comparativas de las líneas tetraploides, superando a la diploide testigo, en un 60% si se compara la media de las cuatro líneas (2508 kg/ha) frente al rendimiento en forraje del cv. *Violeta*.

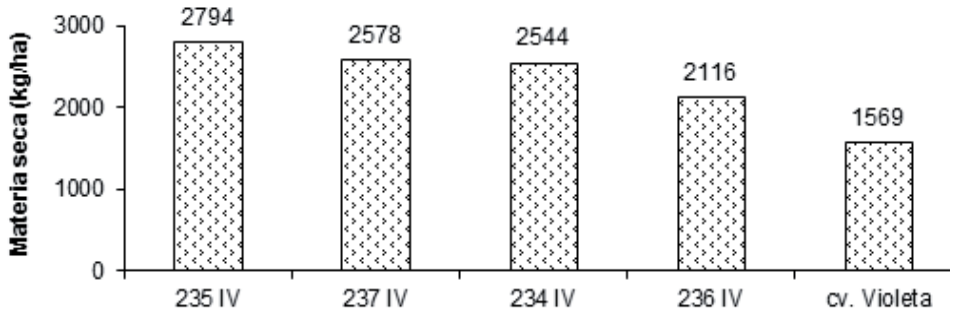


Figura 1. Rendimiento en forraje (promedio de tres cortes) de líneas tetraploides de Bromus catharticus y de la variedad testigo diploide (cv. Violeta)

Rendimiento en semilla: La Figura 2 muestra los resultados de la evaluación en semilla, comparando seis líneas tetraploides con rendimientos superiores (P 0.01 en la Prueba de t) a la variedad diploide.

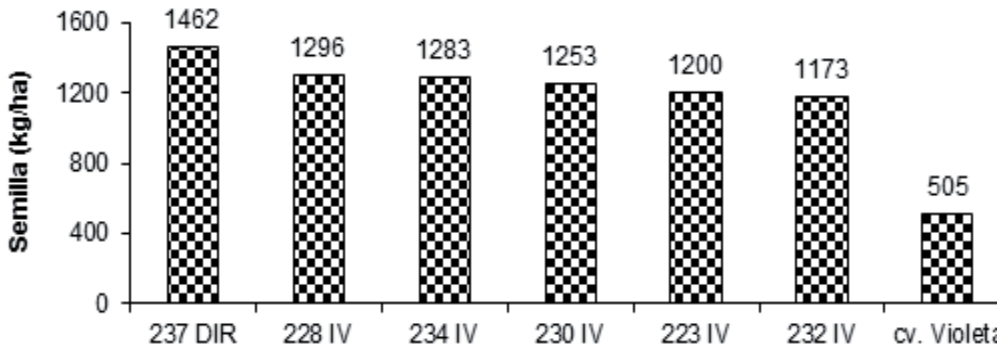


Figura 2. Rendimiento en semilla de líneas tetraploides *de Bromus catharticus y de la variedad testigo diploide (cv. Violeta)*

Además de la superioridad productiva, en semilla, de las líneas tetraploides, la tolerancia de las mismas al carbón de la espiga (*Ustilago bullata*) fue manifiesta frente al cv. *Violeta* que se mostró altamente susceptible al patógeno referido.

Trabajo del ciclo 2013-2014:

Si bien no hubo diferencias estadísticas significativas en el análisis de varianza, tanto para producción de forraje como de semilla, se evidencia tendencias de superioridad para ambos parámetros, en las líneas tetraploides frente a la variedad diploide, en especial para las líneas 237 DIR y 244 IV, las cuales, en producción de forraje en base seca, superan en un 7% y 5% a la variedad *Violeta*, respectivamente. Así, el Cuadro 2 presenta los resultados promedio para las evaluaciones realizadas en cinco líneas tetraploides seleccionadas de los trabajos del ciclo 2011-2012, considerando la producción de forraje (a partir de la media de dos cortes), y la producción de semilla.

Cuadro 2. Rendimiento en forraje y semilla para líneas tetraploides y una variedad diploide de Bromus catharticus, en condiciones del valle central de Cochabamba (ciclo agrícola 2013-2014)

Líneas / variedad	Producción de forraje en base seca (kg/ha)		Producción de semilla (kg/ha)	
	kg/ha	Duncan (P 0.05)	kg/ha	Duncan (P 0.05)
237 DIR	3799	a	w1538	a
244 IV	3689	a	1490	a
236 IV	3525	a	1275	a
234 IV	3116	a	1612	a
235 IV	3049	a	1272	a
cv. *Violeta*	3559	a	s/d	--
Promedio de las líneas tetraploides	**3436**		**1437**	

En producción de semilla el ataque del carbón de la espiga fue tan intenso en la variedad diploide, que no permitió evaluar su rendimiento por lo que no se tomó en cuenta el valor obtenido de la cosecha de las unidades experimentales para el análisis estadístico, solo fue posible cosechar una unidad experimental del mencionado cultivar, la misma que reportó un valor de 558 kg/ha, muy lejano a los valores obtenidos por las líneas tetraploides. Este aspecto debe resaltarse ya que la incidencia de esta enfermedad fue mínima en las cinco líneas tetraploides evaluadas.

Los resultados del ciclo 2013-2014 coinciden con los de Siles (2013), quién reporta a la línea DIR 237 con rendimientos superiores frente a las otras líneas tetraploides. Este incremento de producción de biomasa frente al testigo tiene lugar debido a la aptitud genética proveniente del ADN de las líneas tetraploides frente al cv. *Violeta* (diploide). Al respecto, Santiñaque (2009) menciona que frecuentemente se observa que las plantas poliploides son más grandes y vigorosas, debido a que sus células son más grandes, se dividen más lentamente y sus niveles de constituyentes bioquímicos son generalmente más altos, teniendo por consiguiente un aumento en la producción de biomasa y/o nutrientes. Cultivares tetraploides de *rye grass*, gramínea forrajera, han reportado rendimientos elevados y diferentes ventajas comparativas frente a cultivares diploides. Tal es así, que se ha observado una mayor tolerancia al pastoreo por poseer un mayor macollaje y mejor anclaje, resultante de su sistema radicular más extendido, del mismo modo, se adaptan mejor a ambientes con restricciones de suelo y clima, tolerando suelos con baja fertilidad, siendo poseedores de mayor rusticidad (Barembrug, 2004).

Las semillas cosechadas fueron sometidas a una prueba de germinación evidenciando un promedio de 88%. Cabe mencionar que la primera prueba de germinación que se realizó, luego de dos semanas de la cosecha, reportó valores bajos, efectuándose una segunda prueba a cuatro meses de la primera, reportándose los valores indicados, por lo que se infiere que esta especie presenta una dormancia durante los primeros meses pos cosecha.

Conclusiones

La duplicación cromosómica fue exitosa en la especie *Bromus catharticus* destacando la incidencia positiva en parámetros productivos y sobre todo fitosanitarios, en el presente caso en términos de tolerancia al carbón de la espiga.

Las líneas tetraploides generadas en laboratorio, superan en rendimiento (forraje y semilla) a la variedad diploide de la especie forrajera nativa *Bromus catharticus*, en condiciones de campo en el Valle Central de Cochabamba, destacando las líneas 237 DIR y 244 IV, las cuales deberían pasar a ensayos regionales en la zona alto andina, para eventualmente ser liberadas como nuevas variedades comerciales.

Referencias citadas

Alzérreca, H. 1982. Recursos Forrajeros Nativos y la Desertificación en las Tierras Altas de Bolivia. MACA, INFOL. Serie EE-40. La Paz, Bolivia. 31 p.

Alzérreca, H., Cardozo, A. 1991. Valor de los alimentos para la ganadería andina. Serie Técnica: IBTA/SR-CRSP/001.La Paz, Bolivia. 82 p.

Barembrug, A. 2004. Manual de forrajeras. Raigrás anual. Argentina. 32 p.

Cladera, J., Pahlen, A. 1984. Genetic and population study of esterase's on *Bromus catharticus* Vahl. Boletín de Genética del Instituto Fitotécnico de Castelar-Argentina. 85 p.

Melgarejo, K. 2009. Inducción a la autoploidia en tres especies forrajeras nativas del altiplano y valles de Bolivia. Tesis de grado. Lic. Biol. FCyT-UMSS. Cochabamba, Bolivia. 93 p.

Quarin, C. 2001. A rise of Ploidy Level Induces the Expression of Apomixis in *Paspalum notatum*. Journal of Sex. Plant Reprod. 13:243-249.

Santiñaque. 2009. Criometría de flujo. Un aporte a la selección de semillas. Manual de divulgación. IIBCE. Uruguay. p: 214-215.

Siles, J. 2013. Evaluación de la producción de forraje y semilla en líneas tetraploides de *Bromus unioloides* Kunth (cebadilla) en el valle central de Cochabamba. Tesis de grado. Ing. Agr. FCAyP-UMSS. Cochabamba, Bolivia. 81 p.

Siles, M. 2005. Diseño en bloques incompletos con una sola repetición en la evaluación preliminar de material avanzado en programas de mejoramiento genético de cultivos. **En:** Revista de Agricultura. UMSS FCAyP, CIF, PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 34: 39-45.

Wolff, R., Abbott, L., Pistorale, S. 1996. Reproductive behavior of *Bromus catharticus* Vahl. (cebadilla) natural and cultivated populations. J. Genet. & Breed. 50: 121-128.

EFECTO DE LA INOCULACIÓN DE MICORRIZAS EN EL DESARROLLO DE MAJO *(Oenocarpus bataua C. Martius)* EN CONDICIONES DE VIVERO FORESTAL

Armelinda Zonta, Fortunato Angola[2], Edson Corrales [3]
Directora Ejecutiva de IPHAE. [2] Responsable de investigación,
[3]Consultor independiente y especialista en análisis estadístico.

Resumen

El estudio hace referencia a la inoculación con micorrizas a las raíces de plantas y semillas de majo *Oenocarpus bataua* C. Martius. Una cantidad de micorrizas fueron producidas de forma controlada en el laboratorio de Rhizobiologia del Centro de Investigación Agrícola Tropical – CIAT en la ciudad de Santa Cruz y otra cantidad de micorrizas fueron extraídas de rodales naturales de majo en la amazonia, previo análisis en laboratorio de Rhizobiologia. La metodología aplicada consistió en utilizar 1200 bolsas de polietileno con medidas de 10 x 15cm a las cuales se llenó con sustrato cuya mezcla contenía 80% de tierra superficial del bosque y un 20% de arena de rio. El suelo superficial de bosque presentó una textura franco arcilloso limoso, con valores 5,5 de pH; 84 de conductibilidad eléctrica – C.E.; 2,2 total de bases intercambiables – T.B.I.; 3,1 capacidad de intercambio de cationes efectiva – C.I.C.E. y 2,5 de materia orgánica – M.O. Se evaluaron 6 tratamientos: T_1= Plántulas de Majo con inoculación de micorriza procedentes de Santa Cruz de la Sierra. T_2= Semillas de Majo con Inoculación de micorriza procedentes de Santa Cruz de la Sierra. T_3= Plántulas de majo con inoculación de micorriza con procedencia local (extraída de rodales naturales de majo en Riberalta). T_4= Semillas de majo con inoculación de micorriza con procedencia local, T_5= Plántulas de majo sin inoculación de micorriza. T_6= Semillas de majo sin inoculación de micorriza. Cada tratamiento contenía 200 plantas asignadas a 4 repeticiones, obteniéndose un total general de 1200 unidades de observación. Una vez inoculados los sustratos y con ellos las plantas y semillas de majo, a los 6 meses de la inoculación se realizó un muestreo al sustrato con la finalidad de estimar la abundancia de esporas. Mientras que para conocer el prendimiento de las esporas y el desarrollo de hifas en las raíces de las plantas se realizó un muestreo destructivo llegándose a determinar el mejor promedio porcentual de prendimiento y desarrollo de hifas. Así mismo mediante el muestreo destructivo de 8 plantas por tratamiento se determinó la biomasa seca aérea y radical. Se utilizó el diseño estadístico no paramétrico de Kruskal-Wallis y ANOVA de una vía. Los resultados muestran que; la colonización proporcional promedio de esporas, hifas y arbúsculos difiere entre los tratamientos, así mismo existe diferencia entre la biomasa seca de los tratamientos, en tanto que la biomasa de la raíz presenta similitud entre tratamientos, a su vez la asimilación de agua por parte de las plantas entre los tratamientos es diferente. Se concluye que las esporas de micorrizas procedentes de Santa Cruz colonizan raíces de plantas ya desarrolladas, así mismo las hifas y arbúsculos de estas micorrizas se encuentran en mayor proporción, pero en raíces de plantas que se desarrollaron en las bolsas a partir de semillas, éstas mismas presentan mayor peso promedio respecto a su biomasa aérea y radical seca además de la asimilación de agua. Se recomienda para plantaciones de majo, producir en condiciones controladas el biofertilizante a base de hongos micorrizos con procedencia de Santa Cruz, el inoculante obtenido podría contener entre 30 a 40 esporas por $cm^{3.}$, significando ello entre 200 y 300 % de concentración adicional de esporas y aplicarlos preferentemente a plantas y semillas de majo.

Materiales y métodos

El estudio fue desarrollado en el área urbana del Municipio de Riberalta, Provincia Vaca Diez del Departamento del Beni – Bolivia. La temperaturas promedio es de 27 ºC; una precipitación promedio de 1700 mm/año con 7 meses con lluvias y 5 meses con reducidas precipitaciones.

La micorriza local contenía 10 esporas en 1 gr de suelo inoculante; la micorriza introducida y producida en laboratorio de Rhizobilogía del CIAT, contenía 30 esporas en 1 gr de suelo inoculante. A la par de las micorrizas se utilizaron semillas y plantas de majo producidas en condiciones controladas con semi-sombra en el vivero forestal. El sustrato utilizado para llenar las bolsas de polietileno fue 80% tierra negra de la superficie del bosque y 20% arena de rió. El sustrato presentaba una textura franco arcilloso limoso, con fertilidad 5,5 de pH; 84 de conductibilidad eléctrica – C.E., 2,2 de total bases intercambiables – T.B.I., 3,1 capacidad de intercambio de cationes efectiva – C.I.C.E. y 2,5 de materia orgánica – M.O. El sustrato fue desinfectado mediante el fumigado con formol (metanal) al 30 % de concentración con agua (el sustrato fumigado fue cubierto con hule por 3 días, para posteriormente ser removido y regado diariamente con la finalidad de facilitar la ventilación y evaporación). El tamaño de las bolsas de polietileno fue de 10 cm de diámetro y 25cm de altura; la platabanda fue cubierta con una carpa solar o malla sarán a 2 metros de altura con una disponibilidad de un 50% de luz solar.

- ***Tratamientos***

T1 = Semillas de majo sin micorrizas

T2 = Plántulas de majo sin micorrizas

T3 = Semillas de majo con micorriza local

T4 = Plántulas de majo con micorriza local;

T5 = Semilla de majo con micorriza de Santa Cruz

T6 = Plántula de majo con micorriza de Santa Cruz

- ***Repeticiones***

Nº de repeticiones / trat. = 4

Nº de bolsas / repetición = 50 unidades x 4 repeticiones

Nº total de bolsas = 1200 unidades en todo el ensayo.

Técnica de inoculación de micorriza

Se procedió al llenado con el sustrato en dos terceras partes de la bolsa, luego fue esparcido uniformemente una capa de 30 gr de inóculo local, completándose el llenado de las bolsas con el sustrato donde finalmente se realizó la siembra de las semillas en unas bolsas y las plántulas en otras. Similar procedimiento fue ejecutado para las micorrizas procedentes de Santa Cruz con la salvedad de que fueron añadidos 10 gr del inóculo. Mientras que para la producción de plantas sin inóculos se procedió al llenado de bolsas con el 100% de sustrato.

Manejo del ensayo y evaluaciones

La provisión de agua por m^2 fue de 5 litros cada 48 horas, se aplicaron tratos culturales especialmente los referidos a la limpieza y deshierbe de vegetación invasora, cada 20 días con la finalidad de evitar competencia

Para determinar al cabo de 8 meses, la colonización de hongos micorrizas en las raíces de las plantas (tanto las que en un momento fueron semillas y las plántulas ya desarrolladas), se tomaron al azar el 8% de las plantas producidas por tratamiento y enviados al laboratorio de Rhizobiología para su estimación porcentual. Por otro lado las variables consideradas para la observación en las plantas fueron; biomasa aérea, biomasa de la raíz, asimilación de agua por la planta.

Resultados y discusión

Porcentaje de colonización de esporas

El promedio porcentual de colonización de esporas en las raíces de majo (*Oenocarpus bataua* C. Martius) fue diferente entre tratamientos. (KW=18.14; GL=5; P=0.003). Fig. 1.

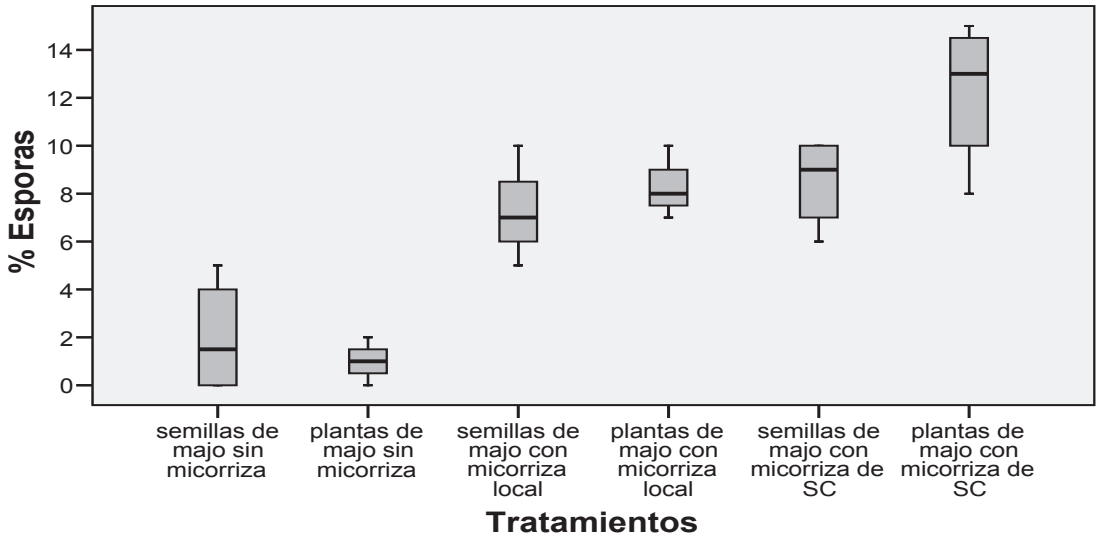


Figura 1. Porcentaje promedio de colonización de esporas por tratamiento

Porcentaje de colonización de hifas

Los porcentajes promedio colonización de hifas en las raíces de majo (*Oenocarpus bataua* C. Martius) fue diferente entre tratamientos. (KW=17.50; GL=5; P=0.004). Fig. 2.

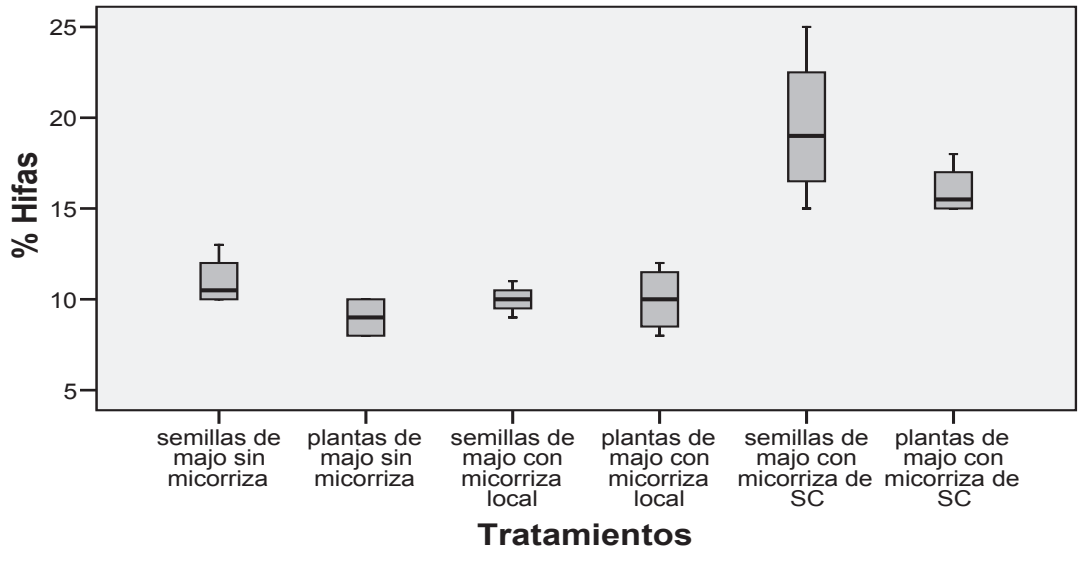


Figura 2. Porcentaje promedio de colonización de hifas por tratamiento

Porcentaje de colonización de Arbúsculos

Los porcentajes promedio colonización de arbúsculos en las raíces de majo (Oenocarpus bataua) fue diferente entre tratamientos. (KW=20.29; GL=5; P=0.001). Fig. 3.

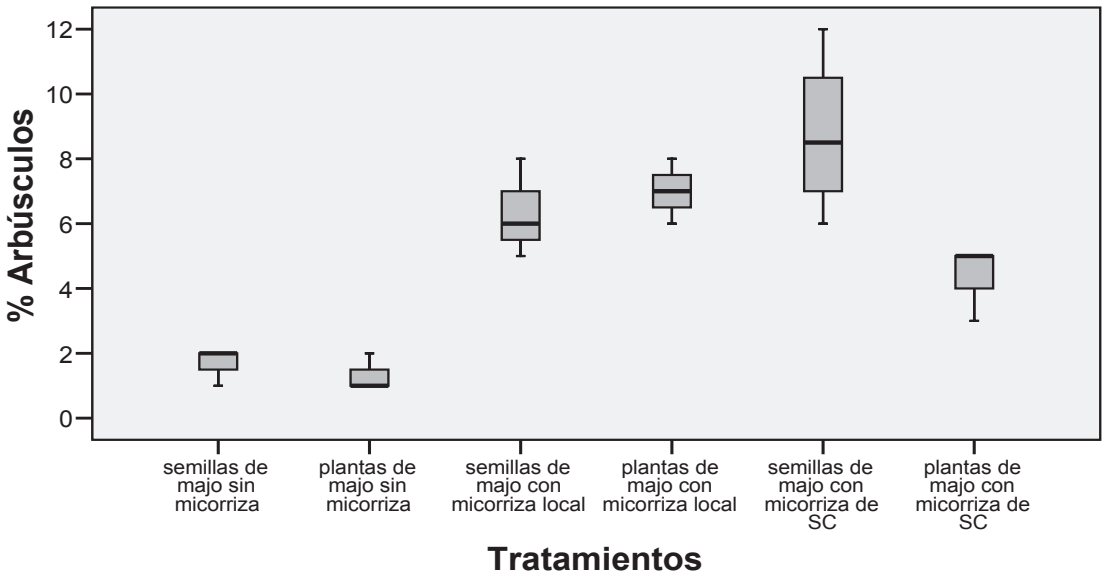


Figura 3.Porcentaje promedio de colonización de Arbúsculos por tratamiento

Biomasa aérea seca

El peso promedio en gramos de la biomasa aérea seca de individuos del T5 y T1 fue mayor que los T2, T3, T4 y T6. Existiendo diferencias significativas. (F=3.143; GL=5; P=0.017).Fig.4

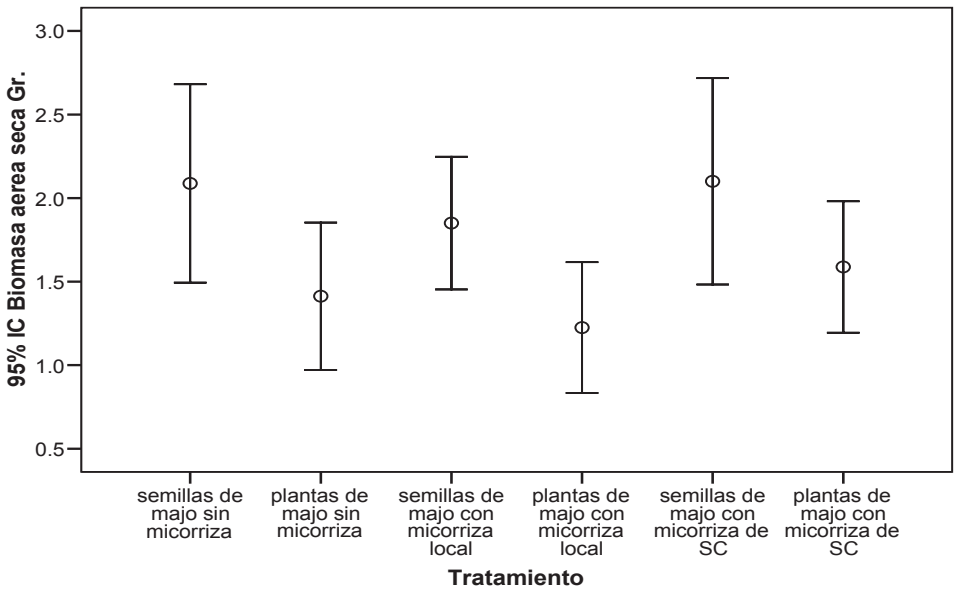


Figura 4. Peso promedio de biomasa aérea seca en grs.

Biomasa radical seca

El peso promedio en gramos de la biomasa seca de la raíz de individuos del T5 y T1 fue mayor que los T2, T3, T4 y T6. Sin embargo no existieron diferencias significativas. (F=1.043; GL=5; P=0.405).Fig.5

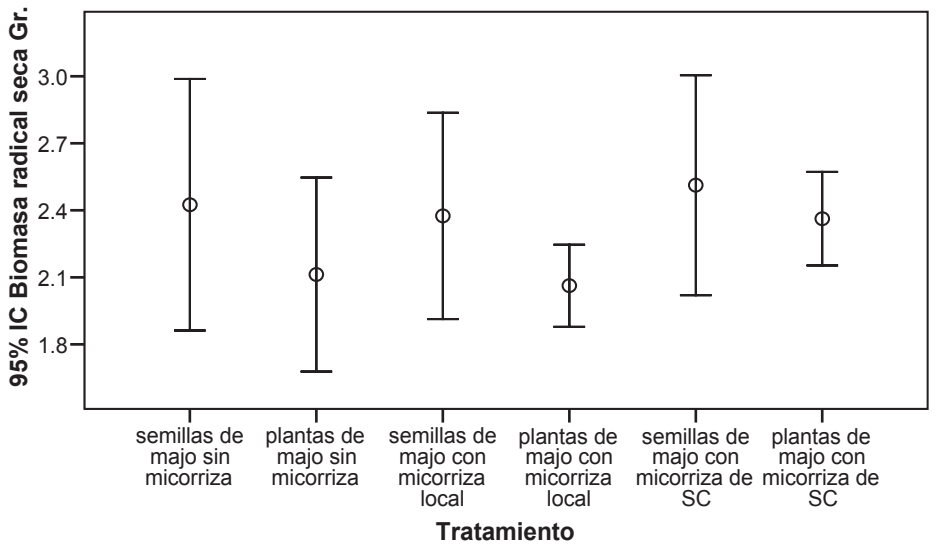


Figura 5. Peso promedio de biomasa seca de la raíz en grs.

El contenido promedio de agua en las plantas expresado en gramos en T1 y T5 fue mayor que en T3, T6, T2 y T4. Existiendo diferencias significativas. (F=3.342; GL=5; P=0.012).Fig.6

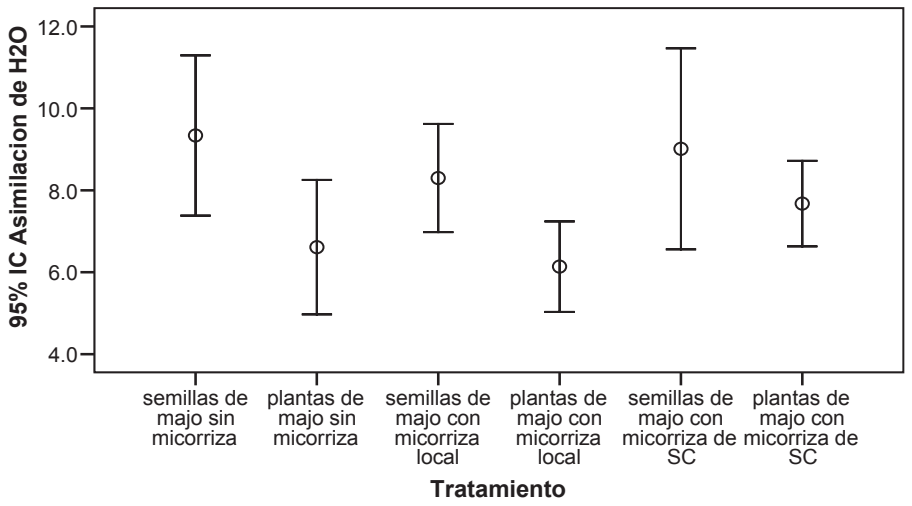


Figura 6. Contenido promedio de agua en las plantas en gramos.

Conclusiones

De acuerdo a los objetivos propuestos y los resultados obtenidos es posible concluir que:

- Las micorrizas producidas en condiciones controladas en laboratorios de Rhizobiología del CIAT Santa Cruz han presentado mejores promedios porcentuales en cuanto a la colonización en raíces de plantas de majo.
- El mejor promedio porcentual de esporas fue el encontrado en raíces de plantas de majo a partir de micorrizas procedentes del laboratorio de Rhizobiologia de la ciudad de Santa Cruz.
- El mejor promedio porcentual de hifas y arbúsculos fue generado a partir de las micorrizas producidas en condiciones controladas en laboratorios de Rhizobiologia e inoculadas en raíces de plantas que se

desarrollaron en las bolsas a partir de semillas.

- La biomasa aérea y radical seca fue mayor en plantas que se desarrollaron a partir de semillas teniendo como micorrizas las procedentes del laboratorio de Rhizobiologia de Santa Cruz
- La asimilación de agua presentó mejores promedios en plantas desarrolladas a partir de semillas con y sin micorrizas

Recomendaciones

- Se recomienda para plantaciones de majo, producir en condiciones controladas el biofertilizante a base de hongos micorrizos con procedencia de Santa Cruz, el inoculante obtenido podría contener entre 30 a 40 esporas por $cm^{3.}$, significando ello entre 200 y 300 % de concentración adicional de esporas y aplicarlos preferentemente a plantas y semillas de majo.
- Suministrar agua en las cantidades descritas en el presente estudio a efecto de favorecer la proliferación de las micorrizas tanto en el sustrato así como la colonización a las raíces de las plantas.

Referencias citadas

Bhatia, N. P.; Sundari, K.; Adholeya, A. 1996. Diversity and selective dominance of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: K. G. Mukerji (Ed). Concepts in Mycorrhizal Research. Kluwer Academic Publishers. p. 133-178.

Cabrera, T.A. 2000. Aporte al conocimiento de la microlora fúngica del suelo de la Amazonía Colombiana, con énfasis en tres grupos funcionales. Tesis de Pregrado. Facultad de Biología, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 283 pp.

Cáceres, A. 1989. Las micorrizas vesiculo-arbusculares en un bosque húmedo tropical y su evolución luego de la perturbación (conuco) y la sucesión por 60 años en San Carlos de Río Negro. Tesis de Maestría. Centro de Estudios Avanzados, Instituto Venezolano de Investigaciones Cientíicas IVIC, Caracas, Venezuela. 252pp.

Caproni, A.L.; Franco, A.A.; Berbara, R.L.L.; Truferri, S.B.; De Oliveira, J.R.D.; Monteiro, A.B. 2003. Ocorrência de fungos micorrizicos arbusculares en áreas revegetadas após mineração de bauxita en Porto Trombetas, Pará. Pesq. Agropec. Bras. Brasilia 38(12): 1409-1418.

Cuenca, G.; De Andrade, Z.; Escalante, G. 1998. Diversity of Glomalean spores from natural, disturbed and revegetated communities growing on nutrient-poor tropical soils. Soil Biol. Biochem, 30(6): 711-719.

Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. Transactions of the British Mycological Society, 46: 235-244.

Howeler, R.H.; Sieverding, E. 1982. La importancia de las micorrizas en la absorción de fósforo por la yuca. Suelos Ecuatoriales, 12(2): 182-193.

Janos, D.P. 1983. Tropical micorrhizas, nutrient cycles and plant growth. In: L. Sutton, T.C. Whitmore, A.C. Chadwick (Eds). Tropical Rain Forest: Ecology and Management. Blackwell Scientiic Publications. Oxford, England. p. 327-345.

Peña-Venegas, C.P. 2001. Dinámica de la comunidad micorriza arbuscular en bosques de la Amazonia sur de Colombia. Suelos ecuatoriales, 31(1): 103-107.

Ramírez, A.; Otalvaro, D.; Álvarez, C.; Pérez, J.C.; Osorio, N.W. 2001. Efectos de organismos rizosféricos sobre la absorción de fosfato y el crecimiento de Leucaena en un Andisol. Suelos Ecuatoriales, 31(2): 239-243.

Sieverding, E. 1984. Aspectos básicos de la investigación de la micorriza vesiculo-arbuscular (MVA). Primer Curso Nacional sobre Micorrizas. Facultad de Ciencias Agropecuarias-Palmira. Memórias. p. 86-87.

Singh, S.; Kapoor, K.K. 1998. Effects of inoculation of phosphate solubilizing microorganisms and arbuscular mycorrhizal fungus on mung bean grown under natural soil conditions. Mycorrhiza, 7(5): 249-253.

Smith, S.E.; Read, D.J. 1997. Mycorrhizal symbiosis. London, UK. Academic Press. p. 11-32.

EVALUACIÓN DE LA EMERGENCIA DE SEMILLAS DE QUINUA (*Chenopodium quinoa Wild.*), EN LA COMUNIDAD SAUCE MAYU. RAVELO. NORTE POTOSÍ.

Aleida Sandra Romero O.

Ingeniera Agrónoma. Docente Investigadora. Responsable del Banco de Germoplasma del Sur de Bolivia - BIORENA. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor Real Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca. Yotala, Plaza 6 de agosto. Sucre, calle Calvo N° 132. Chuquisaca, Bolivia. e-mail: saromeroo@gmail.com

Resumen

La investigación consiste en evaluar comparativamente la Emergencia en campo de semillas de 2 Ecotipos locales, proporcionadas por agricultores de la comunidad de Sauce Mayu y de semillas certificadas de 4 variedades de Quinua introducidas: Real blanca Chojllo, Real blanca Puñete, K´ellu y Toledo, contacto proporcionado por INIAF Chuquisaca. Experimento en parcelas divididas con diseño de Bloques al azar con 3 repeticiones, en 5 parcelas experimentales de 35 m², 4 de ellas sin riego y una con riego complementario, realizado entre octubre y noviembre de 2013, con los siguientes resultados: En condiciones A Secano el Ecotipo 2, tuvo 66,46% de emergencia y la Variedad Toledo 60,74%. Con Riego Suplementario, se obtuvieron menores porcentajes de germinación la Toledo 24,78%, el Ecotipo 2 un 20,37%. Determinando la capacidad germinativa, en promedio, se concluye que del Ecotipo 2 tuvo una emergencia del 43,40%; la Toledo un 42,66%. El análisis de varianza realizado presenta diferencias no significativas entre bloques ni entre variedades, pero una diferencia altamente significativa entre localidades, a pesar que la interacción entre variedad y la localidad presenta una diferencia no significativa. El ciclo agrícola en la zona del experimento, debido a la frecuencia de la precipitación pluvial, fue muy húmedo, probablemente es la razón por la que no pudieron germinar las demás Variedades en las parcelas ubicadas en partes bajas; en cambio germinaron en los terrenos de ladera a secano.

Palabras clave: Chenopodium, emergencia, ecotipos, Ravelo

Introducción

La Quinua (***Chenopodium quinoa Wild),*** es originaria de los Andes Centrales, su cultivo está arraigado desde tiempos inmemoriales en la Macro zona Andina de Bolivia entre 4.200 y 2.800 m/s/n/m., donde, es cultivado en determinadas zonas tanto tradicionales, como potenciales, con gran motivación debido al posicionamiento mundial del producto. Considerando la alta diversidad de Variedades y Ecotipos de la Quinua, revalorizando y valorando a todas; es necesario encarar un estratégico proceso de investigación en rescate, preservación y proyección de su diversidad intraespecífica con opciones de seguridad alimentaria y mercado; reconociendo la también alta cantidad de zonas y sistemas productivos donde se la cultiva.

La zona de Ravelo, próxima a la ciudad de Sucre, posee cualidades de genocentro de Cultivos Andinos: Papa, Oca, Izaño, Papalisa, Maíz, Quinua, Amaranto, entre otros; tiene enorme potencial agroecológico para desarrollo del Cultivo de Quinua, por ello, revalorizando los Ecotipos locales, introduciendo otros y valorizando la vocación quinuera de la zona; en coordinación interinstitucional entre la Facultad de Ciencias Agrarias-Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, el GAM-Ravelo y la Comunidad de Sauce Mayu, se ha procedido a la presente investigación, ejecutada por la Unidad de Gestión de Recursos Agrogenéticos (UGRA), de la Facultad, en la Comunidad Sauce Mayu-Zona de Ravelo del Departamento de Potosí.

El objetivo de la investigación es evaluar la capacidad germinativa en campo de 2 Ecotipos locales y 4 Variedades introducidas de Quinua, (*Chenopodium quínoa Wild*) en la comunidad Sauce mayu, Zona del Municipio de Ravelo, del Departamento de Potosí, revalorizando los ecotipos nativos que tradicionalmente se siembra en el lugar.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en dos unidades productivas de la comunidad de Sauce Mayu. Zona de Ravelo. Provincia Chayanta. Departamento Potosí, a 85 Km de Sucre. Sauce Mayu está en el Piso agroecológico de Puna Subhúmeda (Navarro, 1997), a una altitud de 3.200 m/s/n/m, entre las coordenadas geográficas latitud sur 18° 48´17" longitud oeste 65° 30´43". La temperatura media anual es de 11,7 °C, máxima anual de 20.3°C, mínima anual de 3.2°C. Humedad relativa de 40%. Precipitación anual promedio de 700 mm. Limita al Norte con la comunidad Teja wasi, al Este con la comunidad Patoqa, al Oeste con la comunidad Sauce mayu Norte y al Sur con la comunidad de Tanga Tanga.

Material biológico: Semilla de 2 Ecotipos locales (Ecotipo 1 y Ecotipo 2) proporcionada por agricultores de Sauce Mayu. Semilla Certificada de 4 Variedades experimentadas (Real blanca Chojllo, Real blanca Puñete y K´ellu y de la Variedad registrada Toledo. Contacto proporcionado por INIAF Ch.

Métodos

La metodología estadística se basa en un experimento bifactorial en serie con un arreglo en Diseño de Bloques al Azar con tres repeticiones, evaluando capacidad de emergencia en porcentaje y sobrevivencia de Ecotipos y Variedades experimentadas en las dos parcelas en estudio, bajo el siguiente modelo lineal:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + A_j + B_k + (AB)_{jk} + E_{ijk}$$

Se realizaron las colectas de material local de quinua en la comunidad, obteniéndose 2 Ecotipos Locales, usualmente implantados al borde en parcelas de Papa. Las Variedades experimentadas proceden de Salinas de Garci Mendoza-sur de Oruro (Adrian Mayorga), recomendadas para la Zona de Sauce Mayu con recomendación de la forma de siembra.

La investigación se planificó con los 5 productores involucrados, según disponibilidad de tierras, estableciéndose 5 parcelas de las características que se detallan en Cuadro N° 1.

Cuadro Nº 1.Parcelas y sus características de incorporación de abono al suelo

Parcela	Unidad Fisiográfica	Textura	Pendiente (%)	Cultivo anterior y abonos incorporados en esos cultivos
1	Piedemonte	Y	2	Papa, con incorporación de estiércol de ovino y gallinaza para su producción.
2		Y	2	
3	Penillanura	Y	2*	
4	Pendiente media	Y	45	
5		Y	45*	Tarwi, pero ha sido incorporado como abono verde para la quinua

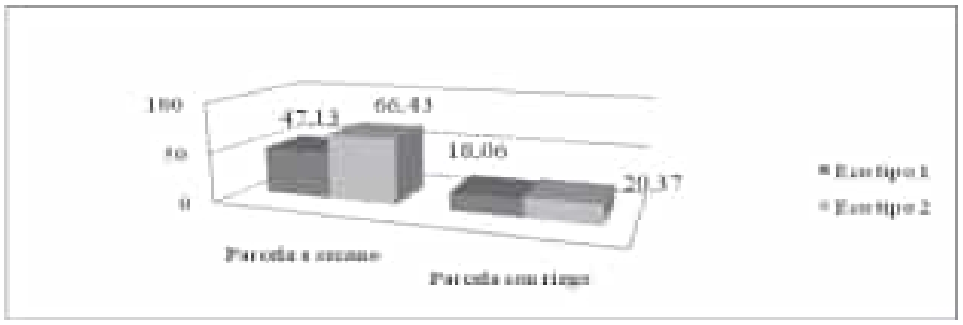
**parcelas evaluadas, penillanura con riego suplementario y pendiente media a secano*

El acondicionamiento de los terrenos fue con arada nivelada y el surcado en forma manual, delimitando las parcelas experimentales. La siembra ha sido realizada el 31 de octubre del año 2013 por golpe con 9 Kg/ha, densidad de siembra entre surco a surco 1 m y entre hoyo a hoyo 1 m; tapando la semilla primero con tierra húmeda 2 cm y posteriormente con 1 cm de tierra seca esto para que la tierra húmeda no seque rápidamente, según técnica aplicada por los productores involucrados.

Resultados y discusión

La evaluación de los Ecotipos colectados, en laboratorio, se efectuó el 18 de noviembre de 2013: El peso de 100 semillas del Ecotipo 1 es de 0,346 gr y del Ecotipo 2 de 0,332 gr, según el Registro Nacional de Variedades del INIAF (2013) las variedades que se han utilizado tienen un peso mayor, variando entre 0,41 a 0,48 gr., y la Real Blanca Chojllo con 0,34 gr. El porcentaje de germinación para ambos Ecotipos es del 100 %, en 48 horas Prueba realizada en Laboratorio de la UGRA.

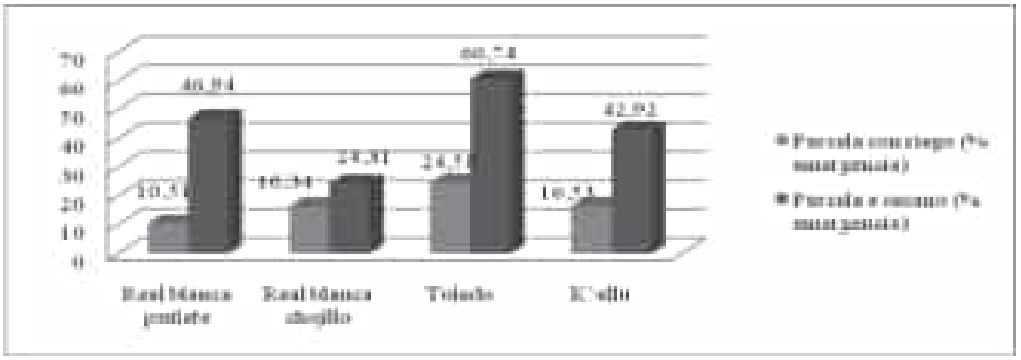
En el gráfico Nº 1 se presenta la Emergencia en campo de las semillas de quinua colectadas en Sauce Mayu, estas se expresan en porcentaje.



Gráfica Nº 1. Comparación % de emergencia en campo de Ecotipos de quinua

Se ha observado mejor comportamiento del Ecotipo 2 con 66,43 % de emergencia a secano que el Ecotipo 1. En la parcela con riego el Ecotipo 2 presenta mayor porcentaje de emergencia (20,37 %) que el Ecotipo 1. Se asume, que se debe a que los Ecotipos Locales ya están adaptados al ecosistema, sin riego adicional.

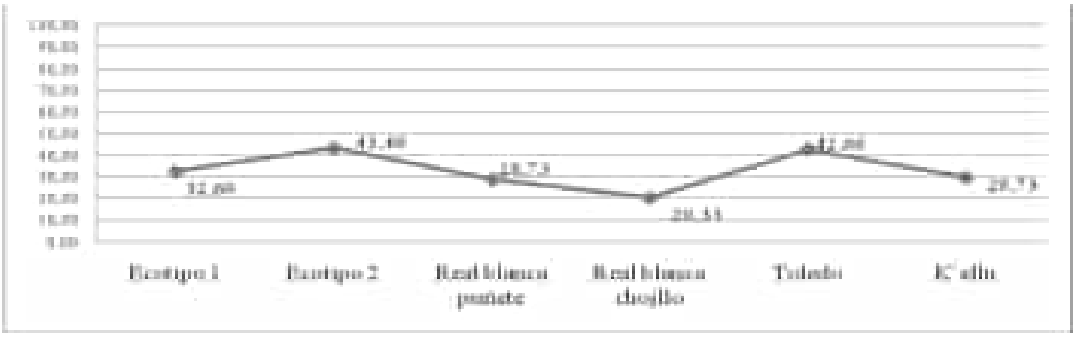
Las Variedades certificadas y la única registrada, tuvieron porcentajes de emergencia de acuerdo al gráfico Nº 2, tanto en parcela a secano como bajo riego suplementario.



Gráfica Nº2. Comparación porcentaje de emergencia de variedades de quinua

Las Variedades introducidas se comportaron mejor en las parcelas a secano que bajo riego, mostrando un porcentaje de emergencia mayor la Variedad Toledo que la Real Blanca puñete o la Kellu, siendo la menor la Real Blanca Chojllo.

En general el comportamiento en conjunto de los Ecotipos y las Variedades experimentadas, se detalla en el cuadro Nº 2, tanto de las variedades certificadas como de la registrada.



Cuadro Nº 2. Promedio Total de plantas de quinua emergidas (%)

Se observa que los porcentajes de emergencia total en las dos parcelas, estuvieron entre 20 a 43 % de las 4 Variedades y 2 Ecotipos, en la comunidad de Sauce Mayu.

El Análisis de Varianza para la investigación, realizadas para las dos parcelas se muestra a continuación:

Análisis de varianza para las dos localidades						f tabulada	
F.V.	GL	SC	CM	Fc		0,05	0,01
Bloques	4	871,75	217,94	0,59	NS	2,870	4,430
Tratamientos (variedades)	5	2348,20	469,64	1,28	NS	2,711	4,103
Localidad	1	8288,59	8288,59	22,63	**	4,3513	8,096
Tratamiento x localidades	5	1254,31	250,86	0,68	NS	2,711	4,103
Error experimental	20	7326,39	366,32				
TOTAL	35	20089,24					

*NS= No significativo. *= significativo. **= altamente significativo.*

El ANVA indica que el efecto entre los bloques es No Significativo y de igual manera entre Variedades que se introdujeron y colectaron en el lugar. Respecto a las dos localidades evaluadas (parcela con riego y parcela a secano) se tiene una diferencia Altamente Significativa al 1% y al 5% siendo estadísticamente diferente.

Conclusiones

Luego de la evaluación se concluye que las Variedades experimentadas: Real blanca chojllo, Real blanca puñete. K´ellu y Toledo tuvieron un bajo porcentaje de emergencia respecto a los Ecotipos locales de Sauce Mayu, experimentados; la Variedad Toledo presentó un mayor porcentaje de emergencia en la parcela con suplemento de riego que a secano, estadísticamente altamente significativa entre las dos localidades. Pero esta variedad se comporta mejor a secano que con suplemento de riego.

El periodo de emergencia de los Ecotipos 1 y 2, fue hasta 7 días, mientras que las Variedades emergieron hasta en 14 días, siendo más tardías las Variedades Toledo y K'ellu. Aunque los mayores promedios en altura de plantas fueron las Variedades Toledo y K'ellu esta última, de altura similar al Ecotipo 1. Por otra parte, se tuvo la presencia de Ticonas adultas al momento de la evaluación de emergencia, estas afectaron a todas las Variedades y Ecotipos, investigados.

Las frecuentes precipitaciones afectaron negativamente al establecimiento de las Variedades introducidas, principalmente en la siembra; por el lavado superficial de las semillas sembradas en las parcelas experimentales.

Respecto al suelo de las parcelas la siembra se ha realizado luego del cultivo de papa en las parcelas a secano y luego de la incorporación de tarwi como abono verde en la parcela bajo riego, situación que ha sido muy favorable para el desarrollo de los Ecotipos, estos usualmente son cultivados como protección alrededor de cultivos principales, sin atención exclusiva solo como linderos.

Los suelos de las parcelas de textura Arcillosa, ha ocasionado el encostramiento superficial del suelo, se recomienda mayor incorporación de abono para las demás variedades y/o suelos arenosos.

Se recomienda realizar investigaciones secuenciales con los Ecotipos 1 y 2 y la Variedad Toledo que ha demostrado mejor capacidad de emergencia y adaptabilidad en la Comunidad.

Referencias citadas

Bonifacio A. (2013). El aporte del mejoramiento al Cultivo de la quinua en Los Andes. F. PROINPA - Altiplano. IV Congreso Mundial de la Quinua I Simposio Internacional de Granos Andinos. Pág. 32.

FAO. Oficina Regional para America Latina y el Caribe. 2011. La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial.

Instituto Nacional de Innovación Agraria. (2012). Manejo del Cultivo de la quinua. Hoja

divulgativa N°5. Estación Experimental Agraria Santa Ana – Huancayo. Fundo Santa Ana, Hualahoyo km 6.8, El Tambo – Huancayo.

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), (2013). Registro Nacional de Variedades.

Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2012). Manual Agrícola de Granos Andinos. Chocho, Quinua, Amaranto y Ataco. Publicación Miscelánea N° 69. Tercera Edición. Quito – Ecuador. Pag.: 78

Navarro, G. (1997). Contribución a la Clasificación Ecológica y Florística de los Bosques de Bolivia. Departamento de Biología Vegetal II (Botánica), Universidad Complutense, 28040 Madrid, España y Herbario Forestal Nacional "M. Cárdenas" (BOLV), Casilla 538, Cochabamba, Bolivia. Pag. 37.

Tapia Mario. Gandarillas, H., Alandia, S., Cardozo, A., Mujica, A., Ortiz, R., Otazu, V., Rea, J., Salas, B., Zanabria E. CIID. Oficina Regional para la America Latina, Bogota. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, Turrialba (1979). Quinua y la kaniwa: cultivos andinos. Bogota, CIID, Oficina Regional para la América Latina.

Tapia, Nelson., Torrico, D. ( ). Revalorizacion de variedades nativas de quinua (*Chenopodium quinoa*) en Tierras altas de Cochabamba. AGRUCO - UMSS

Vargas, M. (Ed). 2013. Congreso Científico de la Quinua (Memorias). La Paz, Bolivia. 682 p.; 21,5 cm.

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTO DE 12 ACCESIONES DE PAPA NATIVA CON ABONO VERDE DE HOJA DE COCA TRITURADA

Yapu, W.[1]; Quía, J.[2];Churata, W.[3]; Mendoza, V.[4]; Casa, R.[5]; Aliaga, X.[6]; Marza, F.[7]
Instituto de Investigación y Extensión Agrícola (IINEA),
Universidad Pública de El Alto, Bolivia
E-mail: secont_5@hotmail.com

Resumen

La papa nativa de los Andes constituye un recurso genético con alta variabilidad en los Andes, cultivada en suelos con claros signos de erosión, que obligan a adoptar prácticas de manejo y conservación de suelos. Con el objetivo de determinar el rendimiento de 12 accesiones de papa nativa con aportes de hoja de coca picada como abono verde, se instaló en la Estación Experimental de Kallutaca, un experimento con arreglo de tratamientos en DBCA bifactorial. Las accesiones de papa nativa constituyeron el primer factor en estudio con 12 niveles, en tanto que el segundo factor en estudio constituyó la incorporación de abono verde de hoja de coca picada en surcos, juntamente con la semilla, a razón de 1 $kg_* m^{-2}$ y control sin aportes de abono verde (dos niveles), para ello se dispuso tres platabandas con dimensiones de 2 m por 19 m, al interior de cada platabanda se sembró aleatoriamente las combinaciones de los factores en surcos 1.5 m, con distancia entre surcos de 0.7 m y entre plantas de 0.3 m. Los resultados destacan las accesiones 12, 8, 6 y 1con rendimientos de 11, 10, 9 y 9 $t_* ha^{-1}$, para el factor B el abono verde de hoja de coca picada se diferenció significativamente al nivel sin aportes de abono verde. En la interacción de los factores también se verificó que las accesiones 1, 3 y 12 rindieron mejor sin aportes de abono de hoja de coca picada.

Palabras claves: Papa nativa, hoja de coca, abono verde.

Introducción

En Bolivia la papa es el de mayor importancia para la agricultura y consumo, ya que involucra a más de 200 mil familias que la cultivan. El 2001 Para el requerimiento total nacional de semilla, en condiciones normales de producción se estimaba en más de 140 mil toneladas, la demanda de semilla certificada fue sólo de 3580 toneladas, lo que significa que sólo el 5% de la producción nacional usa semilla de papa certificada o mejorada (Guidi & Mamani, 2001).

IBCE (2012) en base a informes de la FAO señala que, los principales productores mundiales de papa el 2010 fueron: China (74 millones de toneladas), India (36 millones de T) y Rusia (21 millones de T), el mismo informe señala que en Bolivia, los últimos años la producción de papa ha ido en ascenso hasta lograr en el período 2009-2010 su máximo histórico de 975 mil toneladas y la siguiente gestión (2010/2011) la producción cayó un 3,3%, pese a que la superficie cultivada y el rendimiento no mostraron cambios significativos.

Los sistemas agroecológicos donde se cultiva papa han incorporado, junto al uso de semilla de calidad, los componentes tecnológicos externos de uso imprescindible para la producción, en gran parte de las zonas productoras de La Paz, Cochabamba, Potosí y los otros departamentos tradicionales, entre ellos, los fungicidas, insecticidas y fertilización química (Cárdenas, 2012).

Estos componentes tecnológicos han sido cuestionados y la agricultura conservacionista, ha generado principios de manejo y conservación de la fertilidad de suelos, entre ellos Sarabia (2014) empleando el tarwi como abono verde, ha obtenido mejores rendimientos combinando dos efectos: Mejoramiento de la fertilidad del suelo con el aporte del nitrógeno al suelo y la disminución de la infección con nematodos con la presencia de alcaloides, además de señalar que los alcaloides presentes en abonos verdes sirven de repelentes para insectos.

Los abonos verdes son plantas que se cultivan para ser enterradas en verde, tienen un alto contenido de nutrimento, estas pueden ser cualquier planta herbácea que aporte algún nutrimento de interés como el nitrógeno y cuando se desea incorporar en verde se debe cortar en pequeñas partes e incorporar a una profundidad no mayor a 20 cm (Garcia Carreon & Marteinez Menez, 2007 y Sarabia, 2004).

La presente investigación tiene el objetivo de determinar el rendimiento de 12 accesiones de papa nativa con abono verde de hoja de coca picada. Considerando el valor nutritivo de la hoja de coca para la incorporación al suelo, que según Matteucci y Morello (2002) indican que comparado con 50 plantas alimenticias sudamericanas la hoja tiene mayor contenido en calorías, proteínas, carbohidratos, fibras, calcio (Ca), fósforo (P), hierro (Fe), vitamina A y riboflavina que alimentos tales como oca, papa, yuca, poroto, zapallo. Los mismos señalan que cien gramos de hoja de coca satisfacen la demanda diaria de Ca, Fe, P, vitamina y riboflavina de un adulto que realiza trabajo físico.

Materiales y métodos

La investigación fue desarrollada en la gestión agrícola 2013-2014, en la Estación Experimental de Kallutaca, ubicada geográficamente a 16º31'17" de latitud sur y 68º18'29" de longitud Oeste y altitud de 3860 msnm en la provincia Los Andes del Departamento de La Paz. La zona se caracteriza por presentar suelos superficiales de formación aluvial con problemas de drenaje y bajo contenido de materia orgánica, una temperatura promedio de 14ºC, humedad relativa de 35% y precipitación pluvial de 600-65º mm*año^{-1}.

Como material genético se emplearon 12 accesiones de papa nativa, proporcionada por el Banco de Germoplasma de Carrera Ingeniería Agronómica-UPEA, el mismo es resultado de colectas realizadas en gestiones pasadas y estás de acuerdo a Puldon (2006) son semillas recalcitrantes no almacenables durante largos tiempos. Las accesiones de papa nativa constituyeron el primer factor en estudio con 12 niveles, en tanto que el segundo factor en estudio constituyo la incorporación de abono verde de hoja de coca picada en surcos, juntamente con la semilla, a razón de 1Kg$_*$m^{-2} y control sin aportes de abono verde (dos niveles).

Descritos los factores, se dispuso tres platabandas con dimensiones de 2 m por 19 m, al interior de cada platabanda se sembró aleatoriamente las combinaciones de los factores en surcos 1.5 m, con distancia entre surcos de 0.7 m y entre plantas de 0.3 m. Describiéndose un arreglo de tratamiento en DBCA bifactorial de 72 unidades experimentales. Se tomó muestras de acuerdo a Gómez (2006) que señala que deben caracterizar un mínimo de 3 plantas representativas o repeticiones por surco, entrada o cultivar para lograr consistencia en las evaluaciones.

El análisis de datos se limitó a los siguientes variables: Rendimiento Comercial (RDTO), obtenidos del peso por área de tubérculosde diámetros > 2.8 cm; Numero de Tubérculos por Planta (NTP); Numero de Nudos por Tubérculo (NNT) y Diámetro de Tubérculos en cm (DTB). También se tomó en cuenta el color Predominante de la Piel del Tubérculo (CPT) y forma del Tubérculo (FTB).

El ciclo del cultivo duro 5 meses y la cosecha se realizó cuando la piel del tubérculo dejo de desprenderse al contacto. La cosecha se realizó a tiempo previniendo ataques de gorgojo y enfermedades bacterianas provocadas por la humedad del suelo.

Los métodos analíticos estadísticos empleados fueron parámetros de normalidad, el análisis de varianza: Análisis de efectos principales, análisis de la interacción y efectos simples, prueba de promedios de rango múltiple de Duncan y análisis de componentes principales BIPLOT, para ello se empleó sistema de análisis estadístico SAS 9.2 Inc. y S-PLUS 2000.

Resultados y discusión

Estadística descriptiva

Los datos cumplen con parámetros de calidad y fiabilidad, así también se encuentran en rangos de distribución normal de acuerdo a los valores de sesgo y curtosis, en la representación reducida de un total 432 datos para síes variables.

Tabla 1. Estadística descriptiva de variables cuantitativas y cualitativas, en la determinación del rendimiento de 12 accesiones de papa nativa con abono verde de hoja de coca picada, gestión agrícola 2013-2014.

Variable	Media	Mediana	Curto-sis	Sesgo	Mínimo	Máximo
Color de piel de Tubérculo (1-10)†	6.21	7.00	-1.04	-0.60	1.00	10.00
Forma de Tubérculo (2-8)¶	4.33	3.50	-1.65	0.33	2.00	8.00
Núm. Nudos por Tubérculo	8.26	8.00	-0.10	0.48	4.00	14.00
Núm. de Tubérculo por Planta	12.00	12.00	-0.68	-0.01	5.00	21.00
Diámetro (cm)	3.41	3.48	-1.26	-0.06	1.90	5.00
Rendimiento Comercial (kg_*ha^{-1})	7505.93	7708.93	-0.19	-0.45	1881.80	12540

† 1 Blanco – crema ; 2 Amarillo ;3 Anaranjado ;4 Marrón ; 5 Rosado ;6 Rojo ;7 Rojo – morado ;8 Morado ;9 Negruzco ¶ 2 Redondo; 3 Ovalado; 4 Obovado ;5 Elíptico ;6 Oblongo ;7 Oblongo – alargado ; 8 Alargado

Es importante señalar la media general del experimento para rendimiento comercial de 7505.93 Kg_*ha^{-1}, como consecuencia de 12 tubérculos por planta con diámetro de 3.41, a partir de estos datos es posible estimar el peso y visualizar el tamaño de los tubérculo, en tanto los rangos de variación en diámetro del tuberculo, de acuerdo a Franco (2011) en el presente experimento se tiene tubérculos semilla > 28 mm y tubérculos de bajo calibre < 28 mm respecto a variedades comerciales actuales. Es importante aclarar que las papas nativas en estudio por lo general no tienden a forma de redondo o esferico, debido a la diversidad de accesiones, la forma y color de la piel de tubérculo es compleja y relativo, existiendo diversidad entre e intra accesión.

Análisis de varianza

Para el factor Accesión: El análisis de varianza muestra de manera clara existencia de diferencias altamente significativa ($p<0.01$) para variables cuantitativos Numero de nudos por planta NNP, Numero de plantas por tuberculo NTP, Diámetro del tuberculo DTB y Rendimiento comercial RDTO, las mismas se deben al comportamiento diferenciado de las accesiones, además de estar directamente relacionado con la forma y tamaño del tuberculo.

Tabla 2. Análisis de varianza para variables cuantitativas, en la determinación del rendimiento de 12 accesiones de papa nativa con abono verde de hoja de coca picada, gestión agrícola 2013-2014.

F.V.	G.L.	CUADRADOS MEDIOS			
		NNP	NTP	DTB	RDTO
BLOQUE	2	1.06ns	1.54ns	0.32ns	310484.8ns
Accesión	11	16.5**	39.6**	4.90**	31267838.7**
Abono V	1	0.68*	174.22**	1.57**	6924297.4**
Acc_*Abono	11	2.65ns	12.89**	0.4**	5279293.9**
Error Exp.	46	1.4	2.73	0.07	309261.1
R^2		0.77	0.89	0.95	0.97
CV		14.11	13.45	7.88	7.41

*ns: No significativo **: Altamente significativo R2: Coeficiente de determinación*
CV: Coeficiente de Variación

Para el abono verde: Los niveles de abono verde de hoja de coca picado incorporado en surcos y sin abono verde, se diferencian en su efecto sobre variables NNP ($p<0.05$) y NTP, DTB y RDTO ($p<0.01$) de las accesiones. Por otro lado se evidencian efectos diferenciados por las interacciones de las accesiones con y sin aplicación de abono verde de hoja de coca picado, sobre las variables NTP, DTB y RDTO ($p<0.01$).

El coeficiente de determinación (R^2) atribuye las modificaciones en rendimiento hasta en un 97% debida a las accesiones, abono y factor de control de fuente variabilidad reconocida, un 95% en caso de DTB, 89% para NTP y 77% para NNP. Se verifica la confiabilidad y credibilidad de datos muestreados con valores de coeficiente de variabilidad (CV) en rangos aceptables para condiciones del presente experimento conducido en campo.

Diferencias individuales de factores e interacciones

De acuerdo a la Figura1, las accesiones que son muestra de germoplasma representativo de uno o varios individuos (Henríquez, 2012), mostraron un comportamiento diferenciado individual, estas diferencias son más evidentes para el rendimiento y consecuentemente constituye 8 grupos individuales y solapados. La ACC 12 solitario gana en rendimiento con 11 t_*ha^{-1}, contrariamente presenta un bajo número de tubérculos por planta constituyendo el último grupo para la variable y justificando el diámetro del tuberculo de 4.32 cm lo que constituye nuevamente en el primer grupo. Las accesiones 8, 6 y 1 constituyen el segundo grupo para el rendimiento, la accesión 8 comparte grupos para NTP y DTB con la ACC 12, en tanto las accesiones 6 y 1vuelven a constituir el segundo grupo para el NTP con valores de 15 y 14 respectivamente. La ACC 9 es la que sobresale en cuanto a NTP con 17.5 tubérculos, y constituye el tercer grupo para el RDTO y DTB con 8.6 t*ha-1 y 3.01 cm.

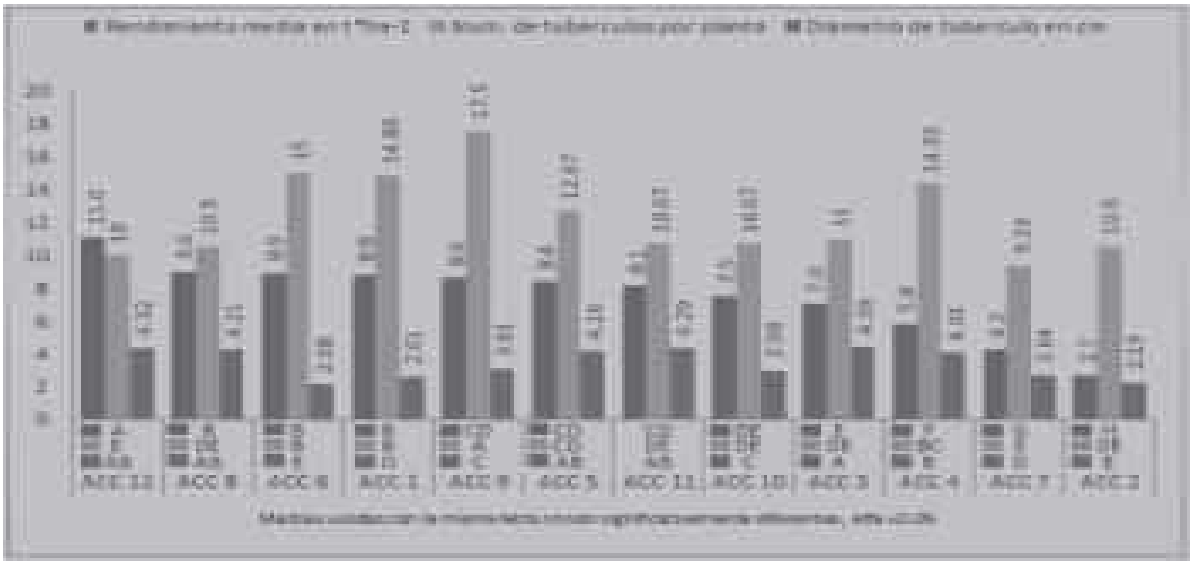


Figura 1. Muestra grafica de Prueba de promedio de Rango Múltiple de Duncan, en la determinación del rendimiento de 12 accesiones de papa nativa cultivadas con abono verde de hoja de coca picada.

De acuerdo al uso que se pueda destinar a las accesiones, es importante señalar las características individuales y las diferencias que guardan entre ellas, para ello será necesario caracterizar y evaluar estas accesiones de manera profunda.

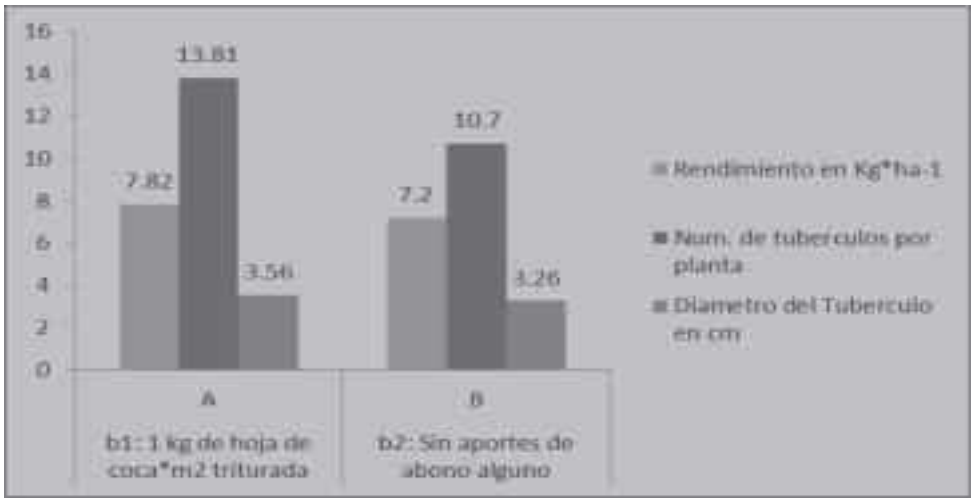


Figura 2. Muestra grafica de Prueba de promedio de Rango Múltiple de Duncan, para variables significativamente diferentes debido al efecto diferencial de Abono verde de hoja de coca picada vs sin aportes de abono verde.

De acuerdo a la figura 2, el efecto diferenciado del factor abono y sus niveles: Hoja de coca picada o triturada a razón de 1 kg*m^{-2} vs sin aportes de abono verde, señalan incrementos significativos en rendimiento de 7.2 a 7.82 t$_*$ha^{-1}, número de tubérculos por planta de 10.7 a 13.81 y diámetro del tubérculo de 3.26 a 3.56 cm, todo esto a favor de la incorporación de abono verde de hoja de coca triturada. Según García (2007) y Bunch (1994) estos incrementos también se han verificado para diferentes cultivos (avena, trigo, frijol, etc.), resaltado el éxito de uso de abonos verdes y beneficios: El aumento de rendimiento, menor laboreo para la siguiente campaña, ahorró en los fertilizantes, retención de humedad del suelo, reducción de enfermedades y plagas.

Por otro lado la hoja de coca posee 14 alcaloides, aminoácidos, y las vitaminas A, B1, C y E, la tiamina, niacina y riboflavina, que la convierten en la planta más completa del universo en Nitrógeno No Proteico (Dolores, 2012), por tanto estas diferencias en la figura 2, en rendimiento se pueden atribuir a aportes de Nitrógeno (N) al suelo por la incorporación de hoja de coca pica, que según Ávila (2003) su disponibilidad depende mucho de la materia orgánica (abono verde) yde la humedad del suelo.

Bunch (1994) de manera general señala que los abonos verdes pueden mejorar la fertilidad del suelo y ayudar en el control de malezas, también a menudo es efectivo para terminar con las prácticas de la agricultura migratoria.

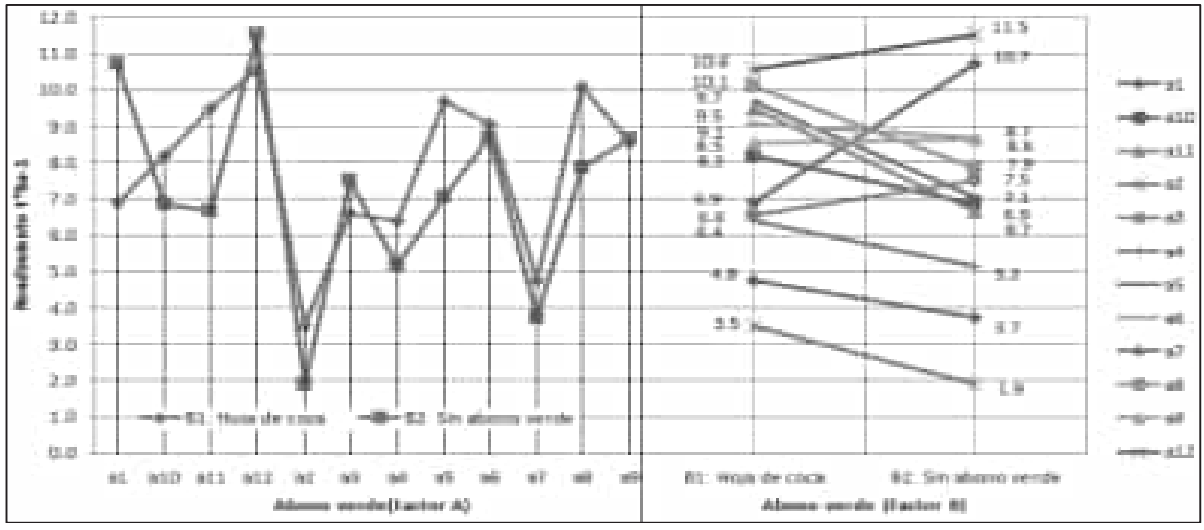


Figura 3. *Muestra grafica de la interacción de los niveles de accesión*abono, para el rendimiento, en la determinación del rendimiento de 12 accesiones de papa nativa con abono verde de hoja de coca picada.*

De la figura 3, se puede apreciar que los niveles del factor A (Accesiones) tienen comportamientos muy diferenciado en los dos niveles del factor B. Donde, los niveles de accesión a1, a10, a11, a12, a2, a3, a 4, a5, a7 y a8 presentan un comportamiento significativamente diferenciado en los niveles de Factor B (Hoja de coca y sin abono verde), obteniéndose un mejor rendimiento con aportes de abono verde de hoja de coca para accesiones a10, a11, a2, a 4, a5, a7 y a8, y adicionalmente se evidencia un mejor rendimiento de las accesiones a1, a3 y a12 sin abono verde, en tanto que con los dos niveles de factor B (Abono) se obtienen un rendimiento no diferente para las accesiones a6 y a9.

Análisis de componentes principales

El análisis de componentes principales la variabilidad explicada por el primer componente principal fue de 43.4%, agrupa variables de forma producto de medias ponderadas de valor propio de los pesos: diámetro del tubérculo, color predominante de la piel del tubérculo, con peso negativa la forma del tubérculo, rendimiento comercial, numero de tubérculos por planta que se mantiene contantes ya que el valor propio que corresponde a este vector propio es muy pequeño y número de nudos por planta. El segundo componente principal explico una varianza acumulada de 68.6% del total, agrupa también variables de forma producto de medias ponderadas de: diámetro del tubérculo con peso negativo, Color predominante de la piel del tubérculo, forma del tubérculo, rendimiento comercial, número de tubérculos por planta y número de nudos por planta.

De acuerdo a la figura 5, el primer componente principal separa accesiones de acuerdo a la forma del tubérculo; aquellas accesiones con tubérculos alargados, oblongo-alargados y oblongos se muestran independientes del rendimiento pero negativamente correlacionados con el diámetro del tubérculo que tiene vector propio y valor propio con mayor peso en el componente, la representación gráfica del segundo componente vuelve a reflejar la misma interpretación del primer componente y evidenciando accesiones con tendencias a que formas de tubérculos no esféricos tendrán los diámetros más bajos independientemente del rendimiento.

Figura 5. Diagrama Biplot para variables cuantitativas y cualitativas, en la determinación del rendimiento de 12 accesiones de papa nativa con abono verde de hoja de coca picada, gestión agrícola 2013-2014.

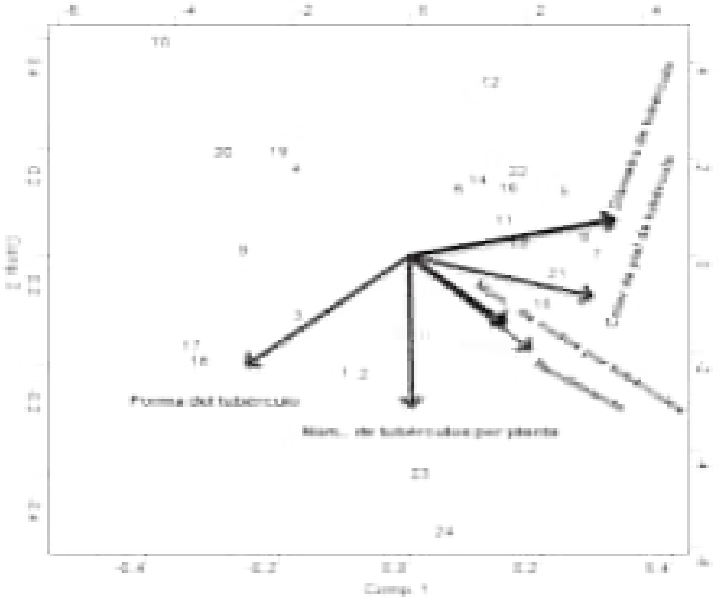


Figura 5. *Diagrama Biplot para variables cuantitativas y cualitativas, en la determinación del rendimiento de 12 accesiones de papa nativa cultivada con abono verde de hoja de coca picada.*

El rendimiento en los dos componentes está asociado positivamente con el número de tubérculos por planta, número de nudos por planta y el diámetro del tubérculo, en tanto las accesiones 12(24), 6(12), 5(10) y 4(8) son las que sobresalen con las mejores características sin aportes de abono verde, y con aportes de hoja de coca sobresalen las accesiones 12(23), 8(17) y 4(7).

Conclusiones

La papa nativa conserva su importancia en la región andina, su variabilidad implica importantes diferencias en rendimiento y uso. La preferencia de la población se mantiene en las variedades nativas, un claro ejemplo es la producción de la W'aycha paceña, a pesar de la incorporación de nuevas variedades al agroecosistema andino, con alto rendimiento y resistencia a ciertas enfermedades.

Por otro lado la hoja de coca de importantes propiedades, su uso como abono verde significa un importante aporte para la fertilidad del suelo, si se dispone de ella sin costo alguno, siendo esta la característica de los abonos verdes y la rentabilidad de los cultivos.

Referencias citadas

Avila, G. (2003). *Abonos verdes.* CIAT, Centro Internacional de Agricultura Tropical – CIAT. Proyecto Comunidades y Cuencas.

Bunch, R. (1994). *El Uso de Abonos Verdes Por Agricultores Campesinos: Lo Que Hemos Apredido Hasta Ahora.* Honduras.

Cárdenas, M. (2012). *Una mirada al cultivo de la papa en Bolivia.* Universidad Mayor de San Simon, Departamento de Fitotecnia y Producción Vegetal. Facultad de Ciencias Agrícolas, Pecuarias, Forestales y Veterinarias, Cochabamba-Bolivia.

Franco, J. (2011). *Divisón semillas proyecto certificación varietal de semillas-SAG.* Recuperado el 8 de Abril de 2014, de Metodología de evaluación: www.sag.cl

Garcia Carreon, J., & Marteinez Menez, M. (2007). *Abonos Verdes.* Ficha, SAGARPA, Colegio de Posgrados, Texcoco.

Gomez, R. (2006). *Guía para las Caracterizaciones Morfológicas Básicas en Colecciones de Papas Nativas.* CIP, Huancayo.

Guidi, A., & Mamani, P. (2001). *Caracteristicas de la cadena agroalimentaria de la papa y su industrializacion en Bolivia.* Proyecto Papa Andina, FUNDACION PROINPA, Cochabamba.

Henriquez, P. (2012). Glosario de terminos utiles para el manejo de recursos fitogenticos. En *Rec Mesoamericana de recursos fitogeneticos REMERFE* (pág. 1). San Salvador, El Salvador.

IBCE. (19 de Julio de 2012). Papa en Bolivia. *Cifras*. Bolivia.

Morello, S., & Matteucci, J. (2002). Aspectos ecologicos del cultivo de la coca. *Carrera Interdisciplinaria de Especialización de Postgrado en la Problemática del Uso Indebido de Drogas". Módulo "Aspectos históricos, antropológicos, socioeconómicos, culturales y ecológicos"*, 3p.

Puldon, V. (Novienbre de 2006). Documentacion, conservacion y multiplicacion de germoplasma. *Curso de mejoramiento genetico*. Cuba.

Sarabia, M. (2004). Control biologico del nematodo de la papa en el marco de una la agricultura conservacionista. *Programa manejo integrado de cuencas*, 2-3.

LA TOTORA Y SU ROL EN LOS SISTEMAS DE VIDA DEL CENTRO DE AGROBIODIVERSIDAD CACHILAYA

Juana Flores, Milton Pinto, Ronnie Mamani, Franz Terrazas y Wilfredo Rojas
Fundación PROINPA
E-mail: j.flores@proinpa.org

Resumen

En el Centro Agrobiodiversidad de Cachilaya existen 4 agro ecosistemas 'aynokas', 'sayañas', 'qhochi irama' y el 'totoral', en cada uno se maneja, conserva y usa una gran diversidad intra e interespecifica de cultivos que son base para la seguridad alimentaria de las familias. El totoral constituye un recurso natural muy importante en la alimentación del ganado que contribuye en la generación de los ingresos económicos para las familias. El manejo de la totora es tradicional, la cosecha se realiza mediante cortes manuales con herramientas fabricadas localmente. La producción pecuaria suplementada con totora genera el 60% de ingresos económicos de las familias. La crianza de ganado genera el estiércol que es usado para fertilizar las parcelas en los sistemas tradicionales de cultivo. La totora se usa para la construcción de techos de viviendas (familiares y pecuarios) y artesanías, los totorales albergan a una diversidad de aves (tiki tiki, pana y zambullidores) y peces (qarachi y mauri) que desovan en ellos, se usa también en alimentación humana. Existe una interacción entre las diversas actividades que realizan agricultores de este centro de agrobiodiversidad. En el marco del programa Biocultural se están promoviendo usos alternativos como: elaboración de ensilaje, siembras con cobertura de totora y riego suplementario y la elaboración compost para incorporación de materia orgánica al suelo.

Palabras clave: Cachilaya, Centro de Agrobiodiversidad, totora.

Introducción

El lago Titicaca que se encuentra en el altiplano Boliviano y Peruano juega un papel importante en los sistemas tradicionales de producción de cultivos y en los sistemas de vida de esa región del país, por su influencia en el comportamiento climático local y regional. Es considerado por la convención RAMSAR, como Humedal de importancia internacional para el hábitat de aves acuáticas denominada SITIO RAMSAR.

La totora (*Schoenoplectus tatora* Collot) es un recurso natural renovable que crece a orillas del lago Titicaca y en áreas húmedas aledañas a los principales ríos afluentes. Este recurso constituye un ecosistema particular que alberga avifauna lacustre y sirve como lugar de reproducción de algunas especies de peces del lago, anfibios, zooplancton, los cuales juegan un papel importante dentro del equilibrio y la cadena trófica del ecosistema.

Este recurso fitogenético contribuye a los medios de vida de los pobladores que viven en comunidades cercanas al lago mediante el aporte de alimento para la crianza de diferentes especies de ganado, para la construcción de viviendas, la movilidad acuática y otros beneficios en donde cada poblador usa de acuerdo a sus conocimientos y necesidad.

Dentro del sistema de vida de la comunidad de Cachilaya, la totora cumple un rol muy importante, su interrelación con los productores es a través del aprovechamiento de este recurso para generar ingresos económicos, asimismo la totora alberga un importante número de especies de aves y peces, considerada un recurso importante de la madre tierra. En este sentido se ha planteado describir el rol de la totora en el Centro de Agrobiodiversidad de Cachilaya y a partir de ahí contribuir a generar acciones de adaptación que permitan mejorar las condiciones de vida de la familias.

Material y métodos

Cachilaya está ubicada a 16°19´47´´LS y 68°34´55´´LW y a 3822 msnm, en el municipio de Puerto Pérez, del departamento de La Paz. El centro de agrobiodiversidad se caracteriza por su alta diversidad de cultivos y variedades, existen

recursos naturales con potencial de uso en un paisaje singular, además los agricultores aún mantienen sus conocimientos y costumbres tradicionales asociados al manejo de la agrobiodiversidad.

Para generar la información se realizó estudios de caso con familias de Cachilaya y el acompañamiento de actividades en campo junto a agricultores. Para determinar las áreas de totorales se ha georreferenciado a través de recorridos a los agro ecosistemas con un informante clave, la observación en campo y la interacción con las familias de la comunidad.

Resultados y discusión

a) Los agro ecosistemas de Cachilaya

En La centro de agrobiodiversidad de Cachilaya está ubicado en un sitio Ramsar, cuenta por una amplia diversidad intra e inter específica de especies cultivadas. Según registros realizados con agricultores custodios se mantienen 83 variedades de papa, 17 variedades de quinua, 9 de oca, 6 de haba, 5 de cebada, 3 de avena, 3 de isaño, 2 de papalisa, 2 de cañahua y 1 variedad de alfalfa (Pinto y Rojas, 2013).

La comunidad de Cachilaya tiene una superficie total de 886,6 ha. En la Figura 1 se muestra el mapa de distribución de los cuatro agro ecosistemas tradicionales: las ***Aynokas*** (487,4 ha), donde se cultiva papa, quinua, cebada y alfalfa; las ***Sayañas*** (98,2 ha) ubicadas cerca a los predios familiares y donde se cultiva papa, oca, papalisa, isaño, quinua, cebada, avena, haba, tarwi, maíz y arveja; la ***Qhochi irama*** (98,7 ha) ubicada en las orillas del lago donde se realizan las primeras siembras de papa y haba aprovechando la humedad del suelo y se cosecha entre enero-febrero, antes que el nivel del agua suba; y el ***Totoral*** (205,3 ha), es la principal fuente de alimento para el ganado. El totoral está dividido en tres sitios Karapat pampa (Al sur del totoral), Jacha sirca (al medio del totoral) y Machaq liwa (al norte del totoral), en cada sitio las familias poseen en promedio 1000 m² (1 liwa)



Figura 1. *Mapa de distribución de agro ecosistemas en Cachilaya*

b) Características de la planta de totora

La planta de la totora alcanza una altura entre 2,20 a 2,80 m según mediciones realizadas en el mes de marzo 2014, es de color verde oscuro y en la parte basal verde claro. La inflorescencia se encuentra en la parte apical de la planta y mide 4 cm. A través de un corte transversal es posible identificar dos tipos de tallos: circular en la base y con aristas, y tallo triangular en la base y con aristas. Las plantas de totora en Cachilaya son semidensas (215 tallos/m²) una planta desarrollada puede tener entre 10 a 15 tallos. A medida que aumenta la profundidad del agua, la densidad de las totoras disminuye desde semidensa a rala (215 - 150 tallos/m²) y una altura promedio de 2 m.



Figura 2. Manejo tradicional de totora

c) **El rol de la totora en Cachilaya**

El manejo de la totora es tradicional, las labores que realizan las familias responde al conocimiento adquirido desde sus abuelos quienes manejaron la totora como parte de su sistema de vida y este conocimiento aún se mantiene.

El corte de la totora se realiza en dos periodos del año: octubre - enero y marzo - junio, antes de la floración ya que las plantas son tiernas "chilli" palatables para los animales. Para el corte, utilizan una herramienta llamada Yawiña fabricada de lata de turril, afilada y atada a una madera delgada de 2.5 metros de largo, después del corte la totora es amarrada en pichus (amarros) de 12 kg, en un día de corte llegan a juntar entre 25 a 30 amarros que alcanzan para alimentar a 10 vacas durante 3 días. Los pichus o amarros son colocados y amarrados uno detrás de otro a lo que se denomina Walaichus de totora, los cuales son arrastrados con botes hasta la orilla. Esta actividad generalmente lo realizan los hombres, en la orilla las mujeres ayudan a sacar y acomodar en tipo parvas los amarros para que salga el exceso de agua, luego es trasladada a las casas para la alimentación del ganado.

Por lo general, es natural la propagación de la especie y es por diseminación de las semillas por el viento. Sin embargo, algunas familias realizan la plantación, sacando champas (raíces de totora con tierra 20 x 20 cm) desde las orillas donde se tienen totoras densas y se deja caer dentro el agua en lugares donde hay poca densidad de plantas, se requiere entre e 50 a 100 champas para una superficie de 1000 m², después de la plantación esperan 1 año para hacer el primer corte.

Alimentación de ganado

La totora y los animales cumplen importantes roles en los sistemas de producción de Cachilaya para la generación de productos que se traducen en ingreso económicos. La ganadería constituye una de las alternativas importantes para el sustento económico de las familias y la totora es la principal fuente de alimento para la crianza de ganado vacuno y ovino. El ingreso económico de las familias se basa en actividades pecuarias que representa el 60% de sus ingresos totales, el ingreso aproximado por actividades ganaderas es de 800 a 1200 Bs/mes principalmente por la producción de leche y venta de quesos, mientras que el 40% corresponde a otras actividades como venta de quinua, venta de chuño, y trabajos fuera de la comunidad.

Como resultado de la alimentación diaria a los animales se genera estiércol/guano. El guano se usa como fertilizante especialmente en los agros ecosistemas tradicionales 'aynokas' y 'sayañas' para la producción de diferentes cultivos, entre ellos la papa nativa que básicamente se usa para la seguridad alimentaria. Asimismo, en Cachilaya el guano es utilizado como combustible para fogones donde se preparan alimentos.

Otro rol que se debe tomar en cuenta, es el amortiguador contra el riesgo climático y económico. Los productores ahorran y se capitalizan en torno a la crianza de los animales que poseen, por ejemplo en casos de sequias, inundaciones, granizadas o heladas, es frecuente la perdida de cultivos y variedades, mientras que los animales subsisten. Lo que indica claramente la principal contribución del totoral y la crianza de ganado a la sostenibilidad de los agros ecosistemas de producción.

Construcción de techos en viviendas locales

El rol de la totora también es el de proporcionar refugio a las familias y también a animales menores. La totora es utilizada en la construcción de techos de las casas en especial de la cocina y los techos de los corrales de chanchos y conejos. Para este uso la totora es cosechada cuando termina la floración, momento en que las plantas se encuentran lo más vigorosas posibles para cumplir esta función.

Combustible para prevenir el granizo

Es muy común observar en época lluviosa (diciembre-marzo) el humeado con restos de totora como mecanismo de defensa para el granizo cuando se tiene la amenaza (presencia de nubes negras y elevada temperatura ambiente). Para este fin la totora es utilizada por los 'yapu kampus', que son autoridades de la chacra que realizan el quemado y alertan a las familias en las 'aynokas'. Producto de ello, algunas familias también realizan la quema de totora seca en las 'sayañas'.

Especie hospedera de aves y peces

En Cachilaya existen diferentes aves y peces nativos. En el caso de peces se tiene al qarachi (*Orestias* spp.) y mauri (*Trychomicterus* spp), son

abundantes en marzo cuando sube el nivel del agua y se reduce cuando baja el nivel en el mes de mayo, el desove de los peces nativos se realiza cerca de las orillas del lago donde se encuentran los totorales y también sirve de refugio de alevinos.

Las aves identificadas en los totorales fueron: patos (*Anatidae* y *Rallidae)*, choqas (*Fulica americana*), pana (*Oxyura ferruginea*), tikitiki, zambullidores (*Rollandia rolland*) y pájaros de diferentes colores (amarillo, café y negro) que no se conocen los nombres, estas aves anidan dentro los totorales, en muchos casos los huevos de la choqa, son utilizados en la alimentación familiar en los meses junio y julio. Algunas aves como el tikitiki son importantes como indicadores biológicos de la precipitación pluvial, por el sitio en el que ponen sus huevos, como también las gaviotas, que ponen en alerta cuando camina gente extraña en el lago.

Alimentación humana

La totora también es consumida por las familias cuando se arranca de raíz la parte tierna de la totora llamada "chullu" se usa como alimento y se comercializa por algunas familias en ferias solo en épocas festivas religiosas como 'Todos Santos', y 'Semana Santa', según bibliografía esta parte del vegetal tiene importante contenido de yodo que ayudaría a combatir el bocio. El consumo en los últimos años se ha reducido por la constante crecida del lago y el agua arrastra suciedad hacia los totorales y se quedan pegadas a las plantas y no se la puede consumir.



Figura 3. Uso de totora en alimentación de ganado, construcción de techos y artesanías

Elaboración de artesanías

Algunas familias con habilidades manuales realizan artesanías como parte de sus actividades económicas adicionales a la pesca artesanal, especialmente en zonas de vocación pesquera, exponiendo artesanías como es el caso de las ferias en el municipio Puerto Perez, que son elaborados con totora fresca y semiseca, como balsas en miniatura, animalitos en forma de patos, llamas y peces.

d) **Alternativas de aprovechamiento y uso de la totora**

En el marco del programa Biocultura se están promoviendo usos alternativos de la totora como parte de las medidas de adaptación al cambio climático y resiliencia económica. Estas alternativas pueden fortalecer la generación de ingresos económicos en la producción ganadera, mediante la elaboración de ensilaje de totora, que se almacena para época seca donde existe menor disponibilidad de forrajes y esta repercute en la baja producción de leche y queso que se expresa en la reducción de los ingresos económicos. Con apoyo del Centro de Investigación en Forrajes – La Violeta (CIF-UMSS), se han realizado pruebas piloto de elaboración de ensilaje de totora utilizando insumos de bajo costo para lograr la fermentación anaeróbica, requerida para obtener un buen ensilaje.

La totora también puede ser usada como cobertura del suelo (mantenimiento de la humedad) en la siembra de variedades locales y mejoradas de quinua, asociada a riego suplementario. En esta experiencia desarrollada por PROINPA, se utilizó la totora que muchas familias consideran basura "t'una" restos de totora seca producto de los desechos por pisoteo y contaminación con orina que dejan los animales. Con la aplicación de la cobertura de totora se ha podido evidenciar el 100% de emergencia de plantas de quinua, en comparación a la siembra tradicional l0% de emergencia sin cobertura.

Asimismo, se ha promovido el uso de totora seca en la elaboración de compost, mezclada con

estiércol de animales y terrabiosa o suero de leche, como práctica para promover la salud del suelo a través de la incorporación de materia orgánica en la siembra de papa principalmente, que además de mostrar resultados alentadores en el rendimiento 12 tn /ha, también ayudo en la reducción de malezas.



Figura 4. Uso de totora como ensilaje, cobertura y compost

Conclusiones

En Cachilaya la totora cumple un rol muy importante en el sistema de vida de las familias, no solo por su influencia en el comportamiento climático local y regional, sino por su aporte en la crianza de los animales y a su vez por su contribución en la generación de ingresos económicos por la venta de quesos que realizan las familias.

La totora es importante también para la reproducción de aves y peces, quienes se alimentan y refugian en los totorales del lago Titicaca, además tiene múltiples usos entre ellos para la fabricación de techos de viviendas, medios para movilizarse y artesanías.

La totora es una especie nativa y con un enorme potencial en el lago Titicaca, se puede usar para la elaboración de ensilaje, para elaborar abonos orgánicos, como cobertura del suelo para mejorar la producción de los cultivos, entre otros. Sin embargo, está siendo subutilizada y necesita mayor atención de los actores que trabajan en esa parte del altiplano.

Referencias citadas

Pinto M. y W. Rojas (eds.) 2014. Fortalecimiento de la resiliencia en comunidades rurales pobres ante la inseguridad alimentaria, pobreza y cambio climático, a través de conservación de la agrobiodiversidad local en finca. Informe Técnico Anual. Febrero 2013 - Enero 2014, Proyecto NUS IFAD III. Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia. 155 p.

Pinto M.; Flores, J.; Alanoca, C.; Mamani, E., y Rojas, W. 2007. Bancos de germoplasma comunales contribuyen a la conservación de quinua y cañahua. En: Rojas, W. (ed.) Manejo, conservación y uso sostenible de los recursos genéticos de granos altoandinos, en el marco del SINARGEAA. Informe Anual 2006/2007. La Paz: Proyecto SIBTA-SINARGEAA. MDRAMA – Fundación PROINPA: 200-205.

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Autoridad Binacional del Lago Titicaca (ALT). 2000. Sub proyecto estudio y evaluación de los totorales, en las cuencas del lago Titicaca, rio Desaguadero, Lago Poopó y Salar de Coipasa (Sistema TDPS). Elaborado por Asociación Boliviana de Teledetección para el Medio Ambiente (ABTEMA) y Unidad Operativa Boliviana (UOB). La Paz- Bolivia. p 98.

LAS FERIAS DE BIODIVERSIDAD Y FESTIVALES DE COMIDAS: HERRAMIENTAS PARA REVALORAR LA DIVERSIDAD LOCAL Y LOS CONOCIMIENTOS TRADICIONALES

Juna Flores, Milton Pinto, Ronnie Mamani, Vania Alarcón y Wilfredo Rojas
Fundación PROINPA
E-mail: j.flores@proinpa.org

Resumen

En los años 2012-13 y 2013-14 se han realizado cuatro ferias de biodiversidad y festival de comidas, en las que mujeres y varones de las comunidades Cachilaya (Provincia Los Andes) y Coromata Media (Provincia Omasuyos) expusieron la diversidad intra e inter específica de los cultivos que conservan. En las ferias en Coromata Media se identificaron 12 especies y 147 variedades conservadas en el año 2012-13 y 11 especies y 131 variedades en el 2013-14. En Cachilaya se registraron 13 especies y 157 variedades en el año 2012-13 y 12 especies y 167 variedades en el 2013-14. Asimismo, las familias de ambas comunidades mostraron los preparados tradicionales como pesque y quispiña y preparados no tradicionales como queque, buñuelos, tawa tawas, humintas, galletas, jugos y demostraron sus conocimientos adquiridos sobre su manejo y conservación. Las ferias de diversidad y festivales de comidas se constituyen en herramientas para promover la conservación y revalorar la biodiversidad agrícola, ayudan a identificar a los agricultores y agricultora que manejan una mayor diversidad y conocimiento tradicional asociado y a establecer acciones futuras.

Palabras clave: Feria, preparados tradicionales, variedades, conservación

Introducción

La biodiversidad agrícola es parte del patrimonio natural de las comunidades y entorno a ella los agricultores han desarrollado conocimientos acerca de cómo utilizar y conservar los cultivos y variedades para beneficio de sus familias. Esta diversidad es amplia y variada, la mayoría de ella es utilizada principalmente para la alimentación de las familias y pocas son comercializadas, para obtener recursos económicos. Si bien existen usos locales de estos cultivos, estos son limitados y restringidos al conocimiento de las familias que las cultivan.

Las ferias locales de biodiversidad y festivales de comidas constituyen eventos donde los agricultores exponen diferentes especies y variedades promoviendo de ese modo el intercambio de semillas y conocimientos entre agricultores. En el marco del Proyecto NUS IFAD III se ha promovido la realización de ferias de Biodiversidad y Festivales de comidas que son herramientas estratégicas para incentivar la conservación, uso, comercialización de especies y variedades locales así como el intercambio de conocimientos entre agricultores. Estas herramientas son importantes también para el monitoreo de la agrobiodiversidad y la identificación de agricultores custodios.

En el presente artículo se presentan los resultados del desarrollo de cuatro ferias de Biodiversidad y Festivales de comidas que se realizaron en comunidades agro biodiversas cercanas al lago Titicaca, las cuales se realizaron con el objetivo de sensibilizar a autoridades municipales, a técnicos de instituciones, y promover la interacción entre agricultores, el intercambio de semillas de especies y variedades y de esa manera promover a la conservación y monitoreo de la agrobiodiversidad.

Materiales y métodos

Las ferias de Biodiversidad y festivales de comidas se realizaron en las comunidades: Coromata Media, ubicada en el municipio de Huarina de la provincia Omasuyos y Cachilaya, ubicada en el municipio de Puerto Pérez de la provincia Los Andes. Para la organización, se realizaron reuniones de coordinación con agricultores y autoridades comunales para acordar las fechas de realización, en donde se enfatizó la importancia del evento para promover el potencial de la diversidad de variedades y los usos tradicionales.

Posteriormente se realizaron afiches como material de difusión que fueron distribuidos junto con la invitación a autoridades municipales y gubernamentales previo acuerdo con agricultores. Asimismo, se elaboraron planillas para la colecta de datos de la diversidad intra e inter específica de los cultivos que conservan los agricultores de ambas comunidades. Los agricultores por su parte, realizaron solicitudes de apoyo a autoridades municipales y a instituciones para premios que sirvieron como incentivo a la participación.

En el evento se designaron jurados calificadores para las distintas categorías, los cuales fueron nombrados en coordinación con agricultores, autoridades y técnicos de instituciones. Los jurados interactuaron con los expositores en las dos categorías para dar una calefacción sobre la presentación de especies y variedades y sobre sus conocimientos tradicionales. Finalmente se realizaron la cuantificación de resultados y se eligieron a los ganadores de las categorías que fueron premiadas con incentivos.

Resultados y discusión

Entre los años agrícolas 2012-13 y 2013-14 se realizaron 5 Ferias de Biodiversidad y Festivales de comidas, 2 en la comunidad Cachilaya, 2 en la comunidad Coromata Media y 1 en el municipio de Huarina. Los resultados del Cuadro 1 muestra la cantidad de personas varones y mujeres que participaron en las categorías de Biodiversidad agrícola (diversidad intra e inter específica de cultivos) y Festival de comidas entendida como usos tradicionales de la agrobiodiversidad (platos tradicionales y no tradicionales).

Asimismo, se puede apreciar que en la comunidad Cachilaya existió un leve aumento de los participantes en las dos categorías de un año (2012-13) a otro (2013-14); mientras que en la comunidad Coromata Media existió un fuerte incremente en la participación entre el 2012-13 al -2013-14, debido a que los agricultores de esta comunidad se vieron motivados por la Feria de Biodiversidad y Festival de comidas que organizo el municipio de Huarina.

Cuadro 1. Número de participantes en Ferias de Biodiversidad en Cachilaya y Coromata Media (2012-13 y 2013-14)

Comunidad	Gestión	Categoría	Participantes		Total participantes
			Varones	Mujeres	
Cachilaya	**2012-2013**	*Biodiversidad Agrícola*	6	18	**61**
		Usos Tradicionales de la Biodiversidad	5	32	
	2013-2014	*Biodiversidad Agrícola*	4	16	**63**
		Usos Tradicionales de la Biodiversidad	8	35	
Coromata Media	**2012-2013**	*Biodiversidad Agrícola*	8	26	**75**
		Usos Tradicionales de la Biodiversidad	10	31	
	2013-2014	*Biodiversidad Agrícola*	*8*	28	**106**
		Usos Tradicionales de la Biodiversidad	*22*	48	

Comunidad Coromata Media

En las 'Ferias de biodiversidad y festivales de comidas' realizadas en Coromata Media, los agricultores participantes en la categoría ***biodiversidad*** exhibieron a la papa como la principal especie conservada en sus parcelas. En total los expositores presentaron 12 especies y 147 variedades conservadas en el año 2012-13, y 11 especies y 131 variedades en el 2013-14 producido en sus sistemas tradicionales de cultivo (Figura 1).

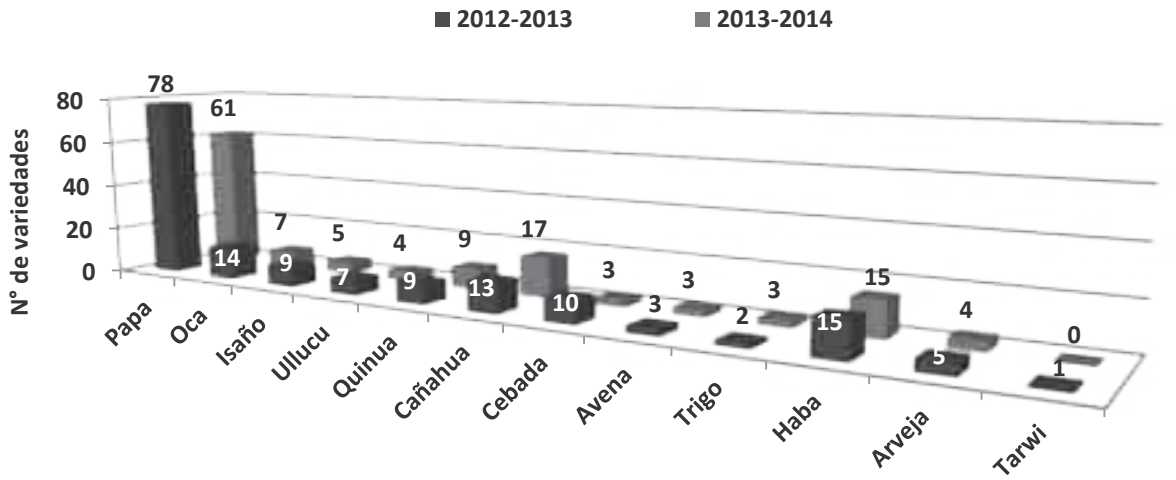


Figura 1. *Diversidad de cultivos y variedades expuestas por familias de Coromata Media en las Ferias de Biodiversidad (2012-13 y 2013-14)*

También se identificaron a los agricultores Pedro Quispe Miranda (2012-13) y a Mauricia Quispe (2013-14) como las personas que manejan y conservan una mayor diversidad respecto a las otras familias participantes (Figura 1).

En la categoría ***festival de comidas*** los agricultores expusieron diferentes preparados tradicionales y no tradicionales en base a quinua y cañahua, tales como: queque, tortas, humintas, galletas, pan, tortillas, buñuelos, pisqui, phisara, frescos y otros; los cuales fueron aprendidos por los participantes en cursos de capacitación realizados en el marco del proyecto NUS IFAD III.

Los lugares de exposición de preparados tradicionales y no tradicionales fueron los más concurridos por los visitantes, técnicos, jóvenes, hombres mujeres y niños de la Unidad Educativa de la comunidad, quienes pudieron degustar y comprar los productos.





Imágen 1. *Diversidad agrícola y de alimentos preparados con cultivos andinos en Ferias de Coromata Media.*

Comunidad Cachilaya

En Cachilaya las ferias se realizaron con la participación de toda la comunidad. Los agricultores participantes en la categoría ***biodiversidad*** exhibieron a la papa como la principal especie conservada en sus parcelas. En total los expositores presentaron 13 especies y 157 variedades conservadas en el año 2012-13 y 12 especies y 167 variedades en el 2013-14 en sus sistemas de producción tradicional. También se identificaron a las señoras Francisca Mamani (2012-13) y a Viviana Herrera Quispe (2013-14) como las personas que manejan y conservan una mayor diversidad de especies agrícolas presentes en Cachilaya (Figura 2).

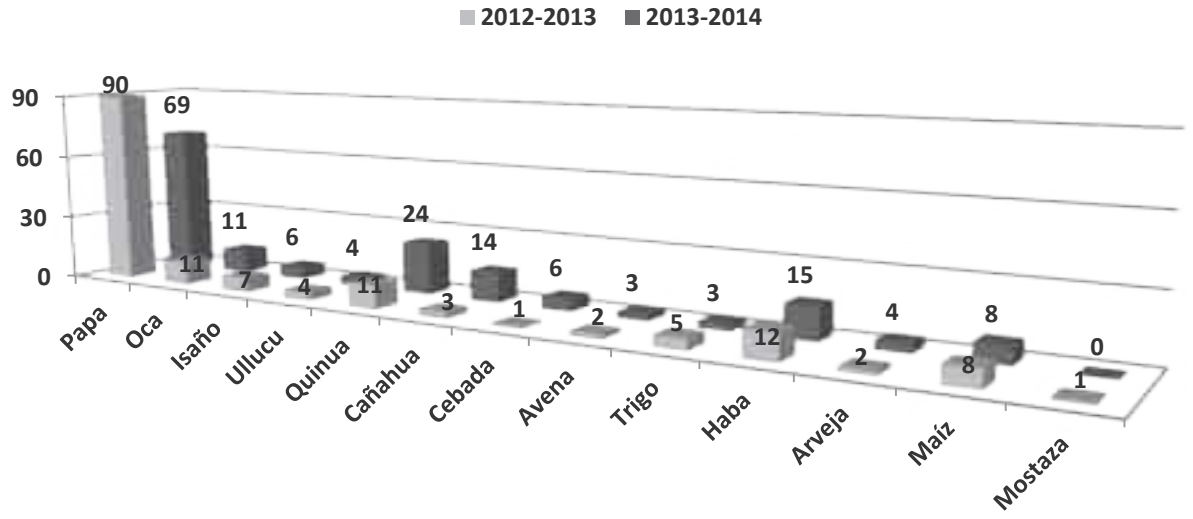


Figura 2. *Diversidad de cultivos y variedades expuestas por familias de Cachilaya en las Ferias de Biodiversidad (2012-13 y 2013-14)*

En los resultados de ambas campañas agrícolas se observa una reducción en cuanto a la diversidad de papa de 90 a 69 variedades, esto debido a que agricultores indicaron que perdieron variedades por inundaciones y granizo, sin embargo hay un incremento de variedades de quinua, cañahua y haba, identificados principalmente por el color de los granos y plantas.

Por otra parte en la categoría ***festival de comidas*** (usos alimenticios tradicionales no tradicionales) se expusieron buñuelos, tawas, humintas, peske, kispiña en diferentes formas, quesos y productos transformados de tubérculos (tunta, chuño y caya). Además se expusieron diferentes artesanías como tejidos de lana de oveja.





Imágen 2. *Agricultoras de Cachilaya exponiendo diversidad de preparados de quinua*

Cabe resaltar la participación de estudiantes y profesores del colegio Marcelo Quiroga Santa Cruz de la comunidad de Cachilaya, quienes expusieron actividades relacionadas a la producción como: el cuidado del medio ambiente, la contaminación, lluvias acidas, la importancia del suelo "madre tierra", diversidad de peces del lago y preparación de alimentos en base a quinua y su importancia en la nutrición.

Conclusiones

La realización de las ferias muestra la diversidad intra e inter específica de los cultivos conservados por los agricultores y agricultoras para la alimentación familiar y pecuaria, además de los conocimientos ancestrales para el manejo y usos de la biodiversidad local, considerados estratégicos para la concientización y sensibilización de la población sobre la situación actual de biodiversidad local.

La diferencia en el número de especies y variedades mostradas en las ferias en los años 2012-13 y 2013-14 indica que existe una dinámica que puede atribuirse al movimiento de semillas entre los participantes. Se evidenció una mayor participación a nivel familiar en los usos tradicionales de la agrobiodiversidad.

Mediante las ferias de biodiversidad y festivales de comidas se destacan los esfuerzos de los agricultores por mantener la diversidad de los cultivos y los conocimientos tradicionales de sus comunidades, mediante un espíritu de competencia saludable entre agricultores.

En estas experiencias de organización y realización de ferias se han recogido algunas lecciones valiosas, principalmente que deben ser actividades con participación activa de autoridades locales, municipales y gubernamentales, basadas principalmente en los aportes de los agricultores e incentivadas por instituciones públicas y privadas

Referencias citadas

Flores J., M. Pinto, C. Alanoca y W. ROJAS, 2007. Promoción de los parientes silvestres de quinua y cañahua. Informe Final, Proyecto UNEP/GEF "Conservación complementaria ex situ – in situ de especies silvestres de quinua y cañahua", Fundación PROINPA. La Paz, Bolivia, 88 p.

Pinto M., Marín W., Alarcón V., y Rojas W., 2010. VII. Estrategias para la conservación y promoción de los granos andinos: ferias y concursos. En: Rojas W., Soto, J.L., Pinto, M., Jager, M., y Padulosi, S. (Eds.). Granos Andinos. Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. Bioversity International, Roma, Italia.

Pinto M., Alarcón V., Rojas W., 2010. XI. Usos tradicionales, no tradicionales e innovaciones agroindustriales de los granos andinos En: Rojas W., Soto, J.L., Pinto, M., Jager, M., y Padulosi, S. (Eds.). Granos Andinos. Avances, logros y experiencias desarrolladas en quinua, cañahua y amaranto en Bolivia. Bioversity International, Roma, Italia.

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE ALTO POTENCIAL GENÉTICO EN EL MUNICIPIO DE MONTEAGUDO, CHUQUISACA

Heriberto Reynoso M.[1]

[1] *Proyecto BEISA-3. Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca,*
Email: hery_reynoso@hotmail.com

Resumen

Desde la gestión 2012 el proyecto BEISA-3 de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca, a través de su componente de Agroecología, viene incentivando la producción de semillas de calidad en los cultivos de maíz y maní. Al mismo tiempo se está promoviendo que los agricultores se constituyan como encargados de mantener este material el material genético. En efecto, durante el periodo agrícola 2013-2014, se han implementado 4 parcelas semilleras de maíz y 2 de maní, en cada una de estas parcelas se han realizado las evaluaciones agronómicas correspondientes., de dos variedades de maíces (IBO-128 e IBO-2836) y dos variedades de maní (colorado Iboperenda y Pitave-2000).De acuerdo al análisis de los datos agronómicos, se tiene que la variedad de maíz IBO-2836 presenta mejor vigorosidad y aspecto de planta, así mismo el rendimiento es elevado en comparación a la variedad de maíz IBO-128. En relación a las parcelas de semilla de maní, la variedad Colorado Iboperenda, presenta mejores cualidades en planta y tipo de grano, y también cierta tolerancia a enfermedades foliares y al stress hídrico, en comparación a la variedad Pitavae-2000, que también reúne ciertas características agronómicas favorables para los productores en el Chaco Chuquisaqueño. En función a la experiencia lograda y a la percepción técnica, se ha determinado que estas reúnen características de clima y suelo, aptos para la producción de semillas de calidad, considerándose además como zonas agroecológicas potenciales para el mantenimiento de los recursos genéticos agrícolas, vinculados a la producción sostenible.

Palabras clave: material genético, parcelas semilleras, producción de semillas, variedades

Introducción

La semilla es el elemento indispensable para la producción agrícola. Durante cientos de años, las semillas fueron seleccionadas y conservadas de forma empírica, pero, gracias a la mejora sistemática de las plantas, se ha progresado mucho desde finales del siglo XVIII. La mejora de las semillas avanzó inmensamente a raíz del descubrimiento de la doble hélice del ADN y del conocimiento del mecanismo de la herencia genética; esto capacitó a los hombres para transferir las características deseables de una planta a sus descendentes (FAO 2011). Desde que se obtiene una variedad y el momento que se dispone de semilla comercial, pueden transcurrir varias temporadas. Es muy importante conservar la pureza de las variedades, evitando mezclas mecánicas o genéticas, a este ultimo también se le llama mejoramiento de conservación y mantención de variedades (Mellado 2004).

El maíz a nivel mundial es el cultivo que mas se ha investigado, del cual ha sido generado gran parte del conocimiento teórico en genética vegetal, Se han desarrollado de métodos o esquemas de mejoramiento genético, los resultados de dichas investigaciones, han impactado económicamente en diversas regiones productoras del mundo, convirtiéndose después del arroz y el trigo, en uno de los principales cultivos a nivel mundial (Preciado 2004). En Bolivia, se enfatiza prioritario identificar zonas de alta producción de semillas de calidad, los cuales permitan seleccionar y conservar las características originales de aquellos recursos genéticos, considerados de alto potencial de rendimiento.

La producción de semillas en zonas agroecológicas especiales de Chuquisaca, son determinados por factores favorables como las condiciones agroclimáticas, calidad de suelos y debido al relieve de tipo serranía. Este último, evita contaminaciones por cruzamientos

naturales, permitiendo a que comunidades agrícolas en estas zonas produzcan variedades locales. Por otra, la elección de sitios para la producción de semillas de maíces y maníes, es decisivo para alcanzar los resultados esperados, en este caso, volúmenes altos de producción de semilla de calidad, cuando se menciona "calidad", involucra aspectos como: características originales de la variedad en producción, alta pureza y vigorosidad genética, alto porcentaje de germinación, entre otros.

Desde la gestión 2012, el proyecto BEISA-3 de la Facultad de Ciencias Agrarias - Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, inicia con el proceso de producción de semillas en dos cultivos esenciales de la economía rural. Como son la producción de semillas de calidad en maní y el maíz, por comunidades asentadas dentro del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Iñao, debido a la demanda alta por semillas de calidad en los Municipios de Villa Vaca Guzmán, Monteagudo y Huacareta, del departamento de Chuquisaca.

El principal objetivo es el de promover e impulsar a las familias de las comunidades del PN-ANMI Serranía del Iñao, en la producción y mantenimiento de semillas de variedades de maíces y maníes, orientados hacia el uso de tecnologías que minimicen el uso de agroquímicos y efectos desfavorables en los recursos naturales y medio ambiente. Otro objetivo es el de capacitar a los productores(as) en mantenimiento de las variedades nativas de cultivos que tienen importancia para la sostenibilidad de los sistemas de producción.

Materiales y métodos

Área de estudio

El PN-ANMI Serranía del Iñao, fue declarado el 28 de mayo del 2004, por la ley de la Republica 2727, en la categoría de Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado. Cuyas coordenadas geográficas carece de límites legales definidos, pero con una superficie de 263,000 hectáreas, está ubicado en el departamento de Chuquisaca. Se encuentra distribuido en las jurisdicciones de los municipios de Villa Vaca Guzmán, provincia Luis Calvo, Monteagudo, Provincia H. Siles, Padilla, Provincia Tomina y Villa Serrano, Provincia Boeto, los que conforman la denominada Mancomunidad de Municipios de Iñao.

El presente trabajo de producción de semillas, se llevó a cabo en las siguientes comunidades del cantón Sauces del Municipio de Monteagudo, las mismas que forman parte del PN-ANMI Serranía del Iñao: Azero Norte, Tartagalito y Chincana. Las parcelas semilleras fueron establecidas en la misma comunidad, distantes entre sí a una distancia de 4 km, y desde la localidad de Monteagudo a 8 y 10 km de una y otra parcela semillera, respectivamente.

Procedimiento en campo

En este trabajo de investigación, no se aplicó ningún diseño experimental, las parcelas de producción de semillas fueron establecidos en superficies desde 1 a 2 has, aplicando en las mismas la tecnología semimecanizada, que consiste en: 1) preparación del terreno en forma mecanizada, 2) siembra mecanizada, 3) controles fitosanitarios con mochilas jacto de 20 litros de capacitad y cosecha en forma manual.

El material genético utilizado en las parcelas de producción de semilla de maíz fueron las variedades IBO-128 e IBO-2836. . La variedad IBO-128, tiene más de 30 años en producción, fue liberado a inicios de los años 80 en el Centro de Investigación e Innovación Tecnológica Agropecuaria Iboperanda (CIITAI), antes conocido a nivel nacional e internacional como Centro Experimental Iboperenda (CEI), esta variedad manifiesta entre 62 a 68 días a la floración masculina y femenina, altura de planta promedio de 2,75 m, altura de mazorca de 1,54 m, buena cobertura de mazorca y grano dentado amarillo. La variedad IBO-2836 de alto potencial genético y alto rendimiento en relación a otras variedades de polinización abierta, variedad liberada también en el CEI, presenta entre 64 y 69 días a la floración masculina y femenina, altura de planta promedio de 2,68 m, altura de mazorca de 1,48 m, buena cobertura de mazorca, tipo de grano semidentado de color amarillo intenso.

El material genético utilizado en las parcelas de producción de semilla de maní fueron las variedades Colorado de Iboperenda y Pitavae-2000. La variedad Colorado de Iboperenda, fue liberado el año 2001 por el CEI, variedad de raíces mas profundas en comparación a otras variedades del tipo virginia, de grano rojo intenso, presenta cierta tolerancia a enfermedades foliares y al stress hídrico. La variedad Pitavae-2000, liberada el año 2004 por MEDA-PROCOR, variedad tipo virginia, de grano rojo colorado, de buen rendimiento, diferenciándose de la variedad Colorado Iboperenda por el grosor de la primera cascara del fruto.

Técnicas aplicadas

A efectos de tener información del comportamiento agronómico y rendimiento en las parcelas semilleras establecidas en el cultivo de maíz, se realizaron las evaluaciones de las siguientes variables agronómicas: a) Días a floración masculina y femenina, b) Altura de planta, c) Altura de mazorca, d) Cobertura de mazorca, e) Aspecto de planta, f) Aspecto de mazorca, g) Peso de campo, h) Porcentaje de humedad, i) Tipo de grano, i) Rendimiento (tn/ha)

De acuerdo a las recomendaciones de Fundación Valles (2011), para tener información del comportamiento agronómico y rendimiento en las parcelas semilleras establecidas en el cultivo de maní, se realizaron las evaluaciones de las siguientes variables agronómicas: a) Épocas de floración, b) Altura de planta, c) Área foliar, d) Sanidad, e) Peso de campo, e) Porcentaje de humedad, f) % de cascara, g) Rendimiento (qq/has).

Resultados y discusión

Habiendo conducido la investigación en las parcelas de producción de semilla de maíz en comunidades agroecológicas del PN ANMI Serranía del Iñao, se alcanzaron a evaluar y analizar las siguientes variables agronómicas, tal como se muestran en los siguientes cuadros:

Cuadro 1. Características agronómicas en parcelas de producción de semilla de maíz variedad IBO-128, comunidad Chincana, gestión agrícola 2013-2014.

Productor	Características agronómicas							
	DFM	DFF	ALT PTA (m)	ALT Mz. (m)	ASP PTA Esc 1 a 5	COB Mz Esc 1 a 5	TIPO DE GRANO	REND. Tn/ha
Productor 1	62	68	2,78	1,58	2*	2**	Dentado amarillo	4,97
Productor 2	63	70	2,74	1,50	2*	2**	Dentado amarillo	4,23
Promedio	**62,5**	**69,0**	**2,76**	**1,54**	**2***	**2****		**4,60**

**Buen aspecto de plantas*

***Buena cobertura de mazorcas*

La siembra con el productor 1, fue en fecha 13 de noviembre de 2013, considerándose la época más recomendable y el aislamiento del lote semillero que evita la contaminación de la variedad en producción, las plantas demostraron tener mayor vigor y crecimiento, siendo la respuesta favorable en relación al rendimiento. Comparado con la parcela del productor 2 (Cuadro 2) cuya fecha de siembra fue el 23 de noviembre del año 2013, lote afectado por el ataque de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*), observándose en la parcela plantas débiles por las condiciones naturales del suelo y una manifestación menor en rendimiento en comparación a la parcela semillera del productor 1.

Cuadro 2. Características agronómicas en parcelas de producción de semilla de maíz variedad IBO-2836, en dos comunidades, gestión agrícola 2013-2014.

Comunidad	Características agronómicas							
	DFM	DFF	ALT PTA (m)	ALT Mz. (m)	ASP PTA Esc 1 a 5	COB Mz Esc 1 a 5	TIPO DE GRANO	REND. Tn/ha
Azero Norte	62	68	2,65	1,48	3	2	SD Amarillo	5,01
Tartagalito	65	72	2,72	1,62	2	2	SD Amarillo	5,15
Promedio	**63,5**	**70,0**	**2,68**	**1,55**	**2,5**	**2**		**5,08**

La variedad IBO-2836, desde hace 8 años atrás, viene ganando mayor preferencia debido a su elevado rendimiento en grano, es considerado como la primera variedad en importancia económica para las familias rurales en el Chaco Chuquisaqueño, desplazando a un segundo lugar a la variedad IBO-128, la misma que ocupo durante mas de dos décadas los primeros lugares, por su calidad en grano y alto rendimiento.

La siembra en la localidad de Azero, Norte fue en fecha 02 de Febrero de 2014, considerada una siembra tardía. El promedio de precipitación pluvial en esta zona oscila entre 560 a 600 mm/año, siendo la misma muy irregular, aspecto que retraso las siembras en la zona de estudio, afectando a todas las familias productoras de maíz. En cambio en la localidad de Tartagalito. La siembra se realizó en fecha 08 de Enero de 2014, época de siembra considerada aun favorable para la producción de maíz, en tal circunstancia se puede observar en el cuadro anterior la diferencia clara en las manifestaciones agronómicas de la variedad en ambas localidades, en la comunidad de Tartagalito las características de altura de planta, aspecto de planta, y el rendimiento fueron mejores en comparación a la comunidad de Azero Norte.

La parcela de producción de semilla de maní en la variedad Colorado de Iboperenda (Cuadro 3), fue implementada en la comunidad de Azero Norte, la zona presenta características agroclimáticas favorables para la producción de semillas, la misma se manifiesta en las características agronómicas muy diferentes a la variedad Pitavae-2000, como ser en altura de planta y área foliar, la característica mas importante es la sanidad foliar, donde la variedad Colorado Iboperenda, presenta una calificación mejor en comparación a la variedad Pitavae-2000.

Cuadro 3. Características agronómicas en parcela de producción de semilla de maní de dos variedades, gestión agrícola 2013-2014.

Variedad	Características agronómicas							
	ÉPOCAS DE FLORACIÓN			ALT PTA (m)	AREA FLORAL (m)	SANIDAD Esc. 1 a 5	% DE CASCARA	REND. qq/ha
	1º	2º	3º					
Colorado Iboperenda	30	46	62	0,48	0,48	2	8	38,9
Pitavae-2000	30	48	64	0,36	0,36	3	11	42,00

De acuerdo a los objetivos planteados y en correspondencia a la capacitación de productores en producción de semillas y mantenimiento de variedades, a través de las actividades de campo en la fase productiva y en coordinación con técnicos del INIAF-Chuquisaca, se ha logrado capacitar a productores(as), para impulsar en la adopción de esta actividad, considerando que las comunidades del PN ANMI Serranía del Iñao, tienen particularidades y aspectos socioproductivos favorables para mejorar procesos productivos, principalmente en la producción de semillas de calidad.

Cuadro 4. Capacitación de Productores en Mantenimiento de Variedades de Maíces Criollos, Gestión Agrícola 2013-2014.

Municipio	Comunidad	Tema de capacitación y/o actividad	Nº familias capacitadas	Observaciones
Monteagudo	Azero Norte	Mantenimiento de maíz en la variedad criolla Canario	2	Rescate de variedades criollas para dar inicio con el proceso de mejoramiento, selección de 100 mazorcas/variedad
	Aguadillas	Mantenimiento de maíz en la variedad Kulli	4	
	Chincana	Mantenimiento de maíz en la variedad criolla Canario	2	
Total			**8**	

Conclusiones

Se ha determinado a las comunidades del PN ANMI Serranía del Iñao, como aptas para la producción de semillas de calidad de maíz y maní.

Las características fenotípicas de las variedades de maíz y maní, en las zonas agroecológicas de estudio, manifestaron tener las características originales descritas para su liberación como variedades.

Existen productores(as) en la zona para impulsar el desarrollo agrícola, con la provisión de semillas de calidad, los mismos que coadyuven en la producción sostenible de alimentos de seguridad alimentaria.

Existen variedades criollas que se mantienen durante varios años en manos de productores, a través de la información y recolección del material genético, se dará inicio al proceso de mejoramiento genético.

Referencias citadas

FAO. 2005. Rural Radio. Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: www.fao.org/sd/ruralradio/common/ecg/24516_es_seeds_sp_1. (20/06/2014)

FUNDACIÓN VALLES, 2011. Maní, manual de cultivo. Tercera Edición. Cochabamba-Bolivia

H.R. LAFITLE, 1994. Identificación de problemas en la producción de maíz tropical. Guía de Campo. México, D.F.: CIMMYT.

MELLADO, M., 2004. Introducción al mejoramiento genético vegetal, conceptos básicos. Curso Internacional en Mejoramiento y Mantenimiento de Variedades. Chile.

PRECIADO, R.E. 2004. Mejoramiento y mantenimiento de variedades de maíz. Curso Internacional en mejoramiento y Mantenimiento de Variedades. México, D.F.

PROPAGACIÓN *IN VITRO* DE VARIEDADES LOCALES DE PLÁTANO (*Musa paradisiaca L.)*

G. Gerónimo[1], G. Aguirre[1]
[1] UMSS-FCAyP Departamento de Fitotecnia- Laboratorio de Biotecnología
g.aguirre@umss.edu.bo, gladyscaranavi@gmail.com

Resumen

La investigación se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de la FCAPyF; el objetivo fue encontrar el mejor medio de cultivo para las diferentes variedades locales de plátano, las fases comprendieron la recolección y establecimiento *in vitro*. Los explantes fueron sometidos a medios de cultivo de Murashige&Skoog complementados con tiamina 0.3mg/l adicionados con reguladores de crecimiento (BAP 2.5mg/l y AIA 0.2mg/l), y antioxidante (carbón activo 1gr/l, L-cysteine 100mg/l, ácido cítrico 100mg/l), azúcar 30gr/l y phytagel 2.5 gr/l; los mismos que fueron ajustados a un pH: 5.8. El diseño utilizado fue completamente al azar (DCA), con cinco repeticiones; en la fase de establecimiento se probaron tres medios de cultivo teniendo así los mejores resultados con el medio de cultivo carbón activo obteniendo 3-4 explantes de cinco explantes establecidos en todas las variedades seguido de L-cysteine obteniendo 2 explantes por cada variedad.

Palabras Clave: *variedades, in vitro, BAP, AIA.*

Introducción

El Plátano es uno de los alimentos más cultivados y más consumidos en el oriente boliviano, siendo esencial en la dieta diaria de los habitantes de las zonas tropicales ubicadas en los departamentos de Cochabamba, Pando, Beni, La Paz y Santa Cruz, consideradas las principales zonas productoras de este cultivo. Además de ser un alimento rico en minerales y carbohidratos, es considerado un producto básico y con alto potencial de exportación, lo que le permite constituirse en una importante fuente de empleo e ingresos económicos. Además de ser el cultivo predominante en la seguridad alimentaria de los bolivianos de las zonas bajas. tiene una importancia social y económica, por ser uno de los productos fundamentales de la canasta familiar principalmente del poblador de la Amazonia y Yungas. Actualmente se tiene una producción de 328.495 tn. Rendimientos de 5.876 kg /ha y una superficie cultivada de 35.550 ha. Por otro lado permite la generación de ingresos económicos en forma permanente como producto de la comercialización local y regional (INE, 2010).

Actualmente uno de los mayores problemas que se presenta en el cultivo del plátano son la presencia de plagas de insectos como el *Cosmopolites sordidus* que en estado larval ocasiona las mayores pérdidas en los plantines (cormos) provocando un severo daño en las parcelas cultivadas.

Una de las desventajas de la propagación tradicional por cormos es precisamente la diseminación de insectos de un lugar a otro a través de los hijuelos, siendo baja su tasa de multiplicación, de 6 a 9 hijuelos /año. En tal sentido, se ha visto como alternativa el uso del cultivo de tejidos como la manera más segura de propagar plantas libres de plagas y enfermedades.

La importancia del cultivo de tejidos en el plátano radica en obtener plantas libres de enfermedades (evita la diseminación de hongos, bacterias nematodos, virus e insectos), como una primera opción para mejorar la calidad sanitaria de este cultivo; tal es la razón por la cual se realizó la presente investigación que planteo los siguientes objetivos.

- Encontrar el mejor medio de cultivo en la fase de establecimiento de las ocho variedades locales de plátano(*Musa paradisiaca* AAB)
- Determinar el porcentaje de viabilidad y encontrar el mejor medio de cultivo para la fase de establecimiento

Materiales y métodos

Ubicación del área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Biotecnología de Cultivo de Tejidos de la Facultad de Ciencias Agrícolas Pecuarias Forestales y Veterinarias (FCAPF y V) dependiente de la Universidad Mayor de San Simón (UMSS), ubicado en el km 5 Sobre la Avenida Petrolera de la ciudad de Cochabamba.

Material Vegetal

El material vegetal (ocho variedades), fue recolectado en los municipios de Palos Blancos y Sapecho en La Paz y Gualberto Villarroel, Valle del Sajta en Cochabamba.

Metodología

La metodología comprendió dos fases una de recolección en parcelas productoras y otra en laboratorio la misma que comprendió: esterilización del material de laboratorio, preparación de medios de cultivo (MS; 1962), tiamina 0.3mg/ladicionados con diferentes reguladores de crecimiento (BAP 2.5mg/l y AIA 0.2mg/l), y antioxidante (carbón activo 1gr/l, L-cysteine 100mg/l, ácido cítrico 100mg/l), azúcar 30gr/l, phytagel 2.5 gr/l los mismos que fueron ajustados a un pH: 5.8 tal como se observa en cuadro 1.

Cuadro 1. Medios de cultivo para la fase de establecimiento

Constituyentes	Tratamientos		
	T1	T2	T3
Sales minerales	M&S	M&S	M&S
My-inositol (mg/l)	100	100	100
Thiamina (mg/l)	0.3	0,3	0.3
BAP (mg/l)	2.5	2.5	2.5
AIA (mg/l)	0.2	0.2	0.2
Carbón activo (gr/l)	1	-	-
L-cysteine (mg/l)	-	100	-
Ácido cítrico (mg/l)	-	-	100
Azúcar (g/l)	30	30	-
Phytagel (g/l)	2.5	2.5	2.5
pH	5.8	5.8	5.8

Diseño experimental

Las unidades experimentales fueron evaluadas bajo el diseño completamente al azar estructurado con arreglo factorial de 8x4 con cuatro repeticiones variando los medios de cultivo, cada unidad experimental estuvo constituida por un explante de plátano por tubo en las 8 variedades distribuidas aleatoriamente. La variable de respuesta evaluada fue la viabilidad de los explantes con los diferentes antioxidantes

Descripción del procedimiento: Fase de establecimiento

Se procedió a colocar los explantes en una caja petri con la finalidad de obtener los meristemos de un tamaño de 1 a 2 cm. con la ayuda de la pinza y mangos con bisturí.

Descripción del procedimiento: Fase de multiplicación

Se procedió a colocar los explantes en una caja petri con la finalidad de limpiar el tejido oxidado para luego separar los brotes laterales con la ayuda de la pinza y mangos con bisturís debido a que el plátano presenta una fuerte oxidación del tejido por la liberación fenólica por lo que manifiesta un necrosamiento del tejido debido al alto contenido de almidón. Una vez realizada la separación el explante se sembró en un medio de cultivo de multiplicación para su posterior evaluación del comportamiento varietal tal como se observa en la (figura 1).



(a)



(b)



(c)

Figura1.aLimpieza de tejido oxidado. b Separación del explante de plátano. c.siembra del explante a medios de multiplicación.

Concluido el repique de los explantes, estos fueron llevados a la sala de crecimiento, se dejó 4-5 semanas donde se observó la generación de brotes laterales hijos de plátano tal como se observa (figura 2).



Figura 2. Generación de brotes laterales de plátano a los 45 días.

Resultados y discusión

Efecto de medio de cultivo en el porcentaje de viabilidad de explantes

El análisis de varianza (cuadro 2), muestra que hubo una interacción entre la variedad y el medio de cultivo con los diferentes antioxidantes. *(Pr=0.016)* esto significa que las variedades de plátano si muestran interacción con los diferentes medios de cultivo, también se observa que el medio de cultivo influye *(Pr=0.003)* en el establecimiento in vitro de plátano.

Cuadro 1. Análisis de Varianza de efecto de medio de cultivo

Fuentes de variación	Cuadrados Medios	Valor de F	Pr> F
Variedad	4.347	173.782	6.35ns
Medios de cultivo	47.404	1.73	0.016**
Variedad*Medios de cultivo	173.782	6.35	0.003**

***=significativo Pr≤ 0.01 ns=no significativo C.V.= 24.31 R^2=0.24*

Cuadro 2.Viabilidad de explantes de ocho variedades de plátano en tres medios de cultivo

Variedad de Plátano	Medio de cultivo viabilidad		Contaminación por hongo	Contaminación por bacteria	Tejido oxidado
Criolla	CA	4	1	1	-
Criolla	L	2	1	1	1
Criolla	AC	2	1	1	1
Tallo rojo	CA	3	1	-	2
Tallo rojo	L	1	1	1	2
Tallo rojo	AC	2	1	1	1
Tallo verde	CA	3	1	-	1
Tallo verde	L	2	1	1	1
Tallo verde	AC	2	-	1	1
Postre normal	CA	3	1	1	1
Postre normal	L	1	1	1	2
Postre normal	AC	2	1	1	1
Turco o vellaco	CA	3	-	1	1
Turco o vellaco	L	2	1	1	1
Turco o vellaco	AC	2	1	-	2
señorita	CA	4			1
Señorita	L	2	-	-	1
Señorita	AC	1	1	2	1
Hawuayana	CA	3	-	-	2
Hawuayana	L	2	1	1	1
Hawuayana	AC	2	1	1	1
Postre rojo	CA	4	-	-	1
Postre rojo	L	3	-	1	1
Postre rojo	AC	2	1	-	1

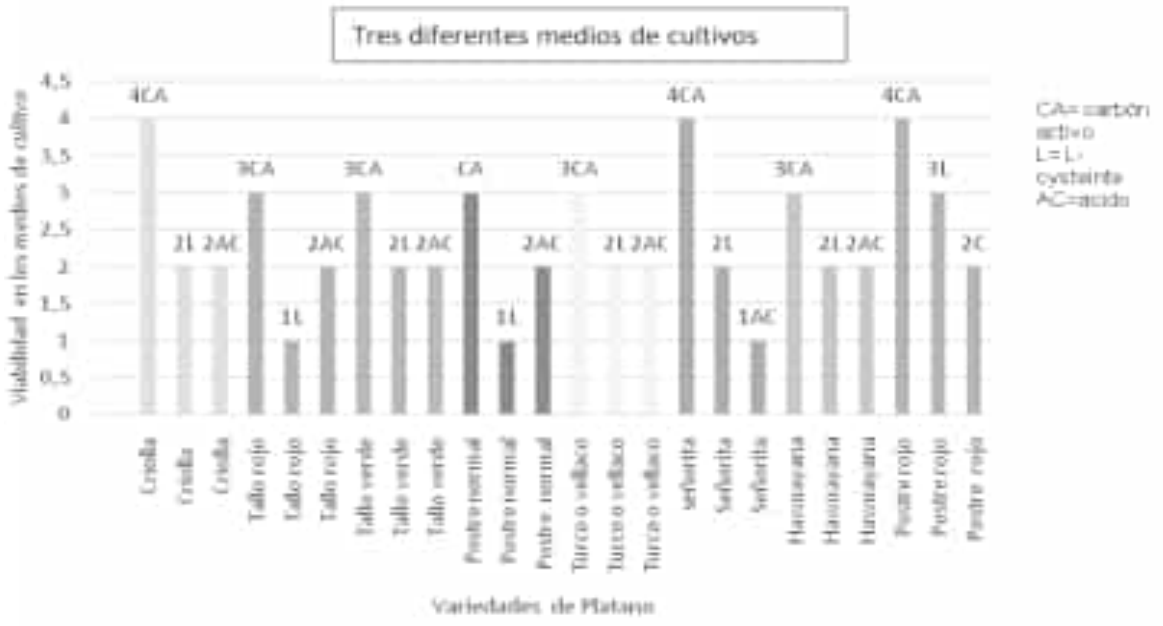


Figura 4. *Efecto de tres diferentes medios de cultivo en 8 variedades de plátano en la viabilidad de explante*

Según las medias obtenidas y el análisis estadístico de los diferentes medios de cultivo se puede observar que el mejor medio de cultivo para la fase de establecimiento de las 8 variedades locales de plátano es el de carbón activo con 1gr/l en donde se tiene mayor viabilidad de los explantes de plátano entre 3 a 4 explantes, al respecto Canchignia y Ramos (2004). En ensayos de establecimiento de plátano de la variedad Barraganete obtuvieron una mejor respuesta frente a L-cysteinte.

Conclusiones

Las ocho variedades locales de Plátano fueron manejadas bajo las mismas condiciones de laboratorio obteniendo variantes significativas en su comportamiento en los diferentes medios de cultivo se puede evidenciar que la respuesta de la variabilidad genética del material vegetal ha sido notariamente visible.

En general se observó que el mejor medio de cultivo para la fase de establecimiento es el MS con carbón activo obteniendo entre 3-4 explantes viables en todas las variedades.

Las variedades locales son una prioridad, debido a que se requiere poder difundir variedades de alto rendimiento pero con mayor tolerancia a factores edafoclimáticos y de mejor comportamiento frente a plagas y enfermedades.

Asimismo, la multiplicación de plantas de alta calidad sanitaria es una prioridad para evitar la diseminación de estas plagas a otras zonas; estas tareas, la UMSS puede asumirlas como respuesta a las expectativas de los agricultores.

Referencias citadas

INE (Instituto Nacional de Estadística) (en línea). Consultado 18 jun. 2010. Disponible enhtpp: //www.ine.org

Canchignia, F;Ramos, L. 2004.Micropropagaciòn de plátano variedad Barraganete. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Ecuador, 2004. (en línea). Consultado en 30 de ago. 2011. Disponible en http:/www.visagesoff.com

Grattpalglia, D; Machado, MA. 1997. Micropropagación en: Curso de Sistemas de Micropropagación de Plantas. Cood. Torres, A.C. Empresa Brasileira de Pesquería Agropecuaria. Centro Nacional de Pesquisa de Hortalizas. Ministerio de Agricultura y Abastecimiento. Ministerio de Ciencia y Tecnología. Programa Cooperativo para el desenvolvimiento. Tecnológico Agropecuario del Cono Sur. (PROCISUR). Brasilia, D. F. P. 71-79.

UTILIZACIÓN DE LA SELECCIÓN MASAL CONVERGENTE-DIVERGENTE EN VARIEDADES NATIVAS DE MAÍZ PRIORIZADAS POR PRODUCTORES[1]

Tito Claure[1], D. Saldaño[1], Elma Rodriguez[1], Walker Arandia[1], Ronald Quispe[2]
[1]Programa Nacional de Maíz Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF). Calle 10 de Noviembre entre Avaroa 1 y Avaroa 2. Tel 2683 2140. Yacuiba. Bolivia.
tclaure@hotmail.com

Resumen

En la región del chaco boliviano y los valles, los maíces nativos tienen gran diversidad de usos en la alimentación humana, existiendo variedades tradicionales específicas para su cultivo, este tipo de maíces normalmente de textura harinosa suave o tipo morocho dulces, se cultivan en los valles de Chuquisaca, Tarija y Cochabamba en altitudes que varían de 1800 a 2800 msnm con temperaturas moderadas en promedio de 20ºC; mientras que en la región del chaco, se siembran a altitudes más bajas de 600 a 800 msnm y las temperaturas son mayores a 30ºC; sin embargo, muchas variedades se encuentran contaminadas y no hay disponibilidad suficiente de semilla. En el presente trabajo de investigación, el Programa Nacional de Maíz en coordinación con el personal técnico del Programa y los productores identificados en cada región, han priorizado ocho variedades nativas para iniciar la conservación y purificación y disponer de semilla suficiente para su cultivo. Se ha utilizado la metodología de la selección masal estratificada convergente-divergente-convergente, para seleccionar la semilla de manera participativa con los productores y ofrecer semilla producida y seleccionada en sus lugares de origen. Se ha observado activa participación de los productores en la selección de las ocho variedades nativas elegidas en sus lugares de origen, la selección fue realizada con la supervisión de personal técnico del PN- Maíz del INIAF. El método empleado es sencillo y se adecua para la selección participativa con los productores, la selección se basa en el fenotipo de las características que uno desea.

Palabras claves: *In situ, convergente, divergente, germoplasma, participativo*

Introducción

A partir de 2011, el Programa Nacional de Maíz del INIAF inicia sus actividades con sede en Yacuiba con una cobertura geográfica que abarca las regiones del Chaco, Trópico, Valles y parte de la Llanura, con personal técnico que trabaja en dichas regiones y se procede con la recolección de germoplasma en dicha cobertura, se multiplica las accesiones y se procede con la caracterización en planta, mazorca y grano, colectas que actualmente se conservan en la Unidad de Germoplasma de la Oficina Regional INIAF Chaco. Aprovechando el germoplasma de caracterización en campo y en cada regional, los productores participaron de la evaluación y priorización de las mismas y a partir del 2012, se inicia la multiplicación y conservación *in situ*.

En la zona del chaco, los maíces nativos tienen una gran diversidad de usos, los principales son: choclos, witi piri (harina de maíz blando tostado con queso), roscas, chima (salvado de maíz blando con chicharrón de cerdo), cahuiye (mazamorra o somó), ahí, (harina tostada con sal), witi mimo (pan cocido a vapor con queso y grasa de cerdo), chicha cahui, maíz tostado, tamales, humitas y otros, formas de consumo por desaparecer (Claure y Maita, 2006).

Las variedades nativas que se cultivan en la macro eco región son: Avati moroti (Amarillo Blando), Avati Aba (Blando Blanco), Avati Tupi (Perla Blanco), Avati Tutarai o Guaviri (Reventón o diente de tatú), maíz caballo, Garrapata o Negro, Gateado, el Overo, Sangre de Toro, El Doradillo, El Aguanti, el Zorrito y el colorado o Morocho (PROINPA, 2006).

Pinedo *et al.* (2009), la variabilidad genética del maíz se encuentra en las ferias agrícolas y reviste importancia social, cultural y económica para los agricultores que valoran las variedades que conservan por sus atributos inherentes, preferencias

de consumo, culinaria, tradicional, crianza de animales domésticos y por sus características agronómicas (rendimiento, precocidad, tolerancia a sequía, a plagas enfermedades y adaptación a los agro ecosistemas locales)

En el presente trabajo de investigación, el Programa Nacional de Maíz tiene como objetivo principal, disponer de germoplasma nativo como base de trabajo para utilizar caracteres de interés que permitan ofrecer alternativas a problemas identificados en la región, además de priorizar participativamente de algunas variedades nativas, que bajo la metodología descrita podría responder a las necesidades inmediatas de semilla pura, conservando su semilla en sus condiciones originales.

Materiales y métodos

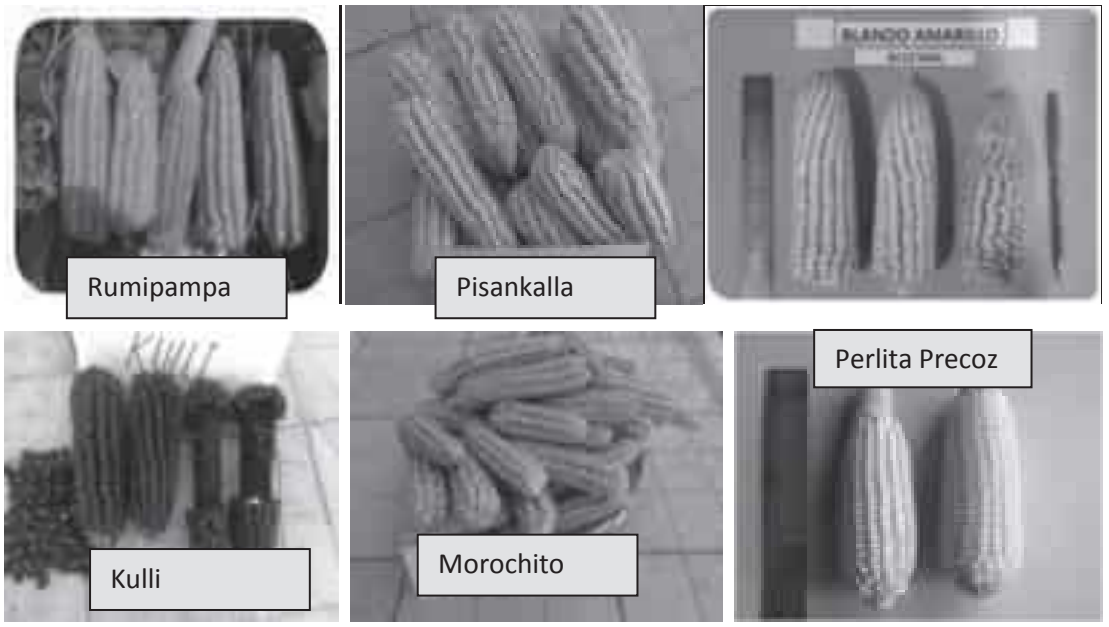
De acuerdo a la evaluación participativa realizada en cada regional, los productores priorizaron las siguientes variedades:

Cuadro 1. Priorización de variedades nativas

Variedad	Departamento	Municipio	Comunidad	Productor
Blando Amarillo Planta Baja	Chuquisaca	Villa vaca Guzmán	Nogal Pampa	Pablo Aranibar
Morochito	Chuquisaca (Chaco)	Villa Vaca Guzmán	Piritî	Osman Michel
Canario	Chuquisaca (Chaco)	Villa vaca Guzmán	El Pincal	Cruz Mendieta
Kulli Criollo	Cochabamba	Pasorapa	Cruz Pata	Alcivides Tapia
Rumipampa	Cochabamba	Pasorapa	La Aguada	Iver Arandia
Perlita precoz	Cochabamba	Pasorapa	Tabacal	Simón Avila
Pisankalla	Tarija	Padcaya	San José de Chaguaya	Pastor Carrasana
Morocho	Tarija	Padcaya	Choclcoca	Wilder Guerrero

Figura 1. Localización de la selección





Fotografía 1. *Variedades nativas priorizadas para la conservación y multiplicación de semilla*

Cada una de las variedades priorizadas según los lugares de origen fueron sembrados con los productores interesados, utilizando parcelas aisladas de 3.150 m^2 durante el primer ciclo a una densidad de 4 plantas por metro lineal y a 0,70 cm de distancia entre surcos, posteriormente la parcela fue sub dividida en 10 bloques y estas en 10 sub parcelas cada una con 10 surcos de 200 plantas, totalizando50 sub parcelas con un total de 10.000 plantas, luego se siguió con todas las labores culturales de control de malezas e insectos. Previa a la floración se procedió a la identificación de cada sub parcela y bajo la supervisión del técnico del Programa Maíz y el productor propietario de la parcela en cada comunidad, se realizó la primera selección que consistió en la eliminación de las plantas indeseables a través de la castración de la flor masculina antes de que emerja el polen de las anteras, la castración o eliminación de las plantas indeseable fue arrancando la flor masculina. Al momento de la cosecha, se practicó la cosecha de plantas competitivas con inserción de mazorca baja, altura de planta mediana y sanidad de la planta, se aplicó una presión de selección del 10 %, lo que significó cosechar 10 mazorcas por sub parcela; es decir, de la parcela total 500 mazorcas, después de peso constante se desgranó y formó una mezcla balanceada para iniciar el siguiente ciclo de selección.

El segundo año a partir del 2013, se multiplicó la semilla en una superficie de 1 ha por variedad y localidad con las variedades priorizadas; el proceso de selección se repitío en una superficie 0.25 ha, y el resto de la parcela constituyó la semilla para que el productor pueda distribuir a otros de interés en su zona, alcanzando al menos para 50 ha por variedad y localidad.

La semilla genética del mejorador en una proporción equilibrada de semilla, comienzó con la **divergencia de la semilla seleccionada** para sembrar en cinco parcelas que podrían ser diferentes municipios en un mismo departamento para sembrar en parcelas aisladas y continuar con todo el procedimiento similar al descrito anteriormente. Al momento de la cosecha, se procede con la selección del 10 % para elegir las mejores mazorcas, de las plantas más sanas y de buenas características, separadamente de cada parcela en cada localidad, se prepara un compuesto balanceado con dicha semilla y se procede con la **recombinación o convergencia**, ciclo agrícola 2014, después del primer ciclo de selección (C1) se excluyen en cada localidad los genotipos seleccionados en el ciclo anterior de divergencia para cada una de las localidades (Figura 2), con lo que se presume evitar una selección unilateral hacia esos genotipos que posiblemente tengan una mejor adaptación para su localidad respectiva.

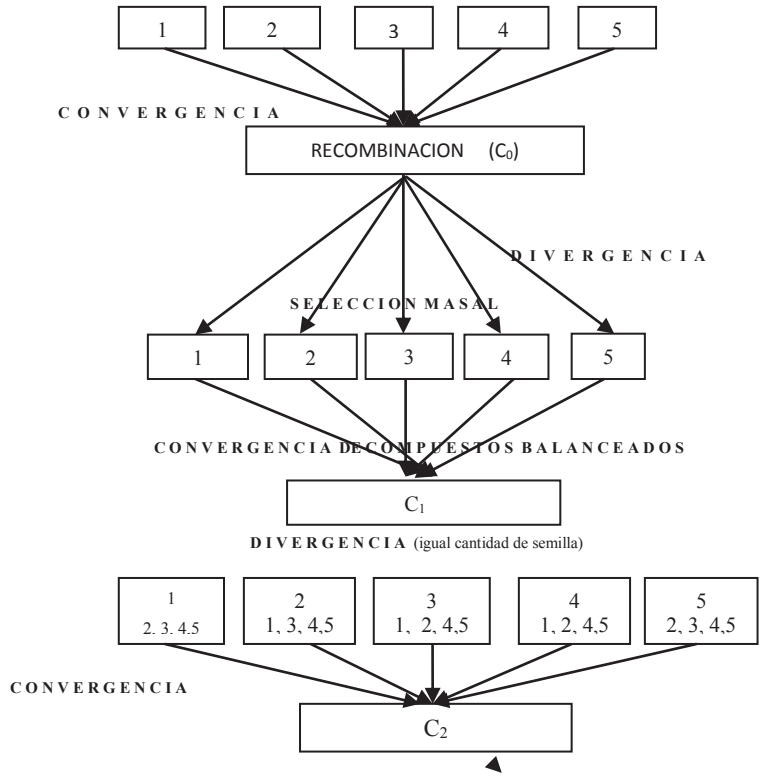


Figura 1. *Mejoramiento del maíz a través del método convergente, divergente.*

Resultados y discusión

Con base a los resultados explicados, actualmente se ha realizado la divergencia de las colectas según las comunidades priorizadas, se dispone de semilla cosechada, separadamente por comunidad, para iniciar en la presente gestión agrícola, con la divergencia de compuestos balanceados, pero será excluido en cada localidad los genotipos seleccionados en el ciclo anterior de divergencia para cada una de las localidades, según la Figura 2.

De acuerdo al cuadro 1, se tiene registrado como material genético de selección 20 kg por comunidad; sin embargo, todavía se dispone de cada lote de selección semilla seleccionada que ha sido distribuido en cada una de las 8 comunidades (Cochabamba, Tarija y Chuquisaca) al menos 10 productores por comunidad se benefician de la semilla que tiene un ciclo de selección, para una superficie de 0.5 ha y este proceso continuará beneficiando a mayor número de productores con semilla de mejor calidad, seleccionado y priorizado participativamente por los mismos productores.



Fotografía 2. *Selección estratificada y evaluación participativa en la comunidad de Pincal, Provincia Luís Calvo (Chaco, Chuquisaca).*

Conclusiones

Participación activa de productores en la conservación y selección de ocho variedades nativas en sus lugares de origen, supervisados por el personal técnico del Programa Nacional de Maíz del INIAF.

El método de la selección masal estratificada convergente, divergente, convergente, es sencillo y se adecua para la selección participativa con los productores, porque la selección se basa en el fenotipo de las características que uno desea.

En cada ciclo de selección se elimina las características desfavorables que pudiera tener cada variedad y producir cada vez más semilla, para llegar al mayor número de productores.

Al segundo ciclo de selección, los productores pueden manejar el método sin dificultad y producir su propia semilla de acuerdo a la demanda.

El programa Nacional de Maíz del INIAF continuará con la selección hasta que deje de ser significativo el avance genético.

Referencias citadas

Claure T., Maita R. 2006. El cultivo de maíz en la macroecoregión del chaco boliviano. Informe Compendio 2005-2006. PROINPA. Cochabamba-Bolivia.

Vallejo D. L. 1981. Comparación de métodos de mejoramiento para adaptabilidad bajo dos sistemas de selección en la variedad de maíz Zac-58. Tesis de maestría. Chapingo, México.

Reyes P. C. 1985. Fitogenotecnia Básica y Aplicada. México.

Molina G. D.J. 1978. Selección masal visual estratificada "*in situ*" en variedades de maíz. Avances en la enseñanza y la investigación. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.

Pinedo R., Collado, L., Arias, L., y Shagarodsky, T. 2009. Importancia del maíz, frejol, pallar y chile en agroecosistemas tradicionales del trópico húmedo de Cuba, México y Perú. Bioversity, International, IDRC, CRDI, Canadá.

VALOR NUTRICIONAL DE CINCO ESPECIES DE FRUTALES NATIVOS AMAZÓNICOS

Agustín Gonzáles [(1)], Guiuseppe Torres [(1)], Victor Sotero (2)
[(1)] Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana
[(2)] Universidad Nacional de la Amazonía Peruana
agonzales@iiap.org.pe

Resumen

El objetivo del trabajo fue determinar el valor nutricional de las especies *Oenocarpus bataua C. Martius Arecaceae*, *Spondias mombin* L Anacardiaceae, *Plinia clausa* Mc Vaugh Myrtaceae, *Theobroma subincanum* Mart Sterculiaceaea y *Garcinia macrophylla* Mart Clusiaceae. Se colectaron muestras de pulpa y semillas de 12 procedencias por especie. Se determinaron valores promedios(n=3) de humedad, cenizas, lípidos y proteína y el contenido de macro y micro elementos. Las procedencias de *O. bataua* presentaron mayores valores de lípidos entre 30 y 56 % de lípidos y proteína en la pulpa, cuyos valores variaron entre 30 a 56% y de 6.02 a 10.61 respectivamente. Las especies *G. macrophylla* y *T. subincanum* reportaron las mejores medias de K, Ca, Na, Mg, Zn, Fe, Mn y Cu. Sin embargo se concluye que las cinco especies tienen potencial nutritivo respecto a otras especies tradicionalmente consumidas y se pueden proponer su registro en las tablas de composición de alimentos peruanos.

Palabras claves: Frutales nativos, Amazonía peruana, *Oenocarpus bataua*, *Spondias mombin*, *Plinia clausa*, *Theobroma subincanum Garcinia macrophylla*

Introducción

Chitarra & Chitarra (1990) citado por Da Silveira P. (2003), menciona que la calidad de los frutos es atribuida a los caracteres físicos que responden por la apariencia externa, entre los cuales destacan el tamaño, la forma de fruto y el color de la cáscara. Estas características están relacionadas al conjunto de atributos referentes a la apariencia, sabor, olor, textura y valor nutritivo. La palmera ungurahui *Oenocarpus bataua* es visto como una alternativa al aceite de oliva, pues su perfil de ácidos grasos es muy similar (Balick, 1988 citado por Clement *et al,* 2005) (Trevejo *et al*, 1991) (Briceño & Navas, 2005). Los frutos de *S. mombin* son poco consumidos al natural debido a su elevada acidez, principalmente se utiliza en la forma de pulpa, jugo, helados y néctar (Sacramento & Souza 2000, citado Alves, *et al*. 2000). El anihuayo *Plinia clausa* es un árbol o arbusto endémico del Perú, conocido solamente de la colección tipo, en la cuenca del Itaya, cerca a la ciudad de Iquitos – Loreto (Kawasaki & Holst, 2006). Los frutos de *Theobroma. subincanum* son bastante apreciados, sirviendo la pulpa en el preparado de refresco. *Garcinia* macrophylla tiene especímenes con frutos de sabor agridulce muy especial, con potencial en el mercado externo de frutos exóticos (Cavalcante, 1991). Las frutas y hortalizas son fuentes importante de nutrientes esenciales. Para que nuestro organismo goce de un buen estado de salud debemos aportarle un mínimo de nutrientes esenciales para llevar a cabo las principales funciones y procesos metabólicos y fisiológicos (Serra & Sabán, 2006). El objetivo del trabajo fue determinar el valor nutricional de las especies *Oenocarpus bataua C. Martius Arecaceae*, *Spondias mombin* L Anacardiaceae, *Plinia clausa* Mc Vaugh Myrtaceae, *Theobroma subincanum* Mart Sterculiaceaea y *Garcinia macrophylla* Mart Clusiaceae. En el marco del proyecto Caracterización y selección de poblaciones de cinco especies nativas amazónicas (Convenio IIAP – FINCYT).

Materiales y métodos

Materiales

Los análisis fueron realizados en pulpas concentradas y semillas de frutos provenientes de la caracterización morfológica de 12 procedencias de las especies *Oenocarpus bataua C. Martius Spondias mombin* L., *Plinia clausa* Mc Vaugh, *Theobroma subincanum* Mart y *Garcinia*

macrophylla Mart. Las muestras de pulpa fueron envasadas en bolsas plásticas de polietileno, luego congeladas. Los análisis se realizados por triplicado(n=3).

Métodos

Determinación de la humedad. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. 2005. 18th ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, Official Method. Chapter 37, 4pp

Determinación de cenizas. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. 2005. 18th ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, Official Method. Chapter 37, 7pp

Determinación de aceites y grasas. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. 2005. 18th ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, Official Method. Chapter 4, 42pp

Determinación de proteínas. Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. 2005. 18th ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, Official Method. Chapter 37, 10pp

Determinación de minerales: Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL. 2005. 18th ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, Official Method. Chapter 3, 3pp.

Resultados y discusión

Oenocapus bataua C. Martius "Ungurahui" Arecaceae

La palmera ungurahui *Oenocarpus bataua*, sin. *Jessenia bataua* subsp. *bataua* (Brako & Zarucchi, 1993) (Henderson, 1999 citado por Montúfar & Pintaud, 2008) , ocurre en casi toda la cuenca amazónica, tanto en suelos inundados y encharcados de tierra firme, como en suelos no inundados de tierra firme, y es visto como una alternativa al aceite de oliva, pues su perfil de ácidos grasos es muy similar (Balick, 1988 citado por Clement *et al,* 2005) (Trevejo *et al*, 1991) (Briceño & Navas, 2005). Según Díaz & Ávila (2002), el ungurahui o seje es considerado como una fuente de proteína de muy alto valor, comparable con la carne o con la leche, la pulpa de la fruta es rica en lípidos, proteínas y vitaminas. La bebida preparada con la pulpa aplastada en agua y tamizada ("chapo" o "vino"), tiene un alto valor nutritivo y energético.

Los resultados de análisis de 12 procedencias de ungurahui (Anexo 1) reportan medias de 14.24 a 46.64% de humedad, cenizas 0.70 a 1.32%, proteína 0.41 a 3.09%, lípidos 23.94 a 41.55%. Estos resultados presentan medias ligeramente superiores a los encontrados por Quispe *et al* (2009), donde el valor de grasa 21.77 %, ceniza 1.0 % y proteínas (3.12 %) y Reyes *et al* (2009) que reportan 21.1% de grasas, 0.8% de cenizas y 2.8 de proteína. Asimismo el contenido proteico es superior al del maíz.

La pulpa de ungurahui presentó concentraciones de potasio entre 188.79 a 364.72 mg/ 100 g de pulpa, sodio de 10.36 a 130.81 mg, calcio de 27.58 a 68.56 mg, magnesio de 7.08 a 34.27 mg, zinc de 0.49 a 1.74, Hierro de 0,56-2.72 mg, manganeso de 0.77 a 2.40 mg y cobre de 0.32 a 0.62 mg (Anexo 2).

Según estos resultados los minerales potasio y sodio se encuentran en cantidades suficientes para cubrir la dosis diaria recomendada, cuyas necesidades son iguales o superiores a 100 mg/día, mientras que el calcio y magnesio se encuentran por debajo de este valor. La pulpa de ungurahui contiene hierro en cantidades parecidas al de la carne (2 a 4 mg/ 100g de carne), el manganeso representa hasta 20% de la dosis requerida por día. Al igual que el manganeso, el cinc y cobre presentan concentraciones superiores al de la leche y huevos, las frutas y hortalizas que poseen alrededor de 0,5 mg de cinc/100 g (Soriano, 2006) (Coultate, 2007). Asimismo se puede considerar que los valores encontrados son superiores y complementarios a los reportados para la especie en las tablas peruanas de composición de alimentos del Instituto Nacional de Salud (Reyes *et al.*, 2009).

Spondias mombin L. "Ubos" Anacardiaceae

El Ubos (*Spondias mombin* L.) es una especie fructífera que pertenece a la familia Anacardiaceae, raramente cultivada de forma sistemática. Su inserción como especie frutícola en los modelos agronómicos modernos requiere, tanto, la identificación materiales propagativos cuyos genotipos presenten elevada capacidad productiva y características mejoradas (BOSCO *et al*., 2000 citado por MENDES C. *et al.* 2009). Debido a su elevada acidez el ubos es poco consumido al natural, pero principalmente en la forma de pulpa, jugo, helados y néctar (Sacramento & Souza 2000,

citado por ALVES, *et al*. 2000).

Según Flores (1997), el ubos contiene 82.7 de agua, ceniza 1.80.8% de proteína lípidos 2.1%., mientras que Mattieto *et al.* (2010), reporta 89.42% de humedad, ceniza 0.58 %, lípidos 0.26%, proteína 0.82. De acuerdo a estos reportes las procedencias de Ubos presenta media de humedad 88.27, ceniza 0.3%, lípidos 0.4%, proteína 2.54 grados brix 11.97, valores relativamente superiores a los presentados por los autores, considerando que algunas procedencias presentan valores superiores a la media general (Anexo 3).

La pulpa de ubos presentó concentraciones de potasio entre 121.33 a 457.3 mg/ 100 g de pulpa, sodio de 7.57 a 136.55 mg, calcio de 13.88 a 46.59 mg, magnesio de 5.66 a 41.65 mg, zinc de 0.21 a 0.48 mg, manganeso de 0.09 a 0.16 mg, fierro de 0.31 a 1.15 y cobre de 0.11 a 0.33mg (Anexo 4).

Según Coultate (2007), al igual que el sodio, el potasio juega un papel importante en la fisiología animal y abunda tanto en nuestros tejidos como en nuestras dietas. Casi todos los alimentos ofrecen tasa que oscilan entre re 50 y 100 mg y de 100 a 350 mg/ 100g para sodio y potasio respectivamente.

Según estas tasas el ubos presenta concentraciones superiores a la dosis diaria recomendada, mientras que el calcio y magnesio presenta concentraciones inferiores a su dosis requerida diariamente. Aunque el hierro, zinc, cobre y manganeso se encuentra en concentraciones inferiores a la dosis diarias recomendadas (Anexo17), su presencia es importante ya que intervienen en diversos procesos metabólicos como el transporte de oxigeno y dióxido de carbono, formando parte de la hemoglobina y en la estructura de numerosas enzimas y sus deficiencias pueden causar alteraciones nutricionales como anemia, alteraciones fisiológicas ó esterilidad en ambos sexos como en el caso de deficiencia de manganeso (Soriano, 2006).

La pulpa de ubos presentan valores nutritivos que lo ubican por encima de otras frutas como los plátanos, uvas, fresas, peras y mangos, según las tablas peruanas de composición de alimentos (Reyes *et al*, 2009).

Plinia clausa Mc Vaugh "Anihuayo" Myrtaceae

El anihuayo es un árbol o arbusto endémico del Perú, conocido solamente de la colección tipo, en la cuenca del Itaya, cerca a la ciudad de Iquitos – Loreto (Kawasaki & Holst, 2006). Según Ruiz (1993) anihuayo o anahuayo (en idioma shipibo y conibo), *hana*: lengua; huayo: significa fruto agradable a la lengua, no existen datos sobre su valor nutricional.

Los frutos de anihuayo presentan frutos relativamente grandes respectos a otras especies de la familia Myrtaceae. De manera comparativa en el anexo 5 se muestra la composición de *P. clausa* "anihuayo y *E. stipitata* "araza".

En el análisis de la pulpa de 12 procedencias de anihuayo se obtuvieron concentraciones de humedad entre 88.74 y 91.76%, ceniza entre 0.11 y 0.49 %, proteína entre 2.19 y 4.05%, lípidos 0.17 y 0.82. (Anexo 6). El anihuayo presentó medias de contenido de proteínas superiores a las de otras especies de la familia Myrtaceae como *Myrciaria dubia* "Camu camu" y *Psidium* sp "guayabas" y otras frutas tradicionales como mangos, uvas, paltos, plátanos (Reyes *et al*, 2009).

La concentración de macro y micronutrientes de la pulpa de anihuayo es variable pero significativo respecto a otras especies de la misma familia. Las procedencias reportan potasio entre 142.018 y 1108.15 mg, sodio entre 17.98 y 60.45 mg, calcio entre14.05.73 y 70.13 mg, magnesio entre 4.90 y 78.03 mg, zinc entre 0.27 y 1.38 mg, hierro entre 0.14 y 2.21 mg, manganeso entre 0.07 y 0.55 mg y Cobre entre 0.07 y 0.19mg (Anexo 7). Según estos resultados, el componente más importante en el anihuayo es el potasio, cuya concentración en algunas procedencias están entre 5 y 10 veces más que la dosis diaria recomendada para una buena salud (anexo 17). El potasio está implicado en la reacción de los nervios y en el mantenimiento saludable de estos. La deficiencia de potasio se manifiesta como debilidad muscular, parálisis, falta de energía en el intestino y en la vesícula biliar y manifestaciones de insuficiencia cardiaca (Soriano, 2006)

Theobroma subincanum Mart. "Macambillo" Sterculiaceae

El macambillo es una especie amazónica que pertenece al género *Theobroma*, cuyas especies más representativas son el cacao y el copoazú,

habita generalmente en el bosque de tierras altas, de preferencia a las márgenes húmedas de las quebradas o igarapés (Cavalcante, 1991) (Vásquez, 1997) (Rondón & Cumana, 2005). Los frutos son bastante apreciados, sirviendo la pulpa en el preparado de refresco. Son también muy preferidos por los animales trepadores del bosque, especialmente los monos (Cavalcante, 1991).

En esta especie se consideró pertinente el análisis de la pulpa y semillas ya que ambos componentes son aprovechables y representan entre 40 y 50 % del fruto. La pulpa presentó valores de humedad 80.42 a 85. 43, ceniza entre 0.22 a 0.68 g/ 100 g de muestra original, lípidos de 0.12 a 0.49g y proteína entre 2.41 a 4.48 g. Las semillas reportaron valores de ceniza entre 2.14 a 3.68 g/ 100g de muestra original, lípidos de 8.38 a 16.72 g y proteína entre 9.08 a 12.47 g (Anexos 8 y 9).

La pulpa de las procedencias de macambillo (Anexo 8) presentaron medias de proteína, ceniza y grasa ligeramente superior a *T. cacao, T. grandiflorum y T. bicolor*. Sin embargo el valor nutritivo de la semilla muestra ligera inferioridad (Flores, 1997) (Hernández *et al*, 2007) (Gonzáles, 2007).

En los anexos 10 y 11 se presentan medias de macro y micro nutrientes, donde el potasio es el mineral más importante y de mayor presencia, con valores de 84.15 a 175.32 mg y de 606.42 a 1074 mg para la pulpa y semilla respectivamente. El magnesio de la pulpa varió entre 8.98 a 48.46 mg/100g, mientras que en las semillas está entre 183.68 a 257.89 mg/100g. El calcio y el sodio se encuentran en concentraciones menores. El cobre presentó concentraciones entre 0.12 a 0.30 mg y de 1.39 a 2.84 mg/ 100 g de pulpa y semilla respectivamente. El manganeso se presenta entre 0.99 a 2.03 mg y de 2.85 a 15.75 mg/100 g de pulpa y semilla respectivamente. Algunas procedencias de cobre y manganeso presentan concentraciones similares a la dosis diaria recomendada que son de 3 mg y 10 mg para cobre y manganeso respectivamente (anexo 18). Aunque en concentraciones pequeñas el cobre es un elemento esencial, ya que es un componente de numerosas enzimas. Soriano (2006), menciona que el ser humano contiene en toral de 50 a 80 mg de cobre en su organismo; sus concentraciones más elevadas se encuentran en el hígado, cerebro, corazón y riñones. El manganeso, al igual que el cinc, está relacionado con la actividad de numerosas enzimas que ejercen su acción en áreas muy diversas del metabolismo. Este metal está relacionado con la formación de los tejidos conectivo y óseo, el crecimiento, la reproducción y el metabolismo de carbohidratos y lípidos.

Garcinia macrophylla Mart. "Charichuelo" Clusiaceae

La especie *G. macrophylla*, de probable origen amazónico, está disperso por todo el norte de América del sur. En estado silvestre habita el bosque de tierra firme o de varzea, quebradas, purmas, etc. Siendo de todos los charichuelos o bacuris, el más cultivado por toda la región (Cavalcante, 1991). La pulpa de charichuelo se consume directamente al estado natural como fruta fresca. Se utiliza en la preparación de jugos, mermeladas, dulces y helados. El sabor agridulce es bastante agradable y delicado (Flores, 1997). Respecto al valor industrial Flores menciona que el peso promedio de frutos es de 52 g, rendimiento de pulpa 15.69 %, 56.79% de cáscara y 27,52 de semillas; grados brix 14.20.

La pulpa de charichuelo presenta bajas concentraciones de cenizas, lípidos y proteína (Anexo12), sin embargo la semilla, aunque no se conoce su aprovechamiento, contiene de 0.7 a 1.2 % de ceniza, de 3.8 a 7.3 % de lípidos, proteínas de 1.6 a 2.2 % y 31.8 a 40.1 de carbohidratos (Anexo 13).

El contenido de macro y micro minerales de la pulpa de charichuelo alcanzo valores de potasio entre 115.5mg a 846.4mg y en la semilla varió de 55.1 a 3181.0 mg. El contenido de calcio en la pulpa va de 84.6 a 325.3 mg por 100 g de pulpa, mientras que en la semilla presenta de 202.5 a 580.0 mg. El sodio en el orden de 130.3 a 334.1 mg en la pulpa y de 195 mg a 1025 mg en la semilla. La pulpa y semilla de charichuelo presentaron las mayores concentraciones de magnesio variando de 94.1 a 309 mg y de 124.8 a 458 mg/ 100g. Asimismo

las la pulpa de las procedencias de charichuelo presentaron valores de cobre entre 0.8 a 5.8 mg/ 100g, hierro de 3.8 a 85.7 mg/ 100g y cinc de 1.5 a 6.0 mg/100g. Por su parte las semillas concentran cobre de 1.4 a 8.8 mg / 100g, hierro de 4.6 a 65.1 mg/100g y cinc de 1.5 a 52.2 mg/ 100g (Anexo 14 y 15).

De acuerdo a estos resultados, la pulpa de charichuelo presenta concentraciones de magnesio que podrían cubrir hasta el 50% de la dosis diaria recomendada que es de 350 mg para hombres y 280 mg para mujeres (Anexos 17 y 18). Este mineral es el segundo catión intracelular más abundante, entre las reacciones que requieren de magnesio se encuentran la síntesis de ácidos nucleídos, ácidos grasos y proteínas, la transcripción del ADN. Es importante para las funciones neurológicas y musculares normales (Soriano, 2006).

Además el charichuelo presentó las mayores concentraciones de cobre, hierro y cinc, con valores por encima de la dosis diaria recomendada (3mg cobre, 10 a 15 mg de hierro y de 12 a 15 de cinc) (Anexo 18). Soriano (2006), menciona que la ingesta adecuada de hierro es esencial para el normal funcionamiento del sistema inmunológico. Es necesario para la función cerebral normal en todas las edades. Por su parte el cobre y cinc son componentes de numerosas enzimas que actúan en todas las áreas del metabolismo

Finalmente dos de los nutrientes que no se mencionaron, pero que son igualmente importantes, son el agua y los carbohidratos. La pulpa de todas las especies presentan cantidades de agua por encima del 80%, a excepción de *O. bataua* cuyos componentes mayoritarios son grasa y carbohidratos que juntos representan entre más del 60 % (Anexo 1 y 16).

Soriano (2006), sostiene que el agua es un nutriente esencial y al mismo tiempo alimento, es el medio en el que se desarrollan todas las reacciones químicas propias de la vida. Ninguna otra sustancia participa de tan diversas funciones como el agua. Los frutos y verduras presentan cantidades muy elevadas.

Igualmente respecto a los carbohidratos Soriano menciona que no existen requerimientos mínimos dado su metabolismo específico, más importancia adquiere la correcta ingesta de fibra dietética, debido a la observación de que el consumo de alimentos vegetales esta en relación inversa con la incidencia de enfermedades cardiovasculares, cáncer y otros procesos patológicos. Las procedencias presentaron una media total de 32.69 g de carbohidratos en 100 g de pulpa, *T. subincanum* 12.78 g, *G. macrophylla* 12.57, *S. mombin* 7.84 y *P. clausa* con 6.03 g/ 100 g de pulpa.

Conclusiones

Los frutos de las cinco especies presentan valores nutricionales importantes para la alimentación diaria y se pueden considerar como fuente directa de muchos nutrientes en especial de los minerales esenciales.

Las procedencias del ungurahui presentaron valores superiores de lípidos y proteína en comparación con los datos proporcionados por otros autores.

Las especies presentan valores nutricionales considerables, superiores a otras frutas tradicionales según las tablas peruanas de composición de alimentos del Ministerio de Salud.

Referencias citadas

Adolfo Lutz. 1985. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para analise de alimentos. 2 ed. são paulo. vol. 1. 583 p.

Alves, R. E.; Filgueiras, H. A. C.; Moura, C. F. H. Caracterização de frutas nativas da América Latina. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 66 p. (Série Frutas Nativas, 9).

Aparecida Das Graças Claret De Souza. Boas práticas agrícolas da cultura do cupuaçuzeiro. (et. al). Manaus: EMBRAPA Amazônia Occidental, 2007.56 p. isbn 978-85-89111-04-1.

Belén C., Alviomar C., Moreno A., García D., Medina c. 2005. Características físicas y químicas del fruto de la coroba (*Jessenia polycarpa* Karst): una especie oleífera Venezolana. Grasas y aceites.vol. 56. fasc. 4 (2005), 317-323.

Borém A., Gomes I. M. T, Clement R.C.2009. Domesticacao y melhoramiento: especies amazónicas. pág 89-97.Visosa – MG.

Briceño M., J. V., Navas H. P. V. 2005. Comparación de las características químicas, físicas y perfil

de ácidos grasos de los aceites de seje, oliva, maíz y soja. Revista facultad de Agronomía. Universidad Central de Venezuela (Maracay) 31:109 -119. 2005.

Cárdenas López, Dairon; Marín Corba, César Augusto; Suárez Suárez, Luz Stella, [*et.al.*] plantas útiles de lagarto cocha y serranía de churumbelo en el departamento de Putumayo - Bogotá, D. C., Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas, SINCHI, 2002. 40 p.: il. (color)

Cavalcante, Paulo B. 1991. Frutas comestíveis da amazônia. 5ª ed. – Belém; edições Cejub, 1991. CNPQ: Museu Paraense Emilio Goeldi, 1991. (coleções Ducke).

Clement, C.R.; Lleras Pérez, E.; Van Leeuwen, J. 2005. O Potencial das Palmeiras Tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. Agrociencias, Montevideu, 9(1-2): 67-71.

Collazos M., Mejía M. 1988. Fenologia y poscosecha de mil pesos *Jessenia bataua* (Mart) Burret. Acta Agronómica Vol. 38(1) 53- 63.

Coultate T. P. 2007. Manual de química y bioquímica de los alimentos. Tercera edición. Editorial Acribia, S. A. 446 pp.

Da Silveira P., Loyola D, Oliveira F., Da Silva I. Cerqueira D. J., Pimentel C., Monteiro A. 2003. Caracterização física, físico-química e química de frutos de genótipos de cajazeiras. Pesq. Agropec. Bras, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1059-1066.

Mattietto R.A., Santos L.A., Menezes H.C. 2010. Caracterização física e físico-química dos frutos da cajazeira (*Spondias mombin* l.) e de suas polpas obtidas por dois tipos de extrator. Braz. J. Food Technol., Campinas, v. 13, n. 3, p. 156-164.

Díaz J. A., Avila l. M. 2002. Sondeo del mercado mundial de aceite de seje (*Oenocarpus bataua*) Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt, Bogota, Colombia. 18 pp

Duvall S. Chris. 2006. On the origin of the tree *Spondias mombin* in Africa. Journal of Historical Geography 32 (2006) 249- 266

FAO.2002. Tratado Internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

Flores 1997. Cultivo de frutales nativos amazónicos. Manual para el extensionista. Tratado de Coperación Amazónica; Secretaria Pro – Tempore, Lima. Perú; 307 pág.

Gonzáles 2007. Frutales nativos amazónicos: Patrimonio alimenticio de la humanidad. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana.

Gonzáles C. A., Torres R. G. 2010. Cultivo de macambo *Theobroma bicolor* (Humb). & Bompl.). Manual. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. 44 p.