

1er. CONGRESO BOLIVIANO DE HORTICULTURA



iniap
Instituto Nacional de Innovación
Agropecuaria y Forestal

MEMORIA 2014



ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA



MEMORIA DEL PRIMER CONGRESO BOLIVIANO DE HORTICULTURA

El desafío del Milenio para Contribuir a la Seguridad y Soberanía Alimentaria

Cochabamba - Bolivia

2014

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 el siguiente sitio institucional.

www.iniaf.gob.bo

Editor: INIAF

Diagramado e impresión: Impresiones AGRAF

Fotografías portada y separadores de sección: INIAF

INIAF. 2014 MEMORIA DEL PRIMER CONGRESO BOLIVIANO DE HORTICULTURA.

El desafío del Milenio para Contribuir a la Seguridad y Soberanía Alimentaria (MEMORIAS)

Cochabamba, Bolivia. 184 páginas

21 x 28 p, tamaño de hoja cm.

ISBN: 978-99974-46-11-4

Depósito Legal: 2-1-20-15-P.O.

1. Hortalizas 2. Investigación

Cochabamba - 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 Rios
DIRECTOR GENERAL EJECUTIVO - INIAF

Max Milán Arias
DIRECTOR NACIONAL DE INVESTIGACIÓN

Teléfonos y Fax: 591 -4385918 - 4382745
www.iniaf-gob.bo

Municipio Sipe Sipe Km. 23.5 carretera Cochabamba - Oruro
Villa Montenegro

Cochabamba - Bolivia

COMITÉ TÉCNICO CIENTÍFICO REVISOR DEL INIAF

Ing. Max Milán Arias M.Sc.

Ing. Oscar Colque Fuentes

Ing. Juan José Vicente Rojas M.Sc.

Ing. Álvaro Ortondo Maldonado M.Sc.

Ing. Jesús Dávila Rodríguez

Ing. Arturo Baudoin Salguero

Dr. Sergio Moreira Ascarrums Ph.D.

Ing. Edwin Iquize Villca

PERSONAL DEL INIAF – PROGRAMA NACIONAL DE HORTALIZAS

Ing. Jesús Dávila Rodríguez

Coordinador Nacional Programa Nacional de Hortalizas

Ing. Arturo Baudoin

Profesional de investigación PNHortalizas

Ing. Mario Colque Bedoya

Técnico de investigación PNHortalizas

Ing. Evelin Camacho

Viverista PNHortalizas

Lic. Tito Mamani Alanoca

Enlace Administrativo PNHortalizas

ALIADOS ESTRATÉGICOS

Ing. M.Sc. Eduardo Mendoza, Universidad Mayor de San Simón, FCAPFyV

Ing. M.Sc. Tito Aztoaegui, Universidad Gabriel Rene Moreno I.I.A El Vallecito

Ing. M.Sc. Vladimir Coca, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca,
Facultad de Ciencias Agrarias

Cochabamba - Bolivia

PRESENTACIÓN

El Primer Congreso Boliviano de Horticultura 2014, organizado por el Programa Nacional de Hortalizas del Instituto Nacional de Innovación Agrícola y Forestal (INIAF), fue estructurado sobre la base de cuatro ejes temáticos: **agricultura familiar, manejo agronómico, manejo integrado de plagas, manejo integrado de enfermedades y biodiversidad hortícola.**

Durante los días 20 y 21 de noviembre se contó con la participación e interacción de investigadores, organizaciones de desarrollo, proveedores de insumos, productores, estudiantes universitarios y comercializadores, lo que permitió establecer una ventana de articulación, innovación, intercambio y reflexión sobre la problemática de la actividad hortícola en el país.

El presente documento también esquematiza las investigaciones de expertos internacionales, destacándose aquellas propuestas que abordan tópicos sobre innovación organizacional de productores, experiencias de investigación y adopción de tecnología, formas de comercialización, rol de los actores sociales involucrados en el proceso de desarrollo local, así como trabajos que rescatan el desarrollo de la horticultura en las regiones rurales y periurbanas de las grandes urbes latinoamericanas.

Las temáticas plasmadas en la memoria están orientadas a proporcionar información técnica para fortalecer el trabajo de investigadores, profesionales, promotores y productores que tienen bajo su responsabilidad el asesoramiento técnico y/o manejo de emprendimientos productivos hortícolas de nuestro país.

Con la seguridad de que la memoria del **Primer Congreso Boliviano de Horticultura 2014** se constituirá en un documento de consulta técnica de referencia, aprovecho la ocasión para expresar un sincero agradecimiento a los autores que enviaron sus contribuciones técnicas y científicas, a los aliados estratégicos, colaboradores, expositores y patrocinadores, a los participantes de la reunión y a todo el comité organizador que plasmó en este evento el desafío de mejorar la producción y productividad del sector hortícola en Bolivia.



Ing. Hans Mercado Rios
Director General Ejecutivo - INIAF

De la Edición

La **Memoria del “1er. Congreso Boliviano de Horticultura”**, ha procurado mantener un estilo homogéneo en su formato para todos los artículos científicos 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 revisor de los artículos del **1er. Congreso Boliviano de Horticultura** conformado por; Ing. Max Milán Arias, Ing. Oscar Colque, Ing. Juan José Vicente Rojas, Ing. Álvaro Ortondo Maldonado, Ing. Jesús Dávila Rodríguez, Ing. Arturo Baudoin, Ing. Sergio Moreira Ascarrums, Ing. Edwin Iquize Villca, del INIAF.

A los auspiciadores conformados por: la empresas Saci, Riego Tec, Coelectric, Librería Lanza y el proyecto Kopia.

Cochabamba - Bolivia

AGRICULTURA PERIURBANA EN 6 BARRIOS DEL DISTRITO 9 DEL MUNICIPIO DE CERCADO (experiencia de caso) Alberto Cardenas, Alexander Espinoza - AGRECOL ANDES	13
EXPERIENCIA DE DESARROLLO RURAL EN LA HORTICULTURA FAMILIAR DEL PERIURBANO DE BUENOS AIRES, ARGENTINA María Carolina Feito; Pedro Aboitiz CONICET/INTA (Argentina).....	18
PREFERENCIA DE LOS CONSUMIDORES A LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICAS DE LECHUGAS PRODUCIDAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ÁEREAS E HIDROPÓNICA EN SECTORES URBANOS DE COCHABAMBA Eduardo Lopez Rosse - Departamento de Defensa al Consumidor.	22
ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA EN COMERCIALIZACIÓN DE HORTALIZAS DE ALTO VALOR Arturo Baudoin*, Rosario Huarachi, Claudia Sainz - Fundación Valles.	27
DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS DE MERCADO DEL COMPLEJO HORTALIZAS EN EL VALLE BAJO - COCHABAMBA Y LOS CINTIS - CHUQUISACA Ricardo Alem, Claudia Sainz, Alina Arévalo - Fundación Valles, COSUDE: Proy. Merc.Rur. Swisscontact, PROFIN, FAUTAPO.....	35
ANÁLISIS DE CALIDAD DE COMPOST Y VALORACIÓN DE LA APLICACIÓN COMO FERTILIZANTE Y MEJORAMIENTO DE SUELO PARA HORTALIZAS Charlotte Sidler - Swisscontact.....	41
EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE LECHUGA (<i>Lactuca sativa</i> L.) EN HIDROPONÍA BAJO EL SISTEMA NFT EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO Victor Paye Huaranca, Maritza Angélica Layme Willy Nelson Vito Forra - UPEA y UCB.....	46
SEGURIDAD ALIMENTARIA, INNOVACIONES TECNOLÓGICAS PARA LA DISPONIBILIDAD DE HORTALIZAS EN COMUNIDADES INDÍGENAS DE LOS MUNICIPIOS DE POCOATA Y CHAYANTA Ricardo Vera, Raúl Blanco, Hernin Pastor, Elyzabeth Calderón, Eduardo Olivares, Ángel Reyna - Visión Mundial Bolivia.	50
EFFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE COBERTURA PLÁSTICA O MULCH EN CUATRO ESPECIES DE HORTALIZAS NO TRADICIONALES. Arturo Baudoin*, Rosario Huarachi, Claudia Sainz - Fundación Valles.....	55
EXPERIENCIAS EN PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE HORTALIZAS EN EL CEASIP. Martín Baudoin*, Alejandro Arispe - Centro de Ecología Aplicada Simón y I. Patiño.....	61
EXPERIENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE HORTALIZAS EN EL CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE HORTALIZAS (CNPSH) Ramiro Mamani Cahuaya, Eduardo Montesinos Alvarez, David Ancasi Espejo, Rolando Alcocer Aguila, Franklin Delgado Canaviri, Angel Carrillo Fuentes, Sergio Moreira Ascarrunz* - INIAF.....	67
INTEGRACIÓN DE BIOINSUMOS (<i>TERRABIOSA</i>) CON ESTRATEGIAS DE CONTROL DEL MILDIO DE LA CEBOLLA Oscar Navia, Antonio Gandarillas, Noel Ortuño - Fundación PROINPA.	77
RESUCITACIÓN Y SUBSECUENTE MULTIPLICACIÓN DE CÉLULAS ESTRESADAS NO CULTIVABLES DE <i>Ralstonia solanacearum</i> EN AGUA Y SUELO Y SU ROL EN PATOGENICIDAD EN TOMATE Sergio D. Moreira Ascarrunz*, Tomohide Natsuaki y Ryo Fukui - INIAF.....	82
COMPATIBILIDAD <i>IN VITRO</i> DE <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Trichoderma koningiopsis</i> CON DOCE FUNGICIDAS SINTÉTICOS Noel Ortuño C., Mayra Claros M. - Fundación PROINPA.	89

AGROECOSISTEMAS DEL PN-ANMI SERRANIA DEL IÑAO COMO CENTRO DE ORIGEN Y DIVERSIDAD DE CULTIVOS NATIVOS. Martha Churqui Fuentes, Ariel Angel Cespedes Llave - Proyecto BEISA3 de la Facultad Ciencias Agrarias (USFXCh)	97
CONSERVACION <i>EX SITU</i> DEL GERMOPLASMA DE HORTALIZAS Ana María Flores - INIAF.....	102
CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE 133 ACCESIONES DE TOMATE (<i>Solanum lycopersicum</i> spp.) Shirley Rojas Ledezma, Silvia Santos Mendez - INIAF-CNPSH.	108
CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE 16 ECOTIPOS DE LOCOTO (<i>Capsicum pubescens</i> L.) EN EL VALLE BAJO DE COCHABAMBA. Rosario Huarachi Andia, Victor Quiroga Rojas, Edwin Iquize Villca - Universidad Técnica de Oruro - FCAPV-CNPSH	115
EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBOLLA (<i>Allium cepa</i> L.) TOLERANTE A FLORACIÓN EN CONDICIONES DE ALTIPLANO Jesús Dávila, Julio Cesar Laura, Hans Mercado - INIAF	121
RESISTENCIA GENÉTICA DE HÍBRIDOS DE TOMATE [<i>Solanum lycopersicum</i> L.(Mill .)] AL VIRUS DEL BRONCEADO (TSWV) Julio Gabriel, Daniel Sanabria, Silene Veramendi, Giovanna Plata, Ada Angulo, Mario Crespo - Fundación PROINPA	127
HERENCIA DEL RENDIMIENTO, DÍAS A LA MADUREZ, DURACIÓN EN ANAQUEL Y SU RELACIÓN CON CARACTERES AFINES EN HÍBRIDOS DE TOMATE [<i>Solanum lycopersicum</i> L. (Mill.)] Edy López, Julio Gabriel, Ada Angulo, Jury Magne, Rubén Luján, Jaime La Torre, Mario Crespo - Fundación PROINPA	132
INCREMENTO DE LA UNIFORMIDAD DE CARACTERES CUALITATIVOS DE LÍNEAS DE CAROTE (<i>Cucurbita pepo</i> L.) EN LA PROGENIE S3 Hans Mercado, Mario Colque, Ever Machaca - INIAF	138
SELECCIÓN PARTICIPATIVA DE NUEVAS VARIEDADES DE TOMATE DETERMINADO [<i>Solanum lycopersicum</i> L. (Mill .)] PARA LOS VALLES DE COCHABAMBA Y SANTA CRUZ Julio Gabriel, Ada Angulo, José Velasco, Celier Nuñez - Fundación PROINPA	143
ANÁLISIS DE LA DISTINCIÓN, HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD DE LA NUEVA VARIEDAD DE BETARRAGA (<i>Beta vulgaris</i> L.) CAPERUCITA Hans Mercado, Jesús Dávila, Ever Machaca - INIAF	149
EVALUACIÓN DE LA DISTINCIÓN, HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (<i>Daucus Carota</i> L.) VARIEDAD ALTIPLANO Shirley P. Rojas, Hans Mercado, Jesús Davila - INIAF	154
EVALUACIÓN DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE 2-ip EN LA MULTIPLICACIÓN <i>in vitro</i> DE TRES VARIEDADES DE AJO (<i>Allium sativum</i> L.) Romer Gambarte*, Gino Aguirre, Mario Colque - INIAF	160
Anexo	165

Agricultura Familiar

La agricultura familiar incluye todas las actividades agrícolas de base familiar y está relacionada con varios ámbitos del desarrollo rural, es una forma de clasificar la producción agrícola, forestal, pesquera, pastoril y acuícola gestionada y operada por una familia y que depende principalmente de la mano de obra familiar.



AGRICULTURA PERIURBANA EN 6 BARRIOS DEL DISTRITO 9 DEL MUNICIPIO DE CERCADO (experiencia de caso)

Alberto Cárdenas, Alexander Espinoza

Fundación Agrecol Andes - Dir. Pasaje F N° 2958 Urb."El Profesional"
Telf. / Fax: (591-4) 4423838 - 4423636 • www.agrecolandes.org - Cochabamba - Bolivia



RESUMEN

En base a un convenio de trabajo interinstitucional firmado el 2011 entre la Fundación AGRECOL Andes a través del proyecto ECO FERIA y Visión Mundial con el PDA Nueva Esperanza, se inicia el proyecto para trabajar con 32 familias, migrantes de origen rural, que se han establecido en áreas marginales del distrito 9 del municipio de Cercado de la ciudad de Cochabamba, convirtiendo los patios y traspatios de sus casas en huertas (unidades de generación de ahorro), para el autoabastecimiento familiar, y así ayudar a las familias a diversificar e incrementar su disponibilidad de alimentos y en algunos casos a comercializar y certificar su producción. El proyecto trata de que la familia complete el ciclo de alimentos necesarios para una adecuada nutrición, es en ese sentido que también se dota de árboles frutales y se tiene previsto para la gestión 2014 dotar de gallinas de postura, cerrando el ciclo de esta manera.

Palabras Clave: Agricultura periurbana, desarrollo local, seguridad alimentaria.



ABSTRACT

The project worked with 32 families, migrants from rural areas, which has been established in marginal areas of the 9th district of Cercado municipality of Cochabamba, turning, patios and backyards into vegetable gardens (savings generation units), for family self-supply, and help families to diversify and increase food availability and, in some cases, trade and certify their production. The project focus on family to complete the food cycle needed for proper nutrition, is in this sense also is provided with fruit trees and is planned for 2014 provide management hens, closing the cycle in this way.

Key Words: Periurban farming, local development, food security.

Keywords: Periurban farming, high value vegetables, market opportunities.

INTRODUCCIÓN

Antecedentes

Las constantes migraciones hacia centros urbanos han generado urbanizaciones aceleradas sin una apropiada planificación del territorio, como es el caso de los 6 barrios del distrito 9 con los que la Fundación Agrecol Andes trabaja. Esta migración ha generado el aumento de viviendas en zonas de alto riesgo y este crecimiento urbano ha generado presión demográfica y sobrepasado las zonas de expansión de la ciudad, generando un impacto negativo en los recursos naturales de la zona y problemas de inseguridad alimentaria, que afectan a estos nuevos ciudadanos. En estos barrios, los indicadores socioeconómicos del área muestran un ingreso familiar mensual entre 500-1.500 Bs, como ingreso familiar que tiene que alcanzar para todos los gastos del hogar y lo estrictamente necesario para una canasta familiar digna.

De acuerdo con esta realidad, se vio pertinente (la Fundación Agrecol Andes, en alianza con el PDA Nueva Esperanza) analizar la horticultura familiar como una alternativa para diversificar su alimentación y sobre todo mejorar su disponibilidad y acceso a alimentos.

Objetivo principal

El objetivo es coadyuvar a mejorar la nutrición y calidad de vida de 32 familias beneficiarias, con la implementación de huertos periurbanos que generará alimentos de calidad, variedad y cantidad suficiente, para una buena y saludable nutrición.

Objetivos secundarios

- Impulsar la participación activa de los beneficiarios en procesos de seguridad alimentaria nutricional, soberanía alimentaria, capacitación técnica laboral.
- Dar una herramienta para la seguridad alimentaria y lucha contra el hambre, generando nuevas capacidades de producción.

- Brindar apoyo a emprendimientos para la generación de ingresos, con los excedentes de producción, en el marco del desarrollo económico local.

Materiales y métodos

Clasificación agricultura periurbana

Dentro la clasificación de los tipos de agricultura en centros poblados, existe una clasificación de sistemas de agricultura periurbana, que son los siguientes:

- a) Microagricultura en y alrededor del hogar/residencia
- b) Horticultura comunal/comunitaria.
- c) Agricultura institucional.
- d) Horticultura semicomercial a pequeña escala.

Según las características de la zona y de las viviendas de los hogares de los barrios donde actúa el proyecto, ajustó y convirtió los patios periurbanos en pequeñas unidades de ahorro y generación de ingresos, a través de la implementación del sistema ***“Microagricultura en y alrededor del hogar/residencia”***. Con las siguientes características:

- Autoconsumo, consumo familiar, intercambio.
- Huertas familiares.
- Áreas pequeñas.
- Interior o alrededor de la vivienda.
- Tecnologías de alto impacto y bajo costo.
- Aporta a la SAN, ahorro, empoderamiento, cuidado ambiente
- Comercialización de excedentes y certificación.

Línea base PDA_NZA

Este sistema fue seleccionado mediante una evaluación en base a:

- Resultados de Planillas de Diagnóstico (Fundación Agrecol)
- Trabajo en la zona del PDA Nueva Esperanza.

Ubicación geográfica

Específicamente, la zona de acción se encuentra geográficamente al suroeste del municipio del Cercado de Cochabamba, entre 17° 28' de latitud sur y 66° 12' de longitud oeste.

Los barrios en los que se desarrollará el proyecto son: Villa Israel, Fortaleza Grande, Fortaleza Chica, 1° de Mayo, Palmar y Azidumarca, que tienen como principales vías de acceso el ingreso parcialmente asfaltado por la zona del aeropuerto (Av. Base Aérea), desviando hacia el sud por la zona del cuartel ecológico y la Av. Cochabamba - Santivañez

Forma de implementación del proyecto.

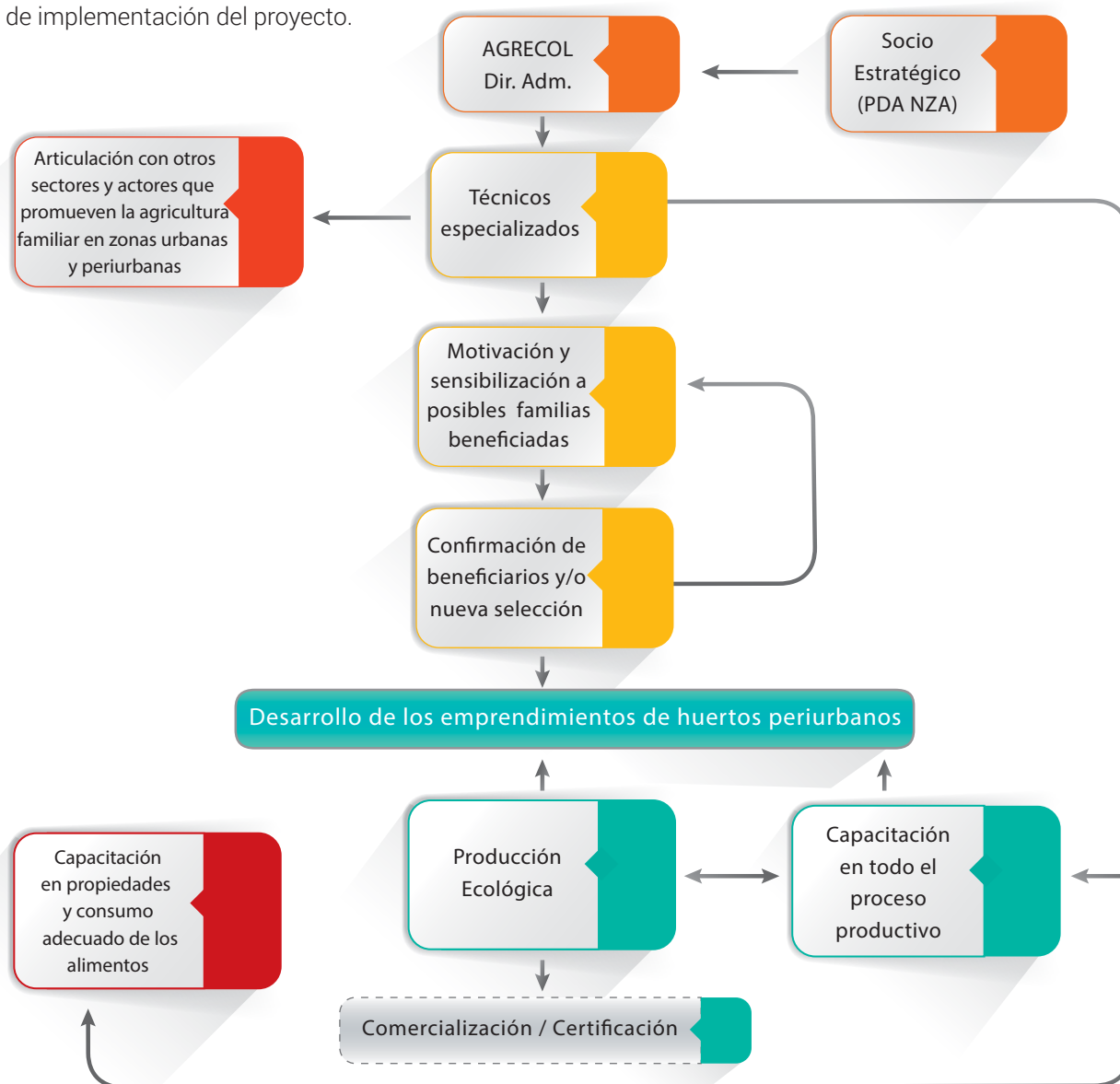


Figura 1. Estrategia de implementación del proyecto

Métodos

De acuerdo a la realidad de la zona se vio pertinente realizar una oferta tecnológica de bajo costo y alto impacto que permita mejorar y diversificar su producción pero también mejorar su disponibilidad y acceso a alimentos.

Para conseguir este objetivo se optó por 2 métodos productivos, según las características de espacio, temperatura, precipitación, tipo de suelo e interés.

Camas intensivas. Método de producción en espacios reducidos cuyo sustrato está compuesto de tierra y algún complemento orgánico adicional como composta.

Cultivos alternativos. Este tipo de cultivo se instala en cualquier lugar y en cualquier objeto que nos sirva de maceta.

Las unidades productivas tienen las siguientes características:

Producto: Hortalizas orgánicas en un principio las mas conocidas por los beneficiarios (lechuga, rabanito, tomate, cebolla y repollo) y posterior introducción de nuevas especies.

Calidad: Productos frescos, limpios, libre de enfermedades y pudriciones.

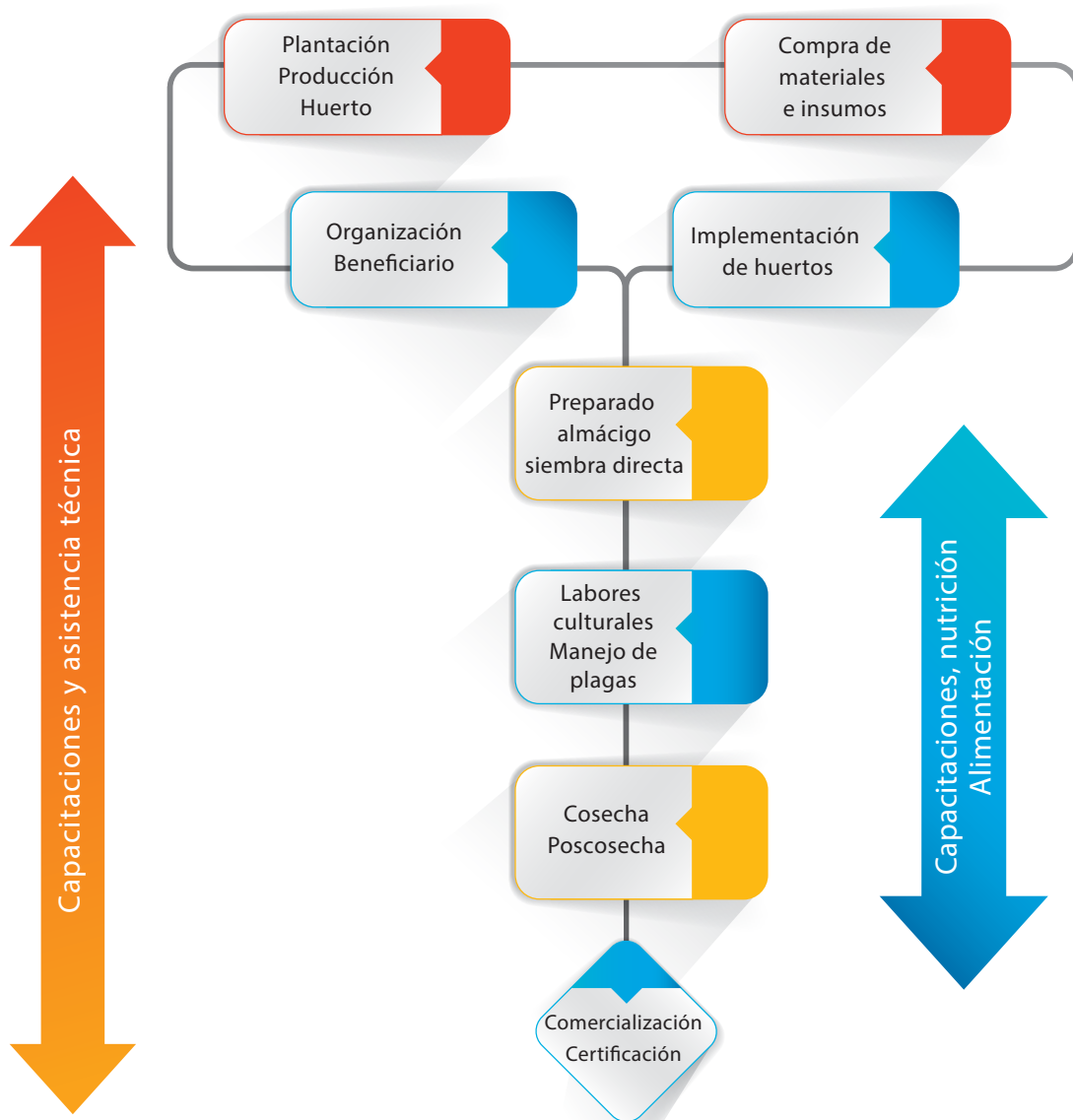


Figura 2. Flujo del proceso productivo

Aspectos ambientales: Elaboración de compost con restos de cosechas y residuos orgánicos de cocina que se aplicaran a los cultivos como abono. Uso de productos orgánicos y trampas para el control de enfermedades y plagas.

Cosecha y uso eficiente del agua. 6 Unidades productivas realizan la cosecha de agua en un tanque que se abastece únicamente del agua que drena de techos, en épocas lluviosas, las otras unidades productivas hacen un uso eficiente del agua disponible mediante el riego localizado.

Uso intensivo del espacio. Cada unidad productiva aprovecha al máximo el espacio disponible para la producción.

Con respecto a los materiales y herramientas se puede mencionar que son de muy bajo costo, y disponibles localmente, llegando a construir algunas de nuestras herramientas de materiales desechados comúnmente.

Resultados y discusión

- Se identificaron a 38 posibles familias beneficiarias, a la fecha se tienen 33 beneficiarias, con las cuales se tienen implementados huertos en producción en sus domicilios, de los cuales 28 son huertos nuevos y 3 ya existentes se ampliaron.
- En lo productivo, según datos del diagnóstico inicial solo 5 beneficiarias contaban con iniciativas productivas, haciendo en superficie un total de 50 m² en la actualidad se tiene registro de una superficie de 1.252 m² de las 33 productoras.
- Diversificación. En el inicio del proyecto las unidades productivas empezaban con 8 hortalizas conocidas en actualidad se tiene un promedio de 15 variedades de hortalizas y excepcionalmente 3 productoras con 22.
- Desde el inicio del proyecto se capacitó a 80 personas distintas en todo el proceso productivo en los talleres regulares.

- Fortalecimiento institucional, este trabajo se enfocó primero el fortalecimiento de capacidades productivas, comerciales y la autoestima, especialmente en las mujeres, ya que muchas de las participantes comentaban que solo su marido trabajaba, pero ellas han podido diversificar la canasta familiar con las hortalizas.
- Comercialmente se tienen 3 puntos verdes (son puntos de comercialización e intercambio de productos) en 4 barrios. Sin embargo, se tiene 4 productoras que comercializan regularmente sus productos en el mercado local
- En lo referente al SPG, se logró la certificación voluntaria de 29 productoras según el siguiente detalle: Ecológico 3, Transición 2 15 productoras y transición 3 11 productoras.

Conclusiones

- Nuestros huertos periurbanos aportan sostenibilidad (diversidad y calidad alimentaria) a las familias beneficiarias, también son unidades de: Reproducción, conservación, guarda y compartimiento de semillas.
- Son centros de reunión, intercambio y compartimiento de personas de distintos grupos etarios (función social)
- La agricultura periurbana puede generar ingresos (como lo hacen nuestras unidades productivas), mediante la comercialización de excedentes, contribuyendo de esta manera a la diversificación de la alimentación y el buen vivir.

Literatura citada

Línea base PDA Nueva Esperanza, 2010
Diagnóstico productivo Distrito 9 Agrecol Andes
www.ine.gob.bo

EXPERIENCIA DE DESARROLLO RURAL EN LA HORTICULTURA FAMILIAR DEL PERIURBANO DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

María Carolina Feito; Pedro Aboitiz
(CONICET/INTA) carofeito@gmail.com



RESUMEN

Proponemos una mirada que intenta articular investigación y extensión para analizar modalidades de intervención en el desarrollo rural, implementadas en la localidad de Open Door (Luján, Buenos Aires). Tanto el INTA (mediante el programa Cambio Rural), como el Municipio (organizando una feria frutihortícola y articulando con otros sectores), realizan acciones para mejorar la capacidad productiva y el perfil comercial de agricultores familiares, mayormente migrantes bolivianos, que cultivan productos en transición agroecológica, así como para apoyar a un grupo de “nuevos rurales” recientemente instalados en comunidad en la localidad. El INTA, a través del Programa de Apoyo al Desarrollo Rural Sustentable, impulsa la creación de proyectos para fortalecer la organización de los productores y las instituciones, mejorando la competitividad de los territorios a través del desarrollo local.

Para ello realizó capacitaciones y apuntala una experiencia de mejoramiento de prácticas agropecuarias en nueve explotaciones, involucrando a un grupo de 12 pequeños productores del programa, coordinados por un promotor asesor. Se intenta posicionar en el mercado su producto hortícola agroecológico, a partir de la imposición de un sello/marca local, y conseguir una certificación de “cero contenido de agroquímico”.

Focalizamos en: innovación organizacional de productores; formas de comercialización; articulaciones de actores sociales involucrados en el proceso de desarrollo local.

Palabras clave: desarrollo rural, periurbano, agricultura familiar.



ABSTRACT

We propose to articulate research and extension to analyze modes of intervention in rural development, implemented in the town of Open Door (Luján, Buenos Aires). Both INTA (through the Rural Change program) and the municipality (frutihortícola organizing a fair and coordinating with other sectors), take actions to improve the productive capacity and the business profile of family farmers, mostly Bolivian immigrants, growing crops in transition agroecological and to support a group of "new rural" community recently installed locally. INTA through the Support Program for Sustainable Rural Development, promotes the creation of projects to strengthen the organization of producers and institutions, improving the competitiveness of territories through the Local Development. For this purpose, conducted training and experience underpins improving agricultural practices in nine farms, involving a group of twelve small producers of the program, coordinated by an advisory promoter. It is trying to position its market agroecological horticultural product, from the imposition of a stamp / local brand, and get a certification of "zero agrochemical content."

We focus on: organizational innovation producers; forms of marketing; articulations of social actors involved in the process of local development.

Keywords: Rural development, periurban, Family Agriculture.



INTRODUCCIÓN

Nos proponemos caracterizar una experiencia de desarrollo rural en Open Door, partido de Luján: la innovación organizacional de horticultores bolivianos en transición a la agroecología, que intentan lograr certificación social de sus productos, participando del programa Cambio Rural del INTA. La implementación de una intervención de desarrollo constituye el momento en que diversos dominios sociales se entrecruzan y son mutuamente contruidos. Focalizar la atención en esa interfase de diferentes actores permite ver arenas de conflicto, donde se negocian prácticas, discursos y sentidos, que a la vez modelan la intervención.

¿Qué papel juegan los distintos actores que participan de espacios organizativos en el desarrollo de proyectos específicos?

Las interfases definen áreas de conocimiento e interacción que entrecruzan las perspectivas de una gran diversidad de actores (estatales, no gubernamentales, la población beneficiaria, los proveedores del crédito, tecnologías, maquinarias, herramientas e insumos).

Desde la interfase profesional que surgió entre los autores trabajando juntos en terreno (agronomo y antropóloga), aportamos elementos generales para reflexionar sobre los roles del técnico/-facilitador y del investigador/académico en estos procesos.

¿Cómo actúa el técnico durante la ejecución del proyecto?

¿Con qué herramientas (teóricas/prácticas/metodológicas/experienciales/psicológicas) cuenta para afrontar la facilitación de procesos de desarrollo rural?

¿Cuáles son los compromisos del investigador que aporta herramientas analíticas de estos procesos?

Aportando una mirada que intenta articular investigación y extensión para analizar modalidades de intervención en el desarrollo rural, concluimos que la fructífera combinación de nuestros roles de “antropóloga investigadora” y “agronomo extensionista” permitió desarrollar actividades conjuntas en pos del mejoramiento de la calidad de vida de los productores que se hallaban involucrados, al mismo tiempo (y sin ser totalmente conscientes de ello), en una investigación académica y en una intervención social.



Materiales y métodos

Utilizamos aplicación del método etnográfico para la realización de trabajo de campo, con visitas a huertas, lugares de reunión de la asociación, mercados e instituciones municipales del distrito de Luján, en el periurbano de Buenos Aires. Realizamos entrevistas en profundidad y observación participante en distintas instancias de la cotidianeidad de los productores analizados.

Los productores hortícolas de la localidad de Open Door, distrito de Luján, provincia de Buenos Aires, Argentina

El partido de Luján, a 68 km de Capital, tiene gran potencial agropecuario y posee industrias alimenticias y manufactureras. Con casi 105 mil habitantes en 2008 (INDEC, 2008), tiene seis localidades orientadas a agricultura, pequeña industria y actividades recreativas.

En los años 80 comenzaron a instalarse en sus alrededores barrios cerrados y clubes de polo, completando su crecimiento el emplazamiento de hoteles de gran categoría, chacras turísticas, más clubes de polo y restaurantes. Los productores analizados son de origen boliviano, disponen de algún tipo de capital y, a pesar de la escasez relativa de superficie de cultivos propios y falta de maquinaria propia, se observa que evolucionan en forma favorable, logrando dos de ellos tener su propio comercio (almacén y verdulería) y construir sus casas de material. Algunos productores combinan otros trabajos (changas) para subsistir y lograr ingresos cuando no tienen producción para vender. Otros dos son empleados de una empresa que les permite además de tener sueldo y beneficios sociales, aprender cultivo orgánico y convertirse también en proveedores de la misma. Son un poco atípicos respecto del resto del periurbano. Si bien llegaron hace relativamente poco tiempo y accedieron a pequeños lotes de tierra, con un promedio de 3has por familia, con tenencia precaria ya que son todos ocupantes. Carecen de tractor, arados y rastras para la preparación de la tierra, dependiendo de un contratista que no concurre en tiempo y forma, lo cual dificulta la competencia en las primicias, así como la posibilidad de colocar sus productos con buenos precios en el mercado. La mano de obra está compuesta por familiares del productor. Tanto la mujer como los hijos trabajan a la par del hombre, ocupando un lugar destacado la mujer en la comercialización de la producción. Algunos tienen invernáculo. La comercialización de sus productos se lleva a cabo en parte a través de la Cooperativa Frutihortícola de Copacabana Ltda., del mismo distrito, teniendo además la mayoría de ellos reparto propio.

El programa Cambio Rural del INTA en Open Door

En 2008, estos productores arman un grupo Cambio Rural de INTA, pasando de la producción convencional a la producción agroecológica dependiendo de la Agencia de Extensión INTA Luján, dependiente de la Unidad de Coordinación Territorial Norte de la EEA AMBA, en nueve explotaciones, con doce pequeños productores del programa, coordinados por un promotor asesor. Se intenta posicionar en el mercado su producto hortícola agroecológico, a partir de la imposición de un sello/marca local, y conseguir una certificación de "cero contenido de agroquímico". Este Grupo del Programa Cambio Rural del INTA se denomina "*Sumaj Kausay*" ("buen vivir" en quechua) y se encamina como una alternativa para la comercialización de producto agroecológico dentro de la cadena de valor del turismo y la gastronomía natural. Se realizaron parcelas demostrativas de 500m², conducidas agroecológicamente. Durante la experiencia, hubo articulaciones con distintos proyectos del INTA, los ministerios nacionales de Agricultura y de Desarrollo Social y el municipio de Luján. Los productores están actualmente en etapa de venta diferencial (intentando vender a restaurantes locales) y la inserción en nuevos canales de comercialización como la feria franca local, así como avanzando en la formalización del vínculo entre ellos en una asociación. El grupo elaboró un Plan Técnico Grupal, mediante una dinámica grupal en la que cada productor expuso sus dificultades, seleccionando conjuntamente problemas comunes y priorizando líneas de acción para posibles soluciones. Los aspectos que evaluaron como debilidades y cuestiones que faltaron trabajar son: comercialización diferenciada de sus productos; mejora de aspectos productivos como el uso de variedades que permitan contar con producción todo el año; hacer uso eficiente del agua; estimular y acompañar un registro mínimo de gastos y rendimientos que permitan hacer un balance de su producción; estimular la producción y posterior comercialización, evitando que algunos productores se conviertan en revendedores; falta de disponibilidad para preparar remedios caseros de uso agroecológico; desatención de las fincas ante otras actividades que le generan mayores recursos como la albañilería.

La Agroecología, entendida como "una disciplina o un modo de interpretar y proponer alternativas integrales y sustentables en la realidad agrícola, respetando las interacciones que se dan entre los diversos factores participantes de los agroecosistemas, incluyendo a los elementos relativos a las condiciones sociales de producción y distribución de alimentos. Su vocación es el análisis de todo tipo de procesos agrarios en un sentido amplio, donde los ciclos minerales, las transformaciones de la energía, los procesos biológicos y las relaciones socioeconómicas son investigadas y analizadas como un todo" (Altieri, 1983).



Conclusiones

Considerando que las intervenciones de desarrollo constituyen procesos continuos, negociados y socialmente construidos que incluyen iniciativas tanto "desde abajo" como "desde arriba" (Long, 1992), concluimos que la intervención analizada se constituye a partir de un complejo conjunto de relaciones, intereses e ideas socialmente definidas por los distintos actores implicados, reconociendo las luchas y diferencias internas entre los quinteros.

El "modelo de grupo" del programa intenta considerar las relaciones de poder existentes entre los productores, así como reconocer y articular las formas sociales existentes con su propia estrategia de intervención. El caso presentado desafía la visión transferencista de los extensionistas como mecánicos implementadores de un esquema planificado. Los extensionistas se presentan como agentes que internalizaron la ideología de intervención del programa y a la vez, como sujetos pragmáticos lidiando con las dificultades de la implementación.

Pretendemos que el diagnóstico realizado mediante un enfoque etnográfico permita que las intervenciones contribuyan a fortalecer la organización comunitaria, en pos de promover o continuar los reclamos a los poderes políticos.

PREFERENCIA DE LOS CONSUMIDORES A LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICAS DE LECHUGAS PRODUCIDAS EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ÁEREO E HIDROPÓNICO, EN SECTORES URBANOS DE COCHABAMBA

Eduardo Lopez Rosse A.

Departamento de Defensa al Consumidor Gobierno Autónomo Municipal de Cochabamba



RESUMEN

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es muy importante para la dieta humana y decoración para los concursos de alimentos a escala mundial. En nuestro contexto, la producción de lechugas afronta riesgos de contaminación por agua y suelos, los cuales afectan la salud de las personas. Los sistemas de producción aéreo e hidropónico evitan el contacto directo con el suelo y el agua de riego reduciendo los riesgos por contaminación. Se realizó un estudio piloto para medir las preferencias de los consumidores de lechugas producidas en ambos sistemas. Se realizó una serie de encuestas en dos grupos muestrales (n=50 cada uno), el objetivo fue medir tres propiedades organolépticas y físicas. Los resultados muestran que existe un gran potencial para la producción de lechugas orgánicas y convencionales en términos de palatabilidad, color y sabor.

Palabras clave: Lechuga, agricultura urbana, hidroponía, preferencias, calidad organoléptica.



ABSTRACT

The Lettuce (*Lactuca sativa* L.) is very important for human diet and decoration for food contest around the world. In our context, lettuce production is enduring water and soil pollution which affects human health. In order to increase the lettuce consumption, two production systems have been proposed. The hydroponic and the aerial production system both avoid soils directly to reduce the risks of pollution. A pilot study was made in order to measure the consumer's preferences for both lettuces produced by those production systems. A series of surveys were made on two sample groups (n=50 each). We measured three organoleptic and physical properties through a survey. The results showed that there is a huge potential for the production of organically and conventionally produced lettuce by the aerial production system due to its favorable results such as palatability, color and flavor.

Key words: Lettuce, urban farming, hydroponics, preferences, organoleptic quality.



INTRODUCCIÓN

La producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) es de gran importancia para la comida tradicional y gourmet en nuestra sociedad. En las entradas y ensaladas de platos principales no puede estar ausente la lechuga, las hojas de lechuga también son decorativas para resaltar una comida. Por estas razones, la lechuga es de gran importancia en nuestra sociedad cochabambina caracterizada por una cultura gastronómica a nivel nacional e internacional. Sin embargo, la producción de lechuga en suelo en nuestro medio ha llevado a ser muy observada debido al uso de aguas servidas para la irrigación de este cultivo en las zonas productoras debido a la contaminación del suelo y cuerpos de agua por agentes biológicos, los cuales inciden sobre la salud de los consumidores con problemas intestinales (infecciones intestinales, diarreas). Por consiguiente el problema de desarrollo de mi estudio radica en que el cultivo de lechugas directamente en la tierra conlleva a riesgos potenciales de contaminación biológica con microorganismos patógenos, por lo cual existen dos sistemas alternativos de producción de la lechuga. Estos son los sistemas verticales, en donde las lechugas se encuentran elevadas en el suelo y otro sistema es el hidropónico, que consiste en suministrar nutrientes a las lechugas a través de preparados que permanecen estáticos o en circulación periódica. Los sistemas de producción verticales son los más aconsejables porque no están en contacto directo con el suelo y también se tiene más control sobre la calidad del agua para riego.

Objetivos:

El objetivo general del estudio fue la comparación de las propiedades organolépticas y físicas de dos lechugas (*Lactuca sativa* L.) producidas en dos sistemas (hidropónico y vertical).

Los objetivos específicos fueron:

- Medir y comparar los indicadores organolépticos en una muestra de población dirigida de ambas lechugas.
- Mediar y comparar los indicadores físicos en una muestra de población dirigida de ambas lechugas.
- Resaltar las oportunidades y retos para cada sistema de producción.

Hipótesis:

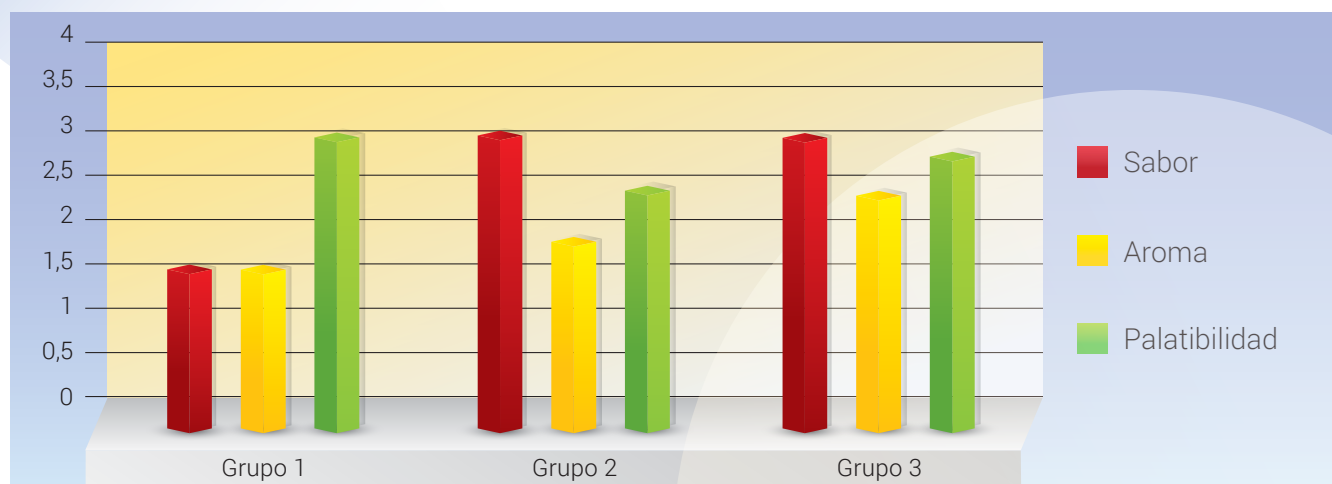
Las lechugas cultivadas en el sistema de producción aérea son más palatables para los consumidores con respecto a la lechuga cultivada en un sistema hidropónico.



Materiales y métodos

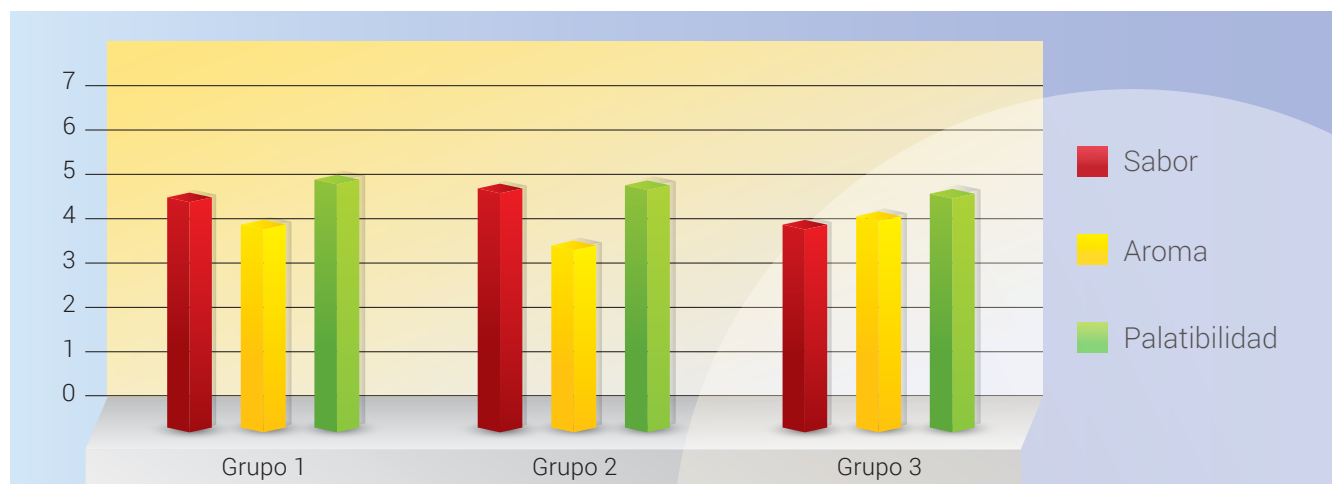
Se realizó un estudio de la preferencia del consumidor por ambas lechugas producidas en dos sistemas de producción. El primer sistema, el hidropónico, proviene de una finca nutrida por un cóctel líquido en tubos PVC. El segundo sistema fue el vertical. Se realizaron encuestas a dos muestras poblacionales (n=50). Estas muestras poblacionales estaban conformadas por individuos agrupados en tres grupos etarios. El primero de 20-25, el segundo de 26-31 y el tercero de 32-37 años. A dichos grupos etarios se les realizó una encuesta sobre la calificación que les daría en una escala del 1 al 5 (1 el más bajo y 5 el más alto) de tres indicadores organolépticos (sabor, olor, palatabilidad) y tres indicadores físicos (color, textura, resistencia). Antes de que las personas de los grupos de estudio fueran encuestadas se les informó rápidamente de las definiciones de los indicadores para que emitan su calificación correspondiente a cada uno de estos indicadores. Se realizaron estas encuestas en tres lugares de expendio de lechugas producidas en los sistemas de producción propuestos: mercado Calatayud, supermercado, feria semanal durante un periodo de septiembre de 2014.

Sistema hidropónico



Gráfica 1. Promedio de calificaciones a las propiedades organolépticas de la lechuga

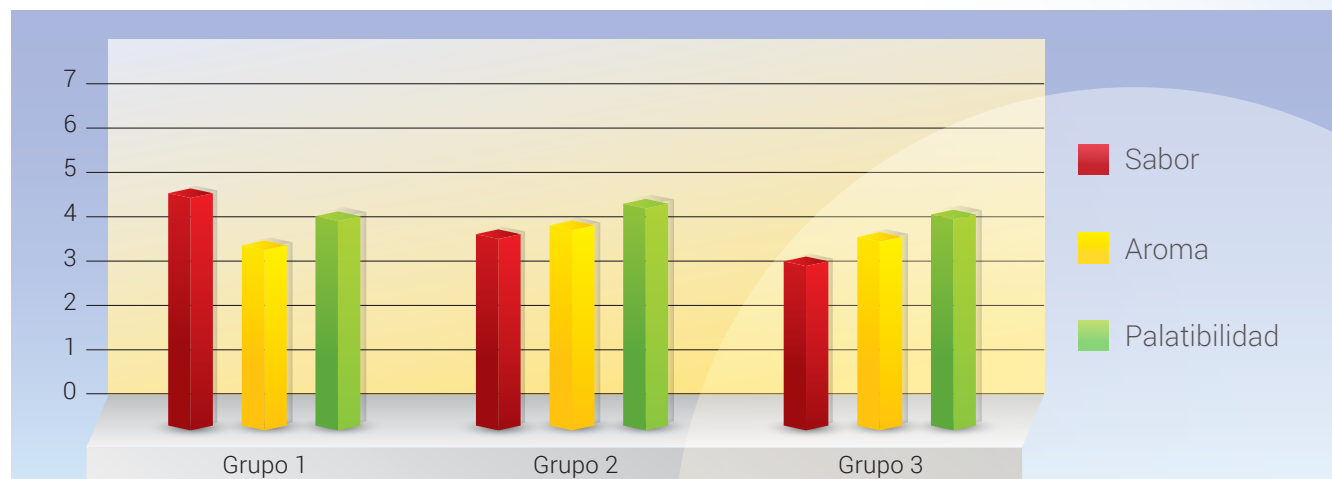
El aroma de la lechuga hidropónica para los tres grupos de individuos presenta bajos valores. Con respecto al sabor los grupos 2 y 3 le otorgan un valor de 3; respecto a la palatibilidad el grupo 1 presenta un valor de 3.



Gráfica 2. Promedio de calificaciones a las propiedades físicas de la lechuga

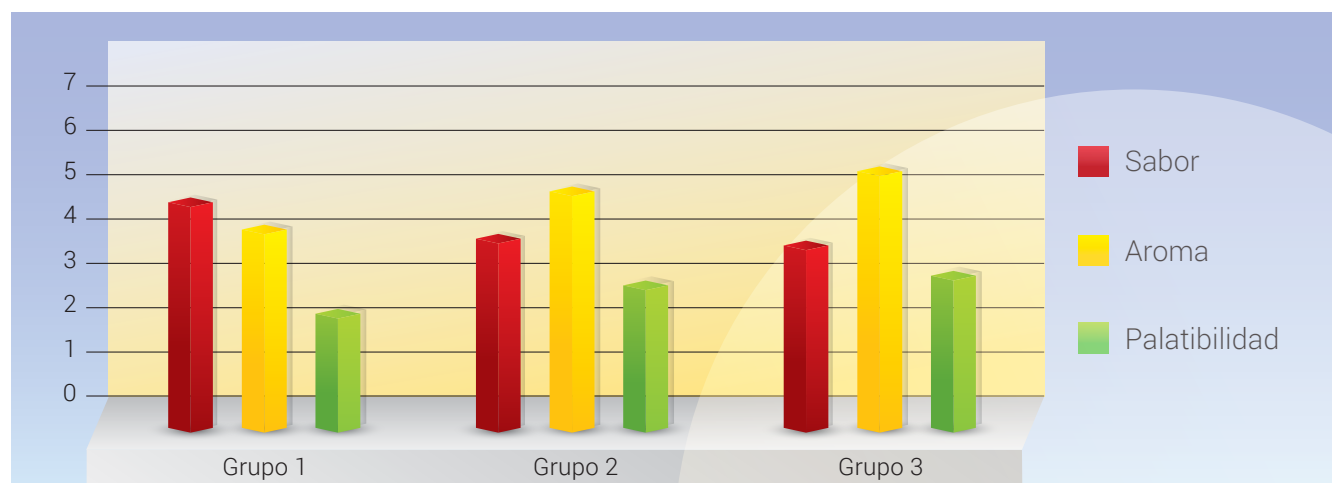
Los grupos 1, 2 y 3 le otorgan puntajes altos a la resistencia de esta lechuga como también a su color. Sin embargo, la textura es de valor alto para los grupos 1 y 3.

Sistema de producción aérea



Gráfica 3. Promedio de calificaciones a las propiedades organolépticas de la lechuga

El sabor tiene un valor alto para el grupo 1, el aroma tiene el valor más alto para el grupo 2 y la palatibilidad es alta en los tres grupos.



Gráfica 4. Promedio de calificaciones a las propiedades físicas de la lechuga

La textura es la propiedad más alta en el grupo 3, la resistencia es baja en los tres grupos y el color es alto para los grupos en cuestión.

Conclusiones y recomendaciones

Se concluye que los resultados de las encuestas reflejan que el aroma y la palatabilidad de las lechugas producidas en el sistema hidropónico no son de mucha preferencia por los consumidores encuestados.

Con respecto a las propiedades físicas como el color y la resistencia (a la oxidación) es más alta para las lechugas bajo el sistema hidropónico. Se evidencia que las propiedades organolépticas de sabor y palatabilidad son más altas en las lechugas producidas en el sistema de producción aérea.

Con respecto a las propiedades físicas como la textura y color son altas pero la resistencia a la oxidación es baja para las lechugas producidas bajo el sistema de producción aérea.

En suma, este estudio muestra los resultados de un sondeo rápido de mercado que mide el grado de preferencia a algunas propiedades organolépticas y físicas de las lechugas producidas bajo dos sistemas de producción.

Los resultados muestran que existe un gran potencial de preferencia de los consumidores por lechugas producidas en el sistema de producción aérea que debe ser explotado por agricultores urbanos.

Existe un alto potencial para el desarrollo de la agricultura urbana por medio del sistema de producción aérea de lechugas que lleguen a satisfacer las necesidades de consumo familiar y el excedente para la venta. También existe el potencial de una alta preferencia por este tipo de lechuga producida bajo el sistema de producción aérea debido a que se garantiza la inocuidad y calidad de la lechuga, que puede ser de producción convencional y ecológica.

Se recomienda realizar estudios complementarios sobre inocuidad del producto, análisis de costos de producción y transacción.

Literatura citada

- ABD-ELMONIEM, E.M; ABDRABBO, M.A; FARAG, A.A; AND MEDANY, M.A. 2006. Hydroponics for food production: Comparison of open and closed systems on yield and consumption of water and nutrient. The second international conference on water resources and arid environment 2006. p: 1-9.
- AMOLI, N. 2012. Investigation adaptation of lettuce varieties in different date sowing climatic condition. International Journal of Agriculture and Crop Sciences. p: 1867-1873.
- FAO. 2011. The place of urban and peri-urban and peri-urban agriculture (UPA) in national food security programmes. Integrated Food Security Support Service. Policy and Programme Development Support Division Technical Cooperation Department. p: 23-26, 45-46.
- IDRC. 2005. Human health risks and benefits of urban and peri-urban agriculture and livestock production in Saharan Africa. Proceedings of the workshop held at Bagamoyo, Tanzania, 18-24th September 2005. p: 34-37, 45-46, 123-127.
- MATTHEW, T.M; ZHANG, F; NAKAMURA, Y.K; AND OMAYE. S.T. 2011. Comparison between hydroponically and conventionally and organically grown lettuces for taste, odor, visual quality and texture: a pilot study. Food and Nutrition Sciences 2012: 4 (24) p 1-4.

ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA EN COMERCIALIZACIÓN DE HORTALIZAS DE ALTO VALOR

Arturo Baudoin^{1*}, Rosario Huarachi¹, Claudia Sainz²

¹ Consultor Independiente, ² Fundación Valles, * Autor Principal:
exituro@hotmail.com



RESUMEN

La experiencia de producción y comercialización de ocho productos hortícolas no tradicionales: arveja china, col de Bruselas, tomate cherry, zucchini, pattypan, sandía triploide, bok choy y calabacín ha generado un potencial de negocio a pequeña escala para agricultores periurbanos de Cochabamba aplicando innovaciones tecnológicas y prácticas poscosecha para generar calidad y estabilidad en la oferta a un mercado exigente. Se logró entrar en tres mercados: IC Norte - Cbba, Hipermáxi – Santa Cruz, Ketal – La Paz. Se identificó en estos mercados una demanda mínima mensual con potencial a crecer, se identificó la época de aprovisionamiento al mercado y el potencial de negocio para el agricultor. Los resultados indicaron que existe un negocio potencial con ventajas competitivas como la localización geográfica y la producción a pequeña escala que permite una oferta programada y estable. A futuro es necesario trabajar en opciones de empaque de bajo costo, identificar el producto con una marca que lo posicione en el mercado, introducir mecanismos de conservación y almacenamiento adecuados y formalizar la relación con agricultores que provean el producto en cantidad, período y calidad necesarios para atender un mercado exigente.

Palabras clave: Agricultura periurbana, hortalizas de alto valor, oportunidades de mercado.



ABSTRACT

The experience of production and marketing of eight non-traditional horticultural products: Snow Peas, Brussels Sprout, Cherry Tomatoes, Zucchini, Pattypan Squash, Triploid Watermelon, Squash and Bok Choy, has created a potential business for small scale peri-urban farmers of Cochabamba, applying technological innovations and postharvest practices to generate quality and stability to supply a demanding market. Project reached access to three markets: IC Norte – Cbba; Hipermáxi – Santa Cruz; y Ketal – La Paz. A monthly minimum demand with potential to grow in these markets has been identified, the time period of market supply and the business potential for the farmer was established. The results indicated that there is a potential business with competitive advantages such as geographical location and small scale production allowing a scheduled and stable supply. In future, it is necessary to work in packaging options, identify a brand for product that position it in the market, introduce appropriate mechanisms for conservation and storage, and formalize the relationship with farmers to provide the product in quantity, quality and time needed to serve a demanding market.

Keywords: Periurban farming, high value vegetables, market opportunities

INTRODUCCIÓN

Fundación Valles implementó una acción complementaria denominada “Validación de la producción y comercialización de hortalizas en los Valles de Cochabamba” tras una primera intervención en el departamento de Tarija, con el fin de validar el uso de semillas y material vegetal de especies hortícolas con demanda en nichos de mercado de alto valor. Esta segunda intervención en los valles de Cochabamba fue enfocada a validar innovaciones tecnológicas con el apoyo de productores beneficiarios que trabajan con el proyecto en los eslabones de producción, cosecha, poscosecha y comercialización. Se trabajó con 15 especies de hortalizas consideradas de alto valor, de las cuales 8 sobresalieron por su aceptación en el mercado.

1. Tomate Cherry
2. Col de Bruselas
3. Arveja China
4. Zucchini
5. Pattypan
6. Bok Choy
7. Calabacín
8. Sandía sin semilla

La fase de investigación y validación contempló siembras escalonadas con el fin de tener una oferta continua de hortalizas al mercado y así identificar ventajas competitivas en mercados nicho altamente exigentes en calidad, precio y oferta. Paralelamente se introdujeron algunas innovaciones como mulching, tutorado con red, poda y en algunos casos cultivo bajo invernadero.

Materiales y métodos

Se implementaron parcelas de 200 a 250 m² por especie en las localidades de Parotani, Sipe Sipe, Marquina y Punata. El tamaño de las parcelas se estableció para que estas sean manejadas por el núcleo familiar, obtener cosecha escalonada y no saturar el mercado. La producción y aprovisionamiento al mercado se encuentra enmarcada en el potencial ambiental de las localidades mencionadas, siendo el período otoño-invierno el que presenta limitaciones para el cultivo de algunas especies en estos valles, lo que genera estacionalidad en su oferta al consumidor.

Nombre Común	Variedad	Empresa Semillera	Tipo
Arveja China	Super Sugar Snap		OP
		Top Seed	OP
	Mamouth Melting sugar		OP
Col de Bruselas	Diablo	Jhonny's Seeds	Híbrido
	Lunet	Seminis	OP
	Churchill	Jhonny's Seeds	Híbrido
	Jade Cross	Takii	Híbrido

Nombre Común	Variedad	Empresa Semillera	Tipo
Tomate Cherry	Yellow Pear	Jhonny's Seeds	OP
	Gold Nugget	Jhonny's Seeds	OP
	Sun Cherry	Jhonny's Seeds	Híbrido
	Cherry Small Fruit	Grenell & Co.	OP
	Matt's Wild Cherry	Jhonny's Seeds	OP
Bok Choy	Chihao	Grenell & Co.	Híbrido
Calabacín	Cuyano	Inta -Argentina	OP

Nombre Común	Variedad	Empresa Semillera	Tipo
Pattypan	Sunburst	Jhonny's Seeds	Híbrido
	Flying Saucer	Jhonny's Seeds	Híbrido
	Peter Pan	Jhonny's Seeds	Híbrido
	Starship	Jhonny's Seeds	Híbrido
Zucchini	Sebring	Jhonny's Seeds	Híbrido
	Cash Flow	Jhonny's Seeds	Híbrido
	Meteor	Jhonny's Seeds	Híbrido

Nombre Común	Variedad	Empresa Semillera	Tipo
Sandía Triploide	Amarillo	Jhonny's Seeds	Híbrido
	Farmers Wonderfull	Jhonny's Seeds	Híbrido
		Jhonny's Seeds	Híbrido
	Orange Sweet	Jhonny's Seeds	Híbrido
	Solitaire	Jhonny's Seeds	Híbrido
Pimentón amarillo	Amarillo	T-Minkan	OP

Se estableció el contacto con diferentes supermercados, intermediarios proveedores de supermercados y comerciantes minoristas en los departamentos de Cochabamba, La Paz y Santa Cruz, para introducir al mercado productos hortícolas poco conocidos, destinados a cocina *gourmet* y de alto costo.

La comercialización se concibió bajo dos modalidades: a granel y con empaque dependiendo del lugar de destino (comerciantes minoristas de otros departamentos: a granel, supermercados: empaque). Para ofertar un producto de calidad, atractivo al consumidor meta que está dispuesto a pagar por ello, la producción pasaba por un proceso poscosecha y selección (frutos sanos, sin daños por plagas, enfermedades o mecánicos) por parte del productor. Se intentó que el productor entregue el producto en algún punto de acopio pero el productor no mostró interés en esta actividad, por lo que se optó por colectar en la parcela o la casa del productor y trasladarla en canastillos hasta el punto o centro de acopio. En el centro de acopio el producto era nuevamente seleccionado (calidad, tamaño, presentación) y se identificó un empaque que diera valor agregado, inicialmente en supermercados. El producto era trasladado al mercado en Cochabamba (IC-Norte) o enviado por transporte terrestre a mercados contactados en La Paz (Ketal) y Santa Cruz (Tecnoalimentos).

El precio de comercialización fue establecido en función a la experiencia anterior de Fundación Valles previa evaluación de los costos de producción, del rendimiento potencial de la especie (obtenido en campo), del costo de empaque y comercialización y teniendo en cuenta un margen de ingreso atractivo para el productor y la ganancia para el comercializador final.

Se sistematizó la información de la comercialización por especie y mercado de destino, el volumen de producción, el volumen comercializado y las pérdidas por devoluciones entre agosto de 2009 y agosto de 2011.



Resultados y discusión

Este capítulo está orientado a describir la experiencia de comercialización de hortalizas y las características que engloban a esta actividad como negocio. Pese a que cada producto o especie requiere un análisis individual por sus particularidades, se realizará una descripción de la experiencia en general.

El mercado: Se identificó dos tipos de mercado para estos productos no convencionales.

Mercados permanentes: A este grupo pertenecen los supermercados, ferias especializadas o mercados zonales. Estos mercados tienen mayor volumen de demanda, cuentan con consumidores que ya conocen los productos, requieren presencia permanente en oferta, tienen condiciones de conservación y se constituyen en un medio para captar la atención de nuevos consumidores.

Mercados esporádicos: A este grupo pertenecen empresas de *catering* y eventos, restaurantes, etc. Su demanda es discontinua en cuanto a volumen y producto. La ventaja es que son mercados que promocionan el producto y la forma de consumo.

La oferta: En la experiencia lograda durante cinco ciclos de producción entre los años 2009-2011 se pudo establecer que las localidades donde se implementaron las parcelas pueden producir estas especies y tener una oferta permanente al mercado durante una buena parte del año.

El Cuadro 2 refleja los meses en que se puede ofertar cada producto. Con un buen proceso de conservación sería posible ampliar este margen para algunos productos.

Cuadro 2. Oferta y aprovisionamiento al mercado por especie. Las celdas sombreadas indican los meses en los que existe oferta del producto al mercado.

Hortaliza	Invierno		Primavera			Verano			Otoño			Inv.
	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun
Bok choy												
Col de Bruselas												
Arveja china												
Tomate cherry												
Zucchini												
Pattypan												
Calabacín												
Sandía triploide												

También se pudo observar que la ventaja competitiva de la zona de producción es su proximidad al centro urbano, localización estratégica para proveer a otros centros urbanos con costo bajo de transporte y pérdidas.

El costo de producción y el requerimiento en mano de obra para lograr la calidad y rendimiento necesario son elevados, especialmente si se desea generar un ingreso atractivo para el agricultor. Este costo elevado de producción genera que el precio al consumidor sea elevado también y en consecuencia genera que el margen de ganancia del proceso de acopio, empaque y distribución sea limitado por el costo de aprovisionamiento y el precio que el consumidor está dispuesto a pagar por este producto.

El tamaño del mercado: No se identificó el punto de saturación del mercado, la comercialización de estos productos estuvo limitada principalmente por la producción o disponibilidad de oferta y no porque no exista demanda o por producto estocado. La ausencia de competidores, la novedad de estos productos y el reducido mercado atendido limitan la descripción objetiva de características del mercado.

Sin embargo, en la suma total del producto comercializado en los mercados atendidos durante esta experiencia: IC-Norte (Cochabamba), Tecnoalimentos-Proveedor de Hipermaxi (Santa Cruz) y Supermercados Ketal (La Paz), la cantidad comercializada en un mes puede considerarse una base para identificar el tamaño del mercado para estos productos ya que no se reportó en ningún caso devoluciones de producto que no se pudo vender.

Cuadro 3. Récord de volumen comercializado por producto en un mes

Producto	Kg/mes	Producto	Kg/mes
Arveja china	200	Zucchini	134
Col de Bruselas	287	Pattypan	229
Calabacín	725	Tomate cherry	564
Bok choy	328	Sandía triploide	90

El caso de la sandía triploide es particular debido a que se tuvo solamente una parcela experimental en producción y por tanto un periodo de tres semanas con presencia en el mercado. El resultado de esto fue la venta total del producto ofertado y que los consumidores preguntaron sobre este producto tiempo después de que saliera de oferta.

El negocio para el agricultor: Se tomó como referencia la mejor producción obtenida por especie (pues el rendimiento podría ser mayor cuando el productor logre mayor experticia en su manejo), el costo de producción (tomando en cuenta la tecnología implementada por el proyecto para el cultivo de cada especie hortícola en función a sus particularidades en manejo, mano de obra, inversiones, insumos, labores en cosecha y postcosecha) y el precio de compra al agricultor; con esta información se identificó el ingreso potencial que genera esta producción para una superficie de 250 m² como estándar (Cuadro 4).

Cuadro 4. análisis económico de la producción.

Cultivo	Rendimiento estimado	Costo de producción	Precio de venta	Cultivo en campo	Ingreso bruto	Ingreso neto	Ingreso mensual
	Kg/250 m ²	250 m ²	Agricultor	Días	Bs	Bs	Bs/Mes
Arveja china	170	1.077,40	13	120	2.210,00	2.210,00	283,2
Col de Bruselas	376	1.214,90	5	165	1.880,00	1.880,00	120,9
Calabacín	1.002	990,8	1,5	115	1.503,00	1.503,00	133,6
Bok choy	873	975,3	2	55	1.746,00	1.746,00	420,4
Zucchini	1.360	1.236,50	4	105	5.440,00	5.440,00	1201,0
Pattypan	654	1.236,50	4	105	2.616,00	2.616,00	394,1
Tomate cherry	1.357	3.116,50	4	120	5.428,00	5.428,00	577,9
Sandía s/semilla	2.915	3.992,60	3	115	8.745,00	8.745,00	1239,8

El Cuadro 4 refleja que el costo de producción es elevado y requiere inversión por parte del agricultor, pero el monto se torna accesible a pequeña escala.

El ingreso para el caso de la col de Bruselas, calabacín y arveja china es menos atractivo para el productor (Cuadro 3) que el generado por el cultivo de zucchini, tomate cherry o sandía triploide.

Para estos productos de bajo ingreso es necesario analizar la mejor opción entre: incrementar el precio al consumidor para pagar mejor al productor o aumentar la productividad por superficie mejorando el ingreso al productor sin afectar al bolsillo del consumidor.

Conclusiones

Este capítulo tiene el objetivo de transmitir conclusiones y experiencias generadas durante la comercialización de estos productos, las cuales no siempre están basadas en la información presentada anteriormente pero son importantes lecciones relacionadas a la problemática de la apertura de mercados.

En base a la descripción del mercado, de la oferta y del negocio potencial descrito anteriormente, se puede establecer que la producción de hortalizas de alto valor se constituye en un negocio potencial tanto para el productor como para el ente rescatista o distribuidor del producto.

La demanda tiene potencial de crecimiento. Se demostró que el vínculo entre mercado y productor es necesario para este tipo de productos. Por ello se identificó la necesidad de que exista un emprendimiento empresarial para la comercialización de estos productos en el cual el negocio sea para el productor y para la empresa.

De esta experiencia se concluyó que:

- Es necesario programar la producción para tener una oferta estable de productos, dado que se desconoce el margen de saturación del mercado y que una sobre oferta podría generar pérdidas importantes al ser un producto de alto costo de producción.
- El margen de ganancia es reducido porque el costo de producción es elevado y el consumidor dispuesto a pagar por estos productos, que el consumo no es de necesidad, más bien es un lujo y ocasional.

Los resultados indicaron que mientras existe un nicho de mercado estable, la diversidad de productos genera viabilidad en el negocio, ya que un producto puede subvencionar a otro para mantener posicionamiento en el mercado.

Se puede concluir que existe potencial de negocio en la producción de estas hortalizas, pues aún existe un mercado sin explotar y sin competencia y ventajas competitivas, entre otras, que hacen de esta actividad un emprendimiento potencial con la inversión necesaria.

Sin embargo, es necesario trabajar la consolidación de una marca que identifique al producto empaçado, un proveedor de empaque de bajo costo, buena presentación y biodegradable. Finalmente, la promoción de beneficios del consumo para motivar el consumo de estos productos aumentaría la demanda y el potencial del negocio.

Literatura citada

- A. Baudoin, R. Huarachi; Comercialización y mercados-Informe Final, Proyecto "Validación de la Producción y Comercialización de Hortalizas en los Valles de Cochabamba"; Fundación Valles; 2011.
- A. Baudoin, R. Huarachi; Plan de Negocios Hortalizas de Alto Valor, Proyecto "Validación de la Producción y Comercialización de Hortalizas en los Valles de Cochabamba"; Fundación Valles; 2011.
- A. Baudoin, R. Huarachi; Especies y variedades validadas - Informe Final, Proyecto "Validación de la Producción y Comercialización de Hortalizas en los Valles de Cochabamba"; Fundación Valles; 2011.

Manejo Agronómico en el Cultivo de Hortalizas

El manejo agronómico del cultivo (MAC) de hortalizas contempla fases bien definidas: una, la elaboración y mantenimiento de los almácigos y lo otro, el manejo de la plantación en campo. Los conocimientos de MAC son importantes ya que de esto dependerá el éxito del productor para la obtención de alimentos sanos y de buena calidad.



DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS DE MERCADO DEL COMPLEJO HORTALIZAS EN EL VALLE BAJO - COCHABAMBA Y LOS CINTIS - CHUQUISACA

Ricardo Alem, Claudia Sainz, Alina Arévalo

Proyecto Mercados Rurales: Fundación Valles
Fundación Swisscontact - ralem@fundacionvalles.org



RESUMEN

Como estrategia de contribución a la reducción de la pobreza presente en la población rural de los valles interandinos, se ha diseñado el proyecto Mercados Rurales, que permite la identificación de limitaciones y oportunidades en los sistemas de mercado del complejo hortalizas, y la implementación de soluciones sostenibles, replicables y masificables con la aplicación del enfoque Desarrollo de Sistemas de Mercado (DSM/M4P), que establece cinco principios de intervención: i) alineamiento a la política pública y sus programas de desarrollo rural, ii) enfoque desde la demanda, iii) equidad de género, iv) subsidiariedad en la intervención, y v) complementariedad en la provisión de servicios aprovechando las mejores capacidades disponibles. La fase de diagnóstico y el análisis de los principales cuellos de botella del complejo han permitido priorizar dos cadenas de valor: una específica a la producción y provisión de semillas y material vegetal (plantines) de alta calidad genética y sanitaria, y otra específica a la producción de hortalizas tradicionales y no tradicionales destinadas al mercado en fresco. En ambos casos, las funciones de apoyo más débiles en los sistemas de mercado son: desarrollo de capacidades, provisión de servicios especializados de asistencia técnica, desarrollo de proveedores de servicios e insumos, el desarrollo de productos y la articulación de mercados; éstas serán abordadas con la implementación de intervenciones bajo el enfoque DSM/M4P, de facilitación de acciones entre los actores de las cadenas.

Palabras Clave: Desarrollo de Sistemas de Mercado (DSM), M4P, Hortalizas, Valle Bajo, Cintis



ABSTRACT

As a strategy to contribute to the reduction of poverty in the rural population of the interandean valleys, the Rural Market Project has been designed, which allows the identification of constraints and opportunities in the market systems of vegetables complex, and implementing sustainable solutions, replicable and overrun through the Development Market System (DSM / M4P) implementation, which establishes five intervention principles: i) alignment to public policy and rural development programs, ii) focus from the demand side, iii) gender equity, iv) subsidiarity in the intervention, and v) complementarity in the provision of services leveraging the best skills available. Diagnosis phase and main bottlenecks of the complex analysis have allowed prioritize two value chains: a specific one on the production and seeds supply and plant material (seedlings) of high genetic and sanitary quality; and another specific to the traditional and non-traditional vegetables production destined for fresh market. In both cases, weaker support functions in market systems are: capacities development, provision of specialized technical support, development of service and input suppliers, product development and joint of market; these will be tackled by implementing interventions under the approach DSM/M4P, facilitation of actions among chain actors.

Key words: Development Market Systems (DSM), M4P, Vegetables, Lower Valley, Cintis



INTRODUCCIÓN

Desde hace varios años la Cooperación Suiza en Bolivia ha mantenido líneas de cooperación dirigidas a mejorar la situación de productores y de microempresas en su relación con el mercado. La promoción de sistemas de proveedores, el desarrollo de servicios financieros y no financieros, especialmente en medio rural han sido, algunos de los enfoques que se han trabajado con resultados positivos. La Cooperación realiza una revisión de su estrategia e identifica la necesidad de renovar su trabajo de apoyo al desarrollo de los mercados rurales, utilizando metodologías sistémicas, tal como M4P (*Making Markets Work for the Poor* - hacer que los mercados funcionen para los pobres), que permitan el desarrollo armónico y sostenible de los mercados. Para ello, diseña un proyecto que se basa en la lógica de la facilitación, análisis de cadenas o complejos productivos, identificación de cuellos de botella y proposición de medidas de acción que corrijan, faciliten y/o normen el mejor funcionamiento de los mercados.

Al interior de un rol facilitador el proyecto plantea la creación y fortalecimiento de empleo y el ingreso, tomando en cuenta un énfasis especial en la equidad de género y en la concreción de mayores ingresos mensuales por familia. Los principios de intervención son el alineamiento a la política pública y sus programas de desarrollo, análisis de intervención desde la demanda de los mercados, subsidiariedad y complementación de los servicios.

El proyecto prioriza entre otros al complejo productivo de hortalizas, cuyo resultado del proceso de investigación y análisis (diagnóstico) se presenta en el presente artículo.



Materiales y métodos

Desde el ejercicio de un rol de facilitador, que consiste en lograr una mayor integración e interrelación entre los diferentes actores, tanto del ámbito público como privado, pero sobre todo a nivel de una articulación entre los actores del mercado, es importante establecer desde el inicio una relación horizontal entre todos los actores de los complejos productivos territoriales para construir una visión más amplia y participativa en beneficio de todos.

Los actores relacionados al mercado deben estar involucrados desde el comienzo, cuando se establezca el análisis y diagnóstico de los sistemas de mercado, como en la planificación y la facilitación de las acciones para garantizar resultados sostenibles. Es así que el proceso de facilitación propuesto se basa en los siguientes elementos:

- Análisis y comprensión de los sistemas de mercado existentes en el complejo hortalizas y territorios, los actores y sus relaciones, sin apropiarse de funciones propias de los actores del mercado.
- Vinculación de los objetivos de impacto con los objetivos de los actores de los sistemas de mercado.
- Información y buen conocimiento para analizar los sistemas e incentivar cambios.
- Capacidad de elaborar propuestas para y con los actores, no sólo en respuesta a necesidades, sino abordando las restricciones sistémicas.

La fase de investigación y análisis del complejo hortalizas estuvo estructurada en tres momentos: el primero, focalizado en la revisión de información secundaria relacionada a los territorios de estudio, documentos de dominio público y oficiales del Estado, anuarios agropecuarios y fuentes de información estadística relacionadas al complejo. El segundo, consistió en realizar visitas de campo a las zonas de estudio y establecer reuniones con actores clave, tales como organizaciones de productores, representantes de gobiernos autónomos municipales, microempresarios, proveedores de insumos y agropecuarias, centros de formación técnica, empresas procesadoras de alimentos, visitas a ferias rurales y mercados mayorista, entrevistas en profundidad con productores, entre otros. El tercer momento consistió en sistematizar la información recolectada en los dos momentos anteriores y complementar con entrevistas a otros actores productivos e institucionales públicos y privados.

Como consecuencia del proceso de relevamiento y sistematización, se analizaron los problemas en una relación causa-efecto para cada eslabón del complejo productivo. En este momento es cuando se determinan las diferentes cadenas de valor y sus limitantes, en cuanto a las funciones de apoyo y reglas, que requieren de mayor atención con el enfoque de desarrollo sistémico de mercados.



Resultados y discusión

El complejo hortalizas se desarrolla en todas las macro ecoregiones del país, siendo las de mayor relevancia, aquellas situadas en los valles centrales, mesotérmicos y altiplano central, de los departamentos de Cochabamba, Santa Cruz, Tarija, Chuquisaca, Potosí, Oruro y La Paz. Su amplia cobertura geográfica permite que el complejo se sitúe dentro la priorización de las políticas públicas a través del Plan del Sector Desarrollo Agropecuario 2014-2018 "Hacia el 2025" y en la Ley N° 448, que crea el Programa Nacional de Producción de Hortalizas.

La población dedicada a la actividad hortícola en el país se calcula que está conformada por más de 500.000 familias de pequeños y medianos agricultores que cuentan con superficies productivas que oscilan desde los 1.500 m² hasta las 5 ha, dependiendo de las estructuras de propiedad de la tierra, de la aptitud de los suelos y la disponibilidad de agua para riego. Esta actividad es la base de la economía para las familias productoras, que en su conjunto, aportan cerca del 1,8% al PIB nacional. Dentro este contexto, se ha priorizado como zona de intervención del proyecto a los municipios de Capinota y Sipe Sipe (Valle Bajo), Mizque y Omereque (Cono Sur) del departamento de Cochabamba, así como los municipios de Culpina y Las Carreras de la región de los Cintis en Chuquisaca, en los cuales se encuentran más de 5.600 UPF con índices de alta y mediana vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria.

La superficie cultivada con hortalizas tradicionales sobrepasa las 120.000 ha por campaña agrícola, produciendo aproximadamente un volumen bruto de 352.000 TM/año.

Estas hortalizas (cebolla, zanahoria, tomate, haba, arveja, betarraga, ajo, lechuga, entre otras) son producidas de forma extensiva en propiedades que incluso sobrepasan las 2 ha y se comercializan en mercados mayoristas y ferias rurales. Existe otro tipo de hortalizas denominadas no tradicionales, de alto valor o gourmet, como la berenjena, zapallito, brócoli, zucchini, col de Bruselas, tomate cherry y otras, que son producidas en superficies reducidas (hasta 2.000 m²) o bajo invernadero, que han adquirido mayor aceptación y presencia en mercados más exigentes, como los de la industria gastronómica y de catering, supermercados, hoteles y hogares urbanos.

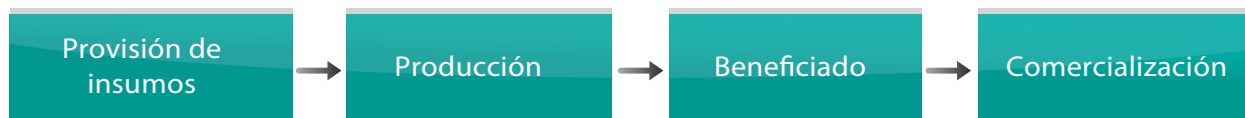
Las condiciones agroecológicas de las zonas priorizadas por el proyecto son excepcionales para el desarrollo de sistemas de producción hortícola, pese a que existen factores de riesgo climático y biótico que amenazan su potencial productivo. Las especies y variedades de hortalizas tradicionales y de alto valor que se cultivan, se han adaptado favorablemente a las condiciones que ofrece cada región. El territorio también ofrece un entorno socioeconómico favorable para el desarrollo del complejo, al haber contado con la presencia de algunos programas de gobierno y de la cooperación internacional, que dejaron bases para la práctica de una horticultura más eficiente y por representar este rubro, una actividad generadora de ingresos económicos, autoempleo familiar y fuentes para nuevos empleos temporales y permanentes.

La actividad hortícola tiene un amplio potencial dado el crecimiento de la demanda de productos frescos y la diversificación de la dieta de los bolivianos. Por otra parte, la actividad de producción de semillas de hortalizas muestra un potencial de crecimiento en función a la demanda nacional e internacional, pudiéndose constituir en un rubro de exportación que promueva la generación de empleos permanentes y fuentes de ingreso estables, principalmente para la población de mujeres y jóvenes de los municipios a ser atendidos, reduciendo de esta manera sus índices crecientes de migración.

El diagnóstico del complejo hortalizas ha derivado en el análisis de dos cadenas de valor específicas al interior del complejo:

1- Producción de semillas y material vegetal de alta calidad situada específicamente en el Valle Bajo de Cochabamba y el municipio de Las Carreras en los Cintis.

El trabajo de diagnóstico y análisis de la cadena de producción de semillas y material vegetal de hortalizas ha permitido identificar los eslabones de esta cadena y sus principales cuellos de botella que pueden ser aprovechados, a partir de las oportunidades que ofrece el sistema, para un mejor desempeño de los mismos. El siguiente gráfico ilustra los eslabones que componen la cadena.



El mayor éxito de la producción de hortalizas radica en la calidad del material genético que se emplea; es muy común en los sistemas tradicionales que los productores produzcan su propia semilla y plantines por más de tres ciclos seguidos, lo cual conlleva a la degeneración genética de las especies y variedades, afectando la productividad y calidad de sus productos. Es poco frecuente que los productores realicen el refrescamiento varietal en cada campaña y por esta razón, se tiene una producción estacional de hortalizas tradicionales que llegan a saturar los mercados y por ende, a reducir el precio de venta, en desmedro de los productores. Desde el punto de vista del análisis del mercado de esta cadena, los cuellos de botella que son consecuencia de las ineficiencias de sus actores, reglas y funciones, se resumen en:

- Demanda insatisfecha de semilla y material vegetal de alta calidad genética y sanitaria como consecuencia de una limitada oferta local y nacional
- La semilla y material vegetal producidos a nivel nacional, en su mayoría, no cumplen con estándares de calidad, reduciendo su competitividad ante el material importado
- Existe amplia fluctuación de precios entre las semillas nacionales y las importadas
- Mecanismos ineficientes de promoción y venta de semilla a nivel local y nacional
- La competencia legal (agropecuarias) e ilegal (contrabando) a la producción nacional desalienta el trabajo de algunas empresas semilleras del sector público y privado
- El país cuenta con sistemas insuficientes para difusión e información de mercados

2- Producción de hortalizas tradicionales y no tradicionales (de alto valor o gourmet) con enfoque de mercado, a nivel de las zonas priorizadas.

A continuación se presenta la composición de la cadena de valor de producción de hortalizas tradicionales y no tradicionales (de alto valor o gourmet) en las zonas de intervención, sus eslabones identificados, así como los problemas encontrados en su sistema de mercado.



En esta cadena se han identificado los siguientes cuellos de botella que influyen en la eficiencia del sistema y del complejo en general:

- En determinadas estaciones del año el mercado se encuentra saturado por la estacionalidad de la producción de las hortalizas tradicionales, debido a que no se cuenta con disponibilidad de especies y variedades para diferentes ciclos y épocas de producción.
- Por lo anterior, los precios tienden a bajar y presentan fluctuaciones incontrolables por parte de los productores, como consecuencia de la importación y el contrabando de hortalizas del Perú y Argentina, principalmente.
- El mercado de insumos agrícolas no ofrece suficientes opciones de semillas y material vegetal de especies y variedades, que permitan diversificar la producción y promover la oferta permanente de hortalizas de alto valor al mercado.
- De manera general, el comportamiento y funcionamiento del mercado de hortalizas es informal y con bajo nivel de reconocimiento por precio-calidad de productos estandarizados que hayan pasado por procesos de selección, clasificación y empaque.
- La oferta actual de productos hortícolas tradicionales y de alto valor no reúne condiciones adecuadas de calidad, cantidad y continuidad que requiere un mercado competitivo.
- Existen dificultades para establecer vínculos comerciales formales para que los productores puedan articularse con mercados de mayor valor (supermercados, hoteles, restaurantes, servicios de catering y otros).
- El desarrollo de productos seleccionados y clasificados, así como el uso de empaques, embalajes, marcas, certificaciones, etiquetado, información nutricional, entre otros, son elementos diferenciadores de calidad que se encuentran ausentes en el sistema de mercado del complejo hortalizas.
- Los problemas anteriormente mencionados dan cuenta de la ausencia de sistemas formales de innovación tecnológica en el complejo, así como de un servicio permanente de asistencia técnica que brinde soporte al desarrollo del complejo hortalizas en general.

- Pese a la presencia de algunas instituciones y programas gubernamentales en las zonas priorizadas, persiste la falta de conocimiento especializado en el manejo de hortalizas que no permite el mejoramiento de la productividad y la oferta desestacionalizada.



Conclusiones

Ante el contexto expuesto en los sistemas de mercado de ambas cadenas, se ha identificado las principales funciones que limitan el desarrollo de las UPF, entre las que destacan: el deficiente desarrollo del conocimiento y capacidades especializadas en el manejo de hortalizas (a nivel extensivo y bajo invernadero), la falta de proveedores locales de material vegetal y semillas de alta calidad, la ausencia de servicios de asistencia técnica públicos y privados, el deficiente desarrollo de productos y mercados, y la ausencia de normativas de producción, sanitarias y de calidad que coadyuven a que el complejo se desarrolle bajo escenarios de mayor competitividad.

En base a estas limitantes de las funciones de los sistemas de mercado de cada cadena, se ha diseñado intervenciones específicas para el desarrollo de capacidades en proveedores públicos y privados para la provisión de material vegetal y semillas de alta calidad, fomentando la generación de empleo de mujeres y población joven de los municipios. Del mismo modo, el desarrollo de modelos empresariales privados y públicos que brinden servicios sostenibles de asesoramiento técnico especializado en la producción de hortalizas tradicionales y de alto valor. Estas intervenciones derivarán en la obtención de mayores volúmenes de producción y en el mejoramiento de la calidad e inocuidad de los productos, para lo cual se ha diseñado también, intervenciones que permitan el desarrollo, promoción y posicionamiento de nuevos productos en mercados más competitivos, acompañados del apoyo a entidades del gobierno en la generación de normativas adecuadas a las realidades productivas y comerciales del país.



Literatura citada

- ENTREVISTAS CON ACTORES CLAVE (Alcaldes, concejales, técnicos de desarrollo productivo, representantes de asociaciones de productores, productores independientes, empresarios semilleristas, agropecuarias, supermercados, restaurantes, comerciantes mayoristas, industrias procesadoras de alimentos) de los municipios de Sipe Sipe, Capinota, Omereque, Mizque, Totora, Pocona, Las Carreras, Culpina, Incahuasi, Villa Charcas, San Lucas y Camargo). Marzo-Abril, 2014
- ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA, CONSEJO DE MINISTROS. 2014. Bolivia: Decreto Supremo N° 1939, 19 de marzo de 2014. Reglamentación de la Ley N° 448. La Paz, Bolivia
- ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA, ASAMBLEA LEGISLATIVA PLURINACIONAL. 2013. Bolivia: Ley N° 448, 6 de diciembre de 2013. Creación y composición de Programas Frutales, Hortalizas y rumiantes Menores y Pesca. La Paz, Bolivia
- FUNDACIÓN VALLES. 2012. Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario de los Valles. Informe Final del Proyecto 019 E: Incremento de la oferta de hortalizas tradicionales y de alto valor para mercado interno de pequeños productores de los valles de Cochabamba y Santa Cruz. Cochabamba, Bolivia.
- FUNDACIÓN VALLES. 2011. Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario de los Valles. Informe Final del Proyecto 019c: Validación de la Producción y Comercialización de Hortalizas en los Valles de Cochabamba. Cochabamba, Bolivia.
- INE. 2012. Instituto Nacional de Estadísticas. Censo de Población y Vivienda 2011, La Paz, Bolivia. www.ine.gob.bo
- INE. 2012. Instituto Nacional de Estadísticas. Encuesta Nacional Agropecuaria 2008. La Paz, Bolivia.
- MATTHIAS HERR Y TAPREA MUZIRA. 2009. Desarrollo de cadenas de valor para el trabajo decente: Una guía para profesionales del ámbito del desarrollo. Oficina Internacional del Trabajo, Ginebra, Suiza
- MDRyT. 2014. Plan del Sector Desarrollo Agropecuario 2014 – 2018 “Hacia el 2025”. La Paz, Bolivia
- MDRyT. 2012. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, Observatorio Agroambiental y Productivo (OAP). Compendio Agropecuario 2012. La Paz-Bolivia
- MDRyT. 2012. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Sistema de Monitoreo Municipal Agropecuario (SiMMA). 2012. La Paz-Bolivia. Base de datos digital
- MDRyT. 2012. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario (VDRA). Mapa de vulnerabilidad a la Inseguridad Alimentaria. La Paz, Bolivia
- SENASAG. 2014. Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria, Unidad Nacional de Inocuidad Alimentaria. Manual ilustrado de buenas prácticas agrícolas para la producción con inocuidad de frutas y hortalizas, considerando el Cambio Climático. La Paz, Bolivia
- SWISSCONTACT AND GIZ, KATALYST PROJECT. 2010. Vegetables Comprehensive Sector Strategy. Bangladesh.

ANÁLISIS DE CALIDAD DE COMPOST Y VALORACIÓN DE LA APLICACIÓN COMO FERTILIZANTE Y MEJORAMIENTO DE SUELO PARA HORTALIZAS

Charlotte Sidler

Swisscontact, sidlercharlotte@gmail.com



RESUMEN

La investigación analiza la calidad del compost producido de los residuos orgánicos generados en la ciudad de Cochabamba y discute la aplicación del compost como fertilizante en la producción agrícola. Sobre la base de la fertilidad del suelo y la necesidad del respectivo cultivo se calcula la dosis de compost. La tesis identifica el compost como compost crudo con alto contenido de nutrientes y materia orgánica pero también un valor pH y un contenido de sal y amonio elevado. El compost se produce con condiciones demasiado secas que inhiben la descomposición completa. Para la obtención de un fertilizante de alta calidad el material orgánico debe descomponerse con condiciones óptimas de temperatura y humedad para regular el valor pH y el contenido de sal y amonio. En un experimento de campo con lechuga cultivada en parcelas con diferentes niveles de fertilización con compost, se observa el impacto del compost a la fertilidad del suelo y al crecimiento de las plantas. Según los resultados, la aplicación del compost eleva el valor pH, el contenido de sal, el contenido de materia orgánica, así como el contenido de nutrientes en el suelo aunque sólo algunos parámetros muestran aumentos graduales con la cantidad de compost aplicado. El crecimiento de la lechuga no tiene correlación con el nivel de fertilización con compost.

Palabras clave: compost, abono orgánico, fertilización, hortalizas



ABSTRACT

This investigation analyses the quality of the compost produced from the organic waste generated in the city of Cochabamba and discusses the application of the compost as a fertilizer in the agricultural production. Based on soil fertility and nutrient demand of the respective crop the dosage of compost is calculated. The thesis identifies the compost as raw compost with high contents of nutrients and organic matter but also high pH-value, ammonium and salt content. The compost is produced with too dry conditions that inhibit complete decomposing. For obtaining a high quality fertilizer the organic material should decompose with optimal temperature and moisture conditions to regulate the pH-value and the salt and ammonium content. In a field experiment with lettuce grown on plots with different fertilization levels with compost, the impact of the compost on soil fertility and plant growth is observed. According to the results, the application of compost elevates the pH-value, the salt content, the content of organic matter as well as the content of nutrients in the soil, although only some parameters show gradual increases with the quantity of compost applied. The lettuce growth does not correlate to the fertilization level with compost.

Keywords: compost, organic fertilization, vegetables

INTRODUCCIÓN

La ciudad de Cochabamba crea alrededor de 400 toneladas de basura todos los días, que consiste en 60% de materia orgánica, 20% de material reciclable y 20% de materiales inorgánicos no aprovechables (Mamani, 2013). En un ambiente anaeróbico como en un relleno sanitario, la materia orgánica produce lixiviados tóxicos que contaminan el suelo y el agua subterráneo y gases como el metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) los cuales dañan el clima. Tratado adecuadamente los residuos orgánicos producen menos gases y lixiviados dañinos (Swisscontact) e incluso pueden ser recuperados mediante compostaje en forma de abono orgánico el cual beneficia a los productores agrícolas de la ciudad.

La investigación se realizó dentro del Proyecto "Producción sostenible de abono orgánico y biogás a través del aprovechamiento de residuos orgánicos en el Municipio de Cochabamba", financiado por COSUDE y ejecutado por Swisscontact.

El objetivo principal es conocer cómo el compost producido en K'ara K'ara, Cochabamba puede ser utilizado y recomendado como fertilizante orgánico en la producción agrícola de acuerdo con el tipo de suelo y el respectivo cultivo. Los resultados están basados en un ensayo con lechuga como un ejemplo para las hortalizas.

Materiales y métodos

El ensayo se realiza en el centro de la producción de semillas de hortalizas del INIAF en Montenegro, Cochabamba. Antes de incorporar el compost se toman muestras de suelo para el análisis de fertilidad. A los 12 compartimentos (2×10 m) se aplican cuatro tratamientos distintos con diferentes dosis de compost (S1: 0 t/ha, S2: 3.5 t/ha, S3: 7 t/ha, S4: 14 t/ha; toneladas de compost seco) en tres repeticiones (R1-R3) (Figura 1).

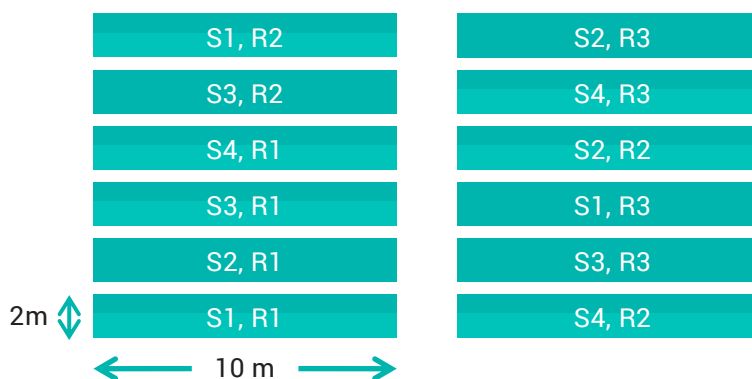


Figura 1. Diseño del ensayo con lechuga. 12 Compartimentos, S1-S4: diferentes Sustratos, R1-R3: Repetición 1-3.

El compost se mezcla manualmente con la capa superior del suelo. Plántulas de lechuga (*Lactuca sativa*) se trasplantan en una distancia de 30 cm entre las plantas en cuatro surcos por compartimento. El riego es por inundación con aguas subterráneas. De 10 lechugas casualmente seleccionadas de los dos surcos inferiores de cada compartimento se analizan número y tamaño de hojas y el peso fresco y seco al cosechar. Después el suelo se analiza de cada tratamiento para evaluar el impacto del compost a la fertilidad del suelo.

La dosis óptima de compost para la fertilización se calcula con los resultados de los análisis de compost y del suelo y la demanda de nutrientes del respectivo cultivo (Figura 2). Del potasio y del fósforo en el compost se consideran los contenidos totales en el cálculo, del nitrógeno total sólo 10% se toman en cuenta debido a la baja disponibilidad del nitrógeno en el compost.

La dosis se ajusta a la demanda de fósforo del cultivo (FAC, 1995). Después de calcular la cantidad de compost se controlan los insumos de patógenos y metales pesados al suelo.



Figura 2. Procedimiento de determinación de la dosis del compost

Resultados y discusión

Análisis de compost

El compost producido en K'ara K'ara consiste de 35% de materia orgánica la cual es muy importante para la fertilidad, la estructura y la vitalidad del suelo LTZ (2008). También es un excelente abono y contiene 1.5% nitrógeno (N), 0.42% fósforo (P_2O_5), 1.95% potasio (K_2O), 1.0% magnesio (Mg) y 3.3% calcio (Ca) los cuales son resultados promedios según LTZ (2008), FAC (1995) y FBB (2010). No se encuentran concentraciones elevadas de metales pesados u organismos dañinos. El contenido de sal (4.1 mS/cm) y amonio (448 ppm) y el valor pH (8.4) son elevados, la humedad con solo 20 % es baja. La baja humedad del compost indica una actividad mínima de los microorganismos que causan la descomposición de la materia orgánica. El alto contenido de sal y amonio y el valor pH elevado confirman que el compost sigue en proceso de descomposición y no está listo todavía para la aplicación en cultivos sensibles. Como los análisis no detectan ni metales pesados ni organismos dañinos, con condiciones óptimas de temperatura y humedad durante el proceso de descomposición se puede obtener un abono de alta calidad cuando el compost ha madurado por completo.

Además es un sustrato biológicamente activo que contiene una gran cantidad de microorganismos, entre los cuales también se encuentran antagonistas los cuales compiten con los microorganismos patógenos del suelo. Así el compost ayuda a proteger a las plantas contra patógenos (Fuchs, 1996).

Análisis de suelo

Antes del ensayo el suelo del sitio del ensayo tiene un alto contenido de nutrientes pero un contenido bajo de materia orgánica. La aplicación de compost aumenta el valor pH y el contenido de materia orgánica, nitrógeno y potasio, del suelo gradualmente con la cantidad de compost aplicado. Fósforo, calcio y magnesio son elevados por la aplicación de compost pero no relacionan con la dosis (Tabla 1). Los cambios totales de los nutrientes en el suelo no pueden ser explicados solamente con este ensayo ya que el aumento de fósforo, potasio y materia orgánica medida en el análisis superan la cantidad aplicada con el compost. La pérdida de nitrógeno durante el ensayo en el sustrato S1 no puede ser causado por el crecimiento de la lechuga. Otros factores como el clima (Aroni *et al.*, 2009), el riego o efectos de anteriores tratamientos y campos colindantes deben ser considerados.

Tabla 1: Resultados del análisis de suelo antes del ensayo (S0) y de cada sustrato S1-S4 después del ensayo

	S0	S1	S2	S3	S4
Valor pH	7.90	7.9	8.1	8.2	8.3
Conductividad eléctrica mS/cm	0.299	1.023	1.091	1.027	0.804
Materia orgánica(kg/ha)	45,592	43,368	67,496	73,500	79,222
Nitrógeno total (kg/ha)	4,460	2,613.2	3,861.0	3,969.0	4,318.6
Fósforo disponible(kg/ha)	323	504.4	534.7	487.62,0	494.3
Potasio intercambiable(kg/ha)	1,489.5	1,571.8	1,468.8	22.4	2,452.5
Calcio intercambiable(kg/ha)	7,228.0	6,394.0	7,150.0	7,350.0	7,150.0
Magnesio intercambiable(kg/ha)	2,668.8	2,168.4	2,402.4	2,116.8	2,402.4

Crecimiento de lechuga

El crecimiento de la lechuga no tiene correlación con la dosis de compost aplicado

(Figura 3). Tampoco se detecta un crecimiento significativo mayor entre el sustrato de referencia y el sustrato S4. El crecimiento en los sustratos S2 y S3 a pesar de la fertilización con compost es menor al crecimiento en el sustrato de referencia. En primer lugar el alto contenido de nutrientes en el suelo de anteriores fertilizaciones no permite conclusiones del crecimiento a la fertilización con compost. Además el compost tiene muchos efectos a largo plazo como la formación de humus o el aumento de actividad biológica en el suelo los cuales necesitan más tiempo que sólo tres meses para proceder (FBB, 2010; LTZ, 2008).

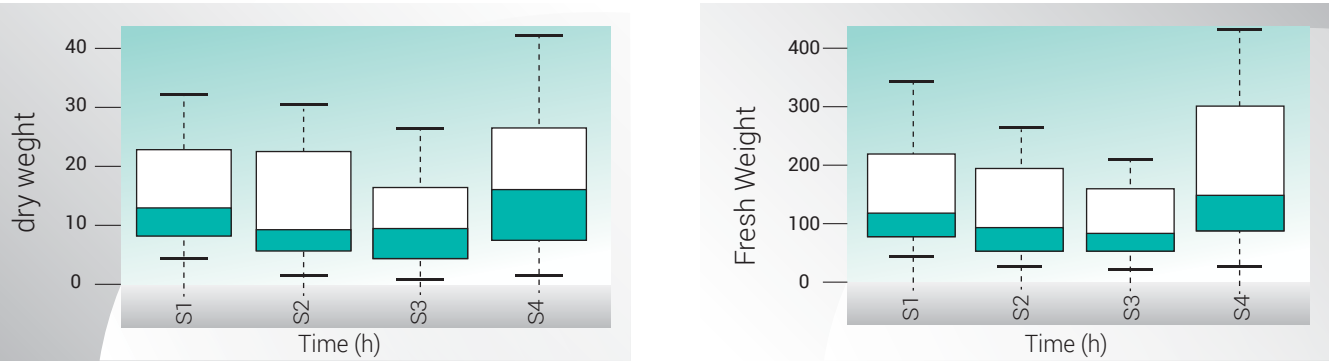


Figura 3: Diagramas boxplot del peso fresco y seco (g) de las lechugas de los sustratos S1-S4

Cálculo de la dosis de compost

La lechuga tiene un requerimiento de nutrientes de aproximadamente 100 kg N/ha, 40 kg P₂O₅/ha y 100 kg K₂O/ha (Neuweiler, 2011). El valor pH del suelo es óptimo entre 6.0 y 6.8. Aplicando 5 toneladas de compost húmedo por hectárea los requerimientos de fósforo y potasio de lechuga están cubiertos (Tabla 2). De los 67 kg de nitrógeno aplicados aproximadamente 7 kg se encuentran en una forma disponible. La falta de aproximadamente 90 kg de N / ha debe ser cubierto por un fertilizante adicional con alto contenido de nitrógeno disponible.

Tabla 2: Cálculo de dosis de compost para fertilizar lechuga

	Total N (kg)	Total P ₂ O ₅ (kg)	Total K ₂ O (kg)
Requerimiento de nutrientes de lechugapor ha	100	40	100
Contenido en 1 t de compost húmedo	13.4	8.6	20.9
Contenido en 5 t de compost húmedo	67	43	104.5

Conclusiones

Con los residuos orgánicos generados en la ciudad de Cochabamba se puede producir un compost de alta calidad. Aplicado en la producción de lechuga no se observa un efecto directo al crecimiento de la lechuga debido a su corto ciclo de crecimiento y a un alto nivel de fertilización de anteriores fertilizantes. Según el análisis de suelo el compost apoya a largo plazo como fertilizante y fuente de materia orgánica la cual contribuye a la reducción de erosión, al incremento de capacidad de retención de agua, una mayor aireación y una mayor actividad biológica del suelo. Para lechuga se recomienda aplicar 5 t/ha de compost.



Literatura citada

- ARONI, JUAN CARLOS; CAYOJA, MARÍA AND LAIME, MARCO A. (2009): Situación actual al 2008 de la Quinoa Real en el Altiplano Sur de Bolivia. Educación para el desarrollo Fundación AUTAPO. Programa complejo productivo Altiplano Sur. Oruro-Potosí, Bolivia.
- FAC - Eidg. Forschungsanstalt für Agrikulturchemie und Umwelthygiene (1995): Kompost und Klärschlamm. Weisungen und Empfehlungen der Eidg. FAC im Bereich der Abfalldünger. EDMZ Art.-Nr. 730.920. d, vergriffen. Liebefeld-Bern, Schweiz.
- FBB - Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz (2010): Richtlinie für die Anwendung von Kompost aus biogenen Abfällen in der Landwirtschaft. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. Wien, Österreich.
- FUCHS, JACQUES (1996): Einfluss der biologischen Kompostqualität auf die Pflanzen und deren Gesundheit. Biophyt AG; Forschungs- und Beratungsinstitut für angewandte Agronomie und Ökologie. Mellikon, Schweiz
- LTZ – Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (2008): Nachhaltige Kompostanwendung in der Landwirtschaft; Abschlussbericht 2008. Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum Baden-Württemberg. Karlsruhe, Deutschland.
- MAMANI, JAIME (2013): Ingeniero de la Empresa Municipal de Servicios de Aseo (EMSA). Comunicación personal: 07.05.2013 and 22.08.2013. Cochabamba, Bolivia.
- NEUWEILER, RETO (2011): Düngungsrichtlinien für den Gemüsebau. Forschungsanstalt Agroscope Changins-Wädenswil. Eidgenössisches Volkswirtschaftsdepartement. Schweiz.
- SWISSCONTACT: KREDITANTRAG; BIOGAS COCHABAMBA - Produktion von organischem Dünger und Biogas dank der nachhaltigen Nutzung von organischen Abfällen in der Stadt Cochabamba. Cochabamba, Bolivien.

EVALUACIÓN DEL CULTIVO DE LECHUGA (*Lactuca sativa* L.) EN HIDROPONÍA BAJO EL SISTEMA NFT EN EL ALTIPLANO BOLIVIANO

Victor Paye Huaranca¹, Maritza Angélica Layme Escobar², Willy Nelson Vito Forra³

¹ Consultor y Docente UPEA, UCB Carrera de Ingeniería Agronómica • victorpayehuaranca@gmail.com

² Egr. Ing. Agr. UPEA, Especialista en hidroponía • imarytzaangelica@yahoo.es

³ Egr. Ing. Agr. UCB, Especialista en hidroponía • w.nelstar@hotmail.com



RESUMEN

La producción de lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una actividad importante para las ciudades de La Paz y El Alto, sin embargo, es necesario tomar en cuenta el sistema de producción. En este contexto el objetivo de la presente investigación fue evaluar la producción de variedades de lechuga en hidroponía bajo el sistema de *Nutrient Film Technique* (NFT). La experiencia con el sistema NFT comenzó el año 2003 y continúa experimentado con los investigadores, la experiencia es de la gestión del año 2012 (Tiwanaku) y 2014 (Kallutaca). La densidad de plantación en el suelo es de 6 a 8 plantas/m² (Malca, 2001), en Bolivia es de 12 a 16 bajo invernadero; pero en el sistema hidropónico de NFT piramidal se tiene de 25 a 32, es decir, un total de 280.000 plantas ha⁻¹, por 6 a 8 cosechas se tiene 1,680.000 plantas año⁻¹. Los parámetros evaluados fueron: rendimiento (t ha⁻¹), peso de cabeza (kg). Todos los parámetros evaluados mostraron diferencias estadísticas ($P < 0,05$) entre variedades (V). La variedad de mayor producción en Tiwanaku fue la variedad Mantecosa 258,36 gr/planta y 7,68 kg/m² a diferencia en la localidad de Kallutaca fue la variedad de Grand Rapids TBR, con 84 t ha⁻¹ y la variedad Mantecosa 70 t ha⁻¹, el peso por planta es de 300 a 250 gr/planta. Todos se realizaron a los 75 días la cosecha.

Palabras clave: *Lactuca sativa* L., hidroponía, rendimiento y calidad.



ABSTRACT

The production of lettuce (*Lactuca sativa* L.) is a important activity for the cities of La Paz and El Alto, however you need to take into account the production system. In this context the aim of this investigation was to evaluate the production of varieties of lettuce in hydroponics system under the Nutrient Film Technique (NFT). Experience with the NFT system, partly since 2003 and continues to experienced researchers, with experience of managing 2012 (Tiahuanaco) and 2014 (Kallutaca). The planting density in soil is 6-8 plants/m² (Malca, 2001), Bolivia is 12-16 in greenhouses; but NFT Hydroponic System pyramid you have 25 to 32 bone 280,000 plants ha⁻¹, for 6-8 crop and plants have 1680.000 yr⁻¹. The parameters evaluated were: yield (t ha⁻¹), head weight (kg). All evaluated parameters showed significant differences ($P < 0.05$) between varieties (V). The variety of higher production in Tiahuanaco was the variety of butterhead 258.36 g/plant and 7.68 kg/m² as opposed to the town of Kallutaca was the variety of Grand Rapids TBR, with 84 t ha⁻¹ and the variety Mantecosa 70 t ha⁻¹, the weight per plant is 300 to 250 gr/plant. All performed at 75 days of trasplant.

Keywords: *Lactuca sativa* L., hydroponics, yield, Quality

INTRODUCCIÓN

La seguridad y soberanía alimentaria de nuestro país es política del gobierno central, en este sentido que la producción de hortalizas de hoja, fruto y otros que generalmente escasea en la época de invierno o irregular, como también la calidad, donde a nuestro medio llegan productos sin ningún control sanitario para nuestra población en general.

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es originaria de Europa y Asia y sus primeros usos fueron destinados a la producción de aceites de la semilla. Los griegos creían que la lechuga enfriaba el cuerpo, por lo que recomendaban su consumo después de la comida, para compensar la bebida que consumirían. La lechuga es un cultivo que se adapta mejor a las bajas temperaturas. Las temperaturas óptimas para su crecimiento son de 18 a 25° C durante el día y de 7 a 15° C durante la noche, como temperatura máxima se puede considerar los 30° C y como mínimas puede soportar temperaturas de hasta -6° C, sin embargo las plantas maduras son más sensibles a las temperaturas bajo cero. (Firoz *et al.*, 2009).

En Europa la lechuga representa el 6% de la producción de hortalizas, en cuarto lugar después de tomate, cebolla y zanahoria. La superficie de lechuga cosechada a escala mundial en el 2010 fue de 1.111.432 ha con un rendimiento medio de 21,8 t ha⁻¹ (Zumel, 2012).

A nivel nacional en Bolivia la superficie cosechada fue de 1.223 ha con una producción de 10.799 tm y un rendimiento de 8,8 t ha⁻¹, el año agrícola 2008 – 2011, con superficies cultivadas de 4,22%. El consumo per cápita de hortalizas es de 57 kg/persona/año, pero según el Ministerio de Salud el consumo debería ser en el caso de lechuga de 6,5 kg de lechuga año (18 gramos diarios) para tener una dieta balanceada, pero lamentablemente el consumo nacional es 0,6 a 1,2 gramos (INE, 2012).

Uno de los principales factores del manejo integral de los cultivos es el sistema de producción por los suelos con pendientes no adecuados para la agricultura y también la selección de variedades, en la mayoría de los casos se desconoce su adaptación a las condiciones agroecológicas de cada región en cuanto a su nivel de producción, calidad de frutos, respuesta a plagas y enfermedades, así como a las características del desarrollo y crecimiento.

La producción hidropónica tiene características muy interesantes en la calidad del producto final tal es el caso de la lechuga producida en el sistema NFT, el término NFT significa técnica de la película nutritiva; conocido también como sistema de recirculación continua. Producir bajo este sistema es ganar el rendimiento por unidad de área, por ejemplo el caso de lechuga es de 25 a 32 plantas por m²; en la producción geopónica o suelo el mismo cultivo es de 12 a 16 plantas por m², ahora bien no todas son de calidad comercial del sistema en suelo, pero en la producción hidropónica el 99% se destina para el consumidor final. En cuanto a la calidad nutricional, ya sea la producción en suelo o en agua, ambas son nutritivas y saludables.

Por tal motivo, el objetivo del presente trabajo de investigación fue evaluar la producción hidropónica en el sistema NFT de las variedades de lechuga, determinado el potencial productivo y calidad en las localidades de Kallutaca y Tiwanaku del departamento de La Paz.

Materiales y métodos

El presente trabajo se desarrolló en el departamento de La Paz – Bolivia; en la localidad de Kallutaca situada a 16°31'28"S, 68°19'30"W. Y la región de Tiwanaku está entre 16°33'10" S, 68°42'00"W. Las localidades están a una altitud de 3,901 y 3,863 m.s.n.m. y a una distancia de 25 y 72 Km de la ciudad de La Paz respectivamente.

La experiencia con el sistema NFT, se parte desde el año 2003 y continúa experimentado con los investigadores, la experiencia es de la gestión del año 2012 en la localidad de Tiwanaku y 2014 en la localidad de Kallutaca. El experimento se realizó en invernadero o carpa solar, ya que las condiciones medio ambientales no son favorables en el altiplano boliviano para la producción hortícola a campo abierto. Se evaluó cuatro variedades de lechuga (Grand rapids TBR, Mantecosa, Red Boston y Grand rapids Waldman green).

Las variedades fueron sembradas 35 días antes de la fecha de trasplante en bandejas de poliestireno expandido (plastoformo) de 96 alveolos o cavidades dentro de una germinadora de agrofilm o plástico, los almácigos se sacaron a la bandeja flotante a los 4 días, permaneciendo unos 15 días hasta que sean separados en 10 cm x10 cm completando los 35 días; el trasplante se realizó cuando las plántulas presentaban 15 - 16 hojas verdaderas. El trasplante se realizó en el sistema NFT a los 30 días después de la siembra, a una distancia entre plantas de 20 cm y una separación de 35 cm de tubo a tubo, llegando a la cosecha a los 45 días desde el trasplante, fecha que están listas para el mercado nacional, contando un total de 32 plantas por m². El experimento se realizó en hidroponía en el sistema NFT, con una conductividad eléctrica de 1,6 dS m⁻¹ (1600 mS cm⁻¹) y un pH de 6,2 el cual es considerado apropiado para la producción de lechuga (Paye, 2010).

El periodo productivo en este sistema hidropónico, sería de 6 a 8 cosechas durante todo el año, el tipo de explotación será intensivo la producción de lechugas hidropónicas. El ambiente atemperado o invernadero tiene las siguientes dimensiones de 24 m de largo y un ancho de 14 m; está exclusivamente destinado para la producción de hortalizas de hoja, con las siguientes características:

Piso.- El nivel del piso del invernadero estará nivelado con ligera pendiente para evitar los posibles encharcamientos del sistema de producción.

Paredes.- Las paredes del invernadero son de agrofilm monocapa de 250 μ , el sistema de ventilación es manual lateralmente.

Techo.- El techo está cubierto de agrofilm tipo túnel.

Sistema hidropónico piramidal.- Las pirámides están instalados para el apoyo y colocación de los tubos del sistema NFT, estos son de madera aserrada de construcción.

Sistema NFT.- Este es el más importante ya que en este lugar se coloca los plantines de lechuga. El sistema cuenta con un tanque, una electrobomba de 0.5 HP de 1" de entrada y salida.

Las variedades se establecieron el sistema de riego presurizado continuo, una entrada por cada tubo de NFT de 1,5 l min⁻¹, con una temperatura del agua de 21° C, el CO₂ del ambiente fue de 241 ppm y con una intensidad de luz de 35.000 lux. Las soluciones nutritivas para el sistema NFT del cultivo de lechuga, se tomó en cuenta el requerimiento nutricional de los 16 elementos minerales que necesita para su buen desarrollo, entonces se administró a través de fertirriego durante el ciclo del cultivo y se aplicó previo análisis de agua del lugar, una dosis en partes por millón (ppm): NO₃- 165, NH₄⁺ 15, P 50, K 210, Mg 45 Ca 190, S 65, Fe 4, Zn 0.1, B 0.5, Mn 0.5, Cu 0.1 y Mo 0.05 (Paye, 2010). El control de malezas no se realizó nada ya que no existe ni una maleza.

Las plagas en el cultivo no se presentaron. En relación a enfermedades no se presentaron problemas durante el ciclo del cultivo. Los parámetros que se midieron fueron: rendimiento (t ha⁻¹), peso de cabeza (kg). La parcela experimental consistió en 12 tubos de 8,0 m de largo (10 plantas por tratamiento) y para la parcela útil se tomaron las 6 plantas centrales por 2 metros de largo. El diseño experimental utilizado fue un Diseño Bloques al Azar, con cuatro repeticiones y cuatro tratamientos y para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey al 0,05 de probabilidad.



Resultados y discusión

Rendimiento. El análisis estadístico indicó significancia estadística al 0,05 de probabilidad entre variedades (V). La variedad que obtuvo el mayor rendimiento fue la variedad de Lechuga Grand Rapids TBR, con 84 t ha⁻¹ y la variedad Mantecosa 70 t ha⁻¹, el peso por planta es de 300 a 250 gr/planta respectivamente, siendo diferente el resto de las variedades. Los menores rendimientos correspondieron a las variedades Red Boston y Grand rapids Waldman green, con 64,9 y 51,4 t ha⁻¹, respectivamente.

Peso de cabeza. Los resultados obtenidos fueron diferencias estadísticas al 0,05 de significancia entre variedades. La variedad que obtuvo el mayor peso de cabeza es de 300 a 250 gr/planta, siendo diferente el resto de las variedades, asimismo, los tratamientos formados por la interacción entre bloques y variedades, el análisis estadístico no detectó diferencias significativas entre tratamientos, se observó una marcada variación.

Diámetro de cabeza. El tamaño de lechuga, representado por el diámetro de cabeza, presentó diferencias estadísticas al 0,05 de nivel de significancia entre variedades. El diámetro ecuatorial fue relativamente superior al diámetro transversal en todas las variedades, correspondiendo los mayores diámetros a los tratamientos que obtuvieron los mayores pesos de cabeza; dentro de los cuales la variedad crespa presentó el mayor diámetro ecuatorial de cabeza con 23,0 cm.

Conclusiones

Los resultados obtenidos en los bajo el sistema hidropónico de NFT en las localidades de Tiwanaku y Kallutaca en el cultivo de Lechuga, es muy interesante ya que el número de plantas por m² en la experiencia de 28 plantas/m². Es así se tiene las siguientes conclusiones:

En la Unidad Académica Campesina de Tiwanaku de la UCB, se tiene que el número de hojas, peso comercial y rendimiento corresponde a la variedad Mantecosa, con 26,9 hojas/planta, 258,36 g/planta y 7,68 kg/m² respectivamente, a diferencia de otras variedades de Waldmann's Green, Romana punta morada, Crespa verde clara y Grand Rapids.

En cambio en el Centro Experimental Kallutaca de UPEA, se tiene rendimiento y peso de cabeza de las variedades de lechuga fueron afectados por los bloques de trasplante, sobresaliendo el bloque de la última fila con un rendimiento de Lechuga Grand Rapids TBR, con 84 t ha⁻¹ y la variedad Mantecosa 70 t ha⁻¹, el peso por planta es de 300 a 250 gr/planta.

En general, existen las diferencias significativas entre las variedades de estudio y entre las localidades de estudio tanto en rendimiento y peso de cabeza de lechuga. Para la producción de las hortalizas está determinado fundamentalmente el lugar y el agua que se utilizará.

Literatura citada

- FIROZ, Z. A., ALAM, M., & UDDING, S. (2009). Efecto del momento de la siembra y el espaciamiento en la producción de semillas de lechuga la region de Hilly. Bangladesh J. Res. 34 (3): 531-536.: Agril.
- INE. (2012). Encuesta Nacional Agropecuaria, Superficie Cultivada Producción y Rendimiento, Parte II. La Paz - Bolivia, pag. 54-65.
- MALCA, O. (2001). Seminario de Agro Negocios LECHUGAS HIDROPONICAS. Lima - Perú, pags. 96: Universidad del Pacifico, Facultad de Administración y Contabilidad.
- PAYE, V. (2010). Introducción a Hidroponia. La Paz: Paye, pags 25 - 38.
- ZUMEL, M. G. (2012). Cultivos herbaceos intensivos. Palencia, España, Universidad de Valladolid: ETSIIAA.

SEGURIDAD ALIMENTARIA, INNOVACIONES TECNOLÓGICAS PARA LA DISPONIBILIDAD DE HORTALIZAS EN COMUNIDADES INDÍGENAS DE LOS MUNICIPIOS DE POCOATA Y CHAYANTA

Ricardo Vera, Raúl Blanco, Hernin Pastor, Elyzabeth Calderón,
Eduardo Olivares, Ángel Reyna.
Visión Mundial Bolivia

RESUMEN

Visión Mundial Bolivia, en 126 comunidades con 856 familias de los municipios de Pocoata y Chayanta del departamento de Potosí, ha implementado proyectos que coadyuvan a mejorar la seguridad alimentaria, donde la producción de hortalizas, ha sido una de las acciones que ha considerado innovaciones tecnológicas y metodológicas para mejorar la disponibilidad de alimentos. En este sentido, la innovación ha sido determinante para un buen proceso productivo, habiéndose identificado en esta experiencia 5 innovaciones que los proyectos han considerado en su implementación: Variedades de hortalizas, ambientes atemperados (microtúneles), riego por aspersión y producción de semilla mediante plantas madre, la capacitación mediante escuelas de campo. Se cuantificó la mejora de la disponibilidad en base a la adopción de innovaciones, estableciéndose un promedio de 83,3% de familias con disponibilidad y 16,7% sin disponibilidad.

Palabras clave: hortalizas, innovación tecnológica, producción, disponibilidad, consumo

ABSTRACT

World Vision Bolivia in 126 communities and 856 households in the municipalities of Pocoata and Chayanta Potosí Department has implemented projects that contribute to improving food security, where the production of vegetables, has been one of the actions considered technological innovations methodological and they have improved the availability of food. In this sense, innovation has been key to a good production process, having been identified in this experiment five innovations that have been considered in project implementation: Use vegetable varieties, implementation of temperate environments (greenhouses), Sprinkler irrigation, Seed production by mother plants, Training through FFS. Improving availability based on the adoption of innovations was quantified, establishing an average of 83.3% of families with availability, and 16.7% non-availability.

Keywords: Vegetable, Technological innovation, Production, Availability, Consumption



INTRODUCCIÓN

La vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria es una problemática que afecta, especialmente a las comunidades altoandinas de Bolivia. Cinco son los pilares que deben trabajarse para abordar la inseguridad alimentaria en las comunidades: disponibilidad, acceso, consumo, estabilidad e Institucionalidad.

En Bolivia se han identificado 112 municipios vulnerables a la inseguridad alimentaria, que representan el 36% del total. Los municipios vulnerables como los de Pocoata y Chayanta en el Norte de Potosí, se caracterizan básicamente por presentar indicadores de riesgo elevados y una baja capacidad de respuesta a fenómenos climáticos. Indicadores como el porcentaje de pobres extremos en Potosí, refleja una situación menos alentadora, pues el 2001 la proporción de pobres extremos era de 66,7%, cifra notablemente superior al promedio nacional.

Finalmente, el estado nutricional de los niños en Bolivia ha experimentado una mejora en las últimas décadas. En 1989 el 37,7% de los niños menores de tres años sufría de desnutrición crónica (entendida como la situación en la que el niño no tiene la talla adecuada a su edad) aspecto fundamentalmente debido a la no disponibilidad de las familias de una alimentación adecuada que incluya vitaminas y minerales, mientras que en 2003 este porcentaje bajó a 25,5%. La situación de Potosí muestra un retroceso en materia de lucha contra la desnutrición, ya que los porcentajes de desnutrición crónica han aumentado de 33,2% en 1994 a 38,8% en 2003. Datos preliminares para 2010 revelan que el departamento tenía alrededor de 41.110 niños menores de cinco años en condición de desnutrición crónica. En comparación con Latinoamérica, Bolivia se encuentra en una situación rezagada, pues el promedio de niños menores de tres años con desnutrición en el continente es de sólo 16%. (Fundación Milenio, 2011).

Ante esta problemática, VMB desde el año 2008 viene desarrollando proyectos de innovaciones tecnológicas para la producción de hortalizas como parte fundamental del pilar de Disponibilidad para la seguridad alimentaria, incorporando las mismas a los sistemas productivos de 856 familias en 126 comunidades de los municipios de Chayanta y Pocoata, resumiendo las mismas en los siguientes objetivos:

Objetivo General

Contribuir a que las familias mejoren la disponibilidad y el acceso a alimentos a través de la producción y diversificación agrícola.

Objetivos específicos

- Evaluar la implementación y adopción de 5 innovaciones tecnológicas en 856 familias para mejorar la producción y consumo de hortalizas.
- Evaluar la disponibilidad de alimentos a nivel familiar y comunal en base a la producción y consumo de hortalizas.



Materiales y métodos

Localización de la experiencia en evaluación.- El trabajo realizado se halla ubicado en el departamento de Potosí, provincias, Rafael Bustillo y Chayanta, municipios de Chayanta y Pocoata, PDAs Chayantaka, Chayanta y Sumaj Muju.

Materiales.- Innovaciones tecnológicas implementadas

1. Invernaderos familiares
2. Microtúneles.
3. Producción de semillas de variedades de hortalizas mediante plantas madre, zanahoria, cebolla.
4. Métodos de riego por goteo y aspersión en invernaderos y campo abierto.

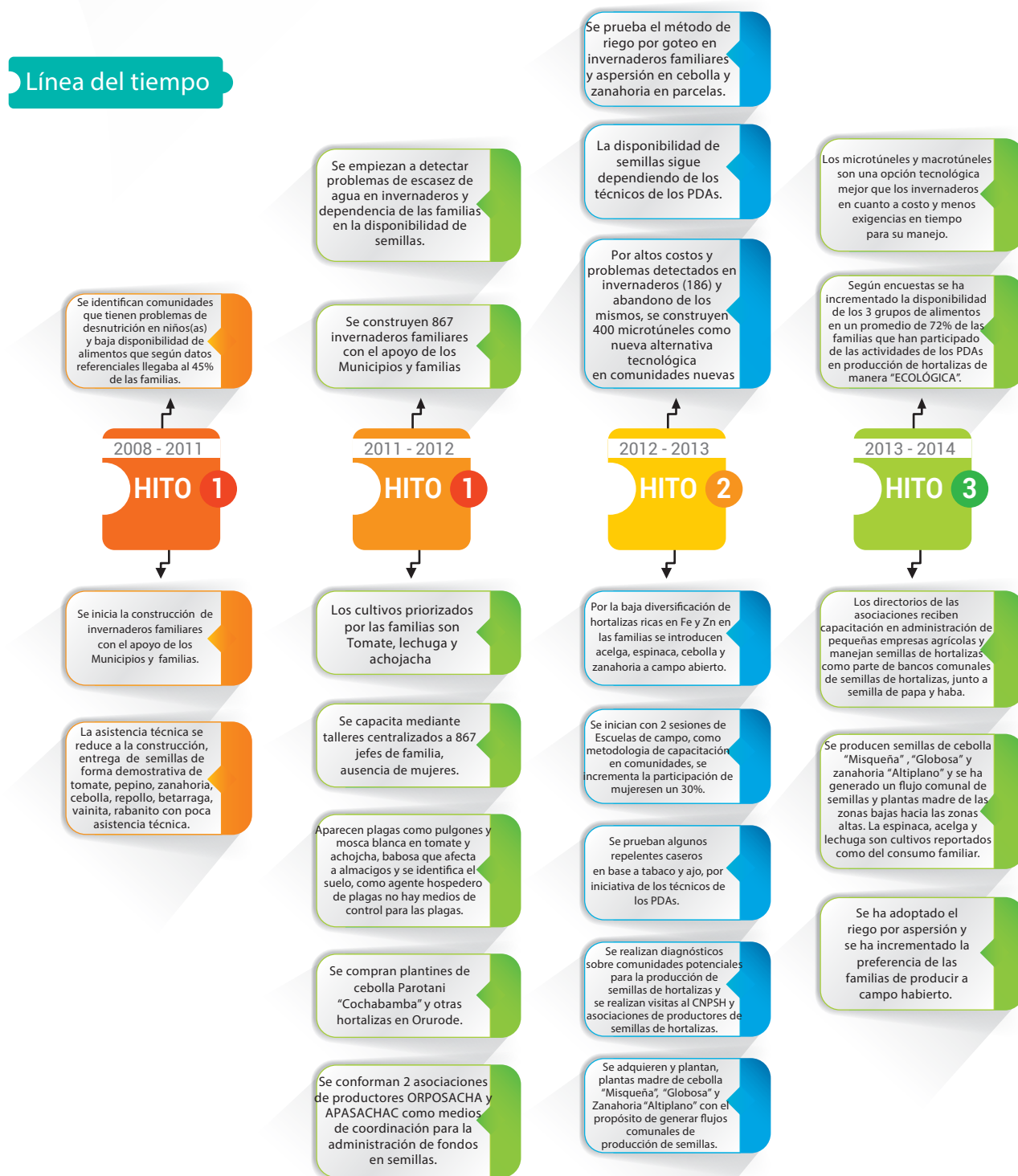
Métodos de evaluación.-

Se utilizaron metodologías participativas de evaluación.

- Grupos focales (2 /PDA) compuesto por 15 agricultores cada uno.
- Línea del tiempo para implementación e identificación de problemas para la adopción de cultivos y tecnologías.
- Matriz de preferencias y escala de Likert para la priorización y adopción de cultivos de hortalizas
- Encuestas familiares y protocolo de evaluación y disponibilidad de alimentos de Visión Mundial.

Línea del tiempo en la implementación de innovaciones tecnológicas

Con esta herramienta junto a los grupos focales se identificó la pertinencia y aceptación de las innovaciones tecnológicas y metodológicas de capacitación, introducidas (Fig. 1).



Matriz de preferencia para la medición de adopción de cultivos de hortalizas

Con la matriz de preferencias 40 agricultores determinaron los criterios técnicos y disponibilidad de la tecnología en sus comunidades (Cuadro 1).

CULTIVOS INTRODUCIDOS	CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LA ADOPCIÓN DE CULTIVOS							Calificación cualitativa de evaluación de criterios de evaluación	GRADO DE ADOPCIÓN DE LOS AGRICULTORES (0-100)	
	Disponibilidad de semilla	Ajustado Disponibilidad de semilla	Resistencia a plagas y enfermedades	Ajustado Suceptibilidad a plagas y enfermedades	Rendimiento	Rendimiento Ajustado	Valor cuantitativo total de criterios de evaluación			
Peso	1 a 5	30%	1 a 5	30%	1 a 5	40%	(1-5)	(Escala)	100%	(Escala)
TOMATE	2	0,6	2	1,5	2	0,8	2,9	Regular	40	Alta
CEBOLLA	4	1,2	4	1,2	5	2	4,4	Muy Alta	70	Alta
ZANAHORIA	4	1,2	4	1,2	5	2	4,4	Muy Alta	75	Alta
ESPINACA	5	1,5	5	1,5	4	1,6	4,6	Muy Alta	80	Alta
ACELGA	5	1,5	5	1,5	4	1,6	4,6	Muy Alta	85	Alta
LECHUGA	4	1,2	4	1,2	4	1,6	4	Muy Alta	75	Alta
VAINITA	4	1,2	3	0,9	1	0,4	2,5	Regular	60	Alta
PEPINO	2	0,6	3	0,9	3	1,2	2,7	Regular	40	Regular
ACHOJCHAR	4	1,2	2	0,6	2	0,8	2,6	Regular	40	Regular
EPOLLO	3	0,9	2	0,6	2	0,8	2,3	Baja	40	Baja

Fuente: Elaboración propia, en base a "matriz para evaluación de tecnologías" PROINPA 2010.

Determinación de la disponibilidad de alimentos

La producción y el consumo de hortalizas fueron medidos en base a su disponibilidad en la alimentación semanal de las familias antes y después de los proyectos (Cuadro 2)

PDA	Familias Con Disponibilidad (2008) (%)	Familias Sin Disponibilidad (2008) (%)	Disponibilidad por Grupo de Alimentos (2008)			Familias Con Disponibilidad (2008) (%)	Familias sin Disponibilidad (2008) (%)	Disponibilidad por Grupo de Alimentos (2014)		
			ENERGETICOS (%)	MIN/VIT (%)	PROTEINICOS (%)			ENERGETICOS (%)	MIN/VIT (%)	PROTEINICOS (%)
Chayantaka	44,00	56,00	56,3	22,6	21,1	91,67	8,33	41,99	31,13	26,88
Chayanta	47,00	53,00	55,0	21,8	23,2	83,30	16,67	42,78	32,85	24,37
Sumaj Muju	42,00	58,00	60,3	18,3	21,4	75,00	25,00	43,08	34,87	22,05
Promedio	44,3	55,67	57,2	20,9	21,9	83,32	16,67	42,617	32,95	24,43

Fuente: Elaboración propia, VMB (2014)



Conclusiones

- La implementación de innovaciones tecnológicas en la producción de hortalizas depende en su integridad de la disponibilidad y acceso a las mismas en las regiones, las principales tecnologías Ej: Semillas, insumos para control de plagas, equipos para métodos de riego). Metodologías de capacitación que se utilizan para implementar las mismas Ej: Semillas de hortalizas diversificadas-Escuelas de Campo y participación de la mujer en comunidades.
- Las variedades de hortalizas, los microtúneles, el riego por aspersión y la producción de semilla mediante plantas madre son tecnologías que por su importancia y pertinencia, fueron adoptadas por las familias en la producción de hortalizas.
- Los ambientes protegidos son funcionales: Según su tipo, disponibilidad de materiales, costos y fundamentalmente su facilidad para el manejo técnico, lo cual se aprecia entre la funcionalidad de invernaderos familiares y microtúneles.
- La disponibilidad de semillas en las comunidades, la tolerancia de las hortalizas a plagas y enfermedades y su rendimiento son 3 criterios fundamentales para la adopción un tipo de hortaliza Ej: Cebollas "Mizqueña" y "Globo-sa", Zanahoria "Altiplano".
- El incremento de la disponibilidad de alimentos (83,32%) en las familias se ve influido por la implementación y disponibilidad de innovaciones tecnológicas que permitieron el incremento de la producción y diversificación de diferentes tipos de hortalizas en ambientes protegidos y en parcelas bajo riego Ej: Cebolla, zanahoria, espinaca, acelga, tomate, lechuga, pepino y achajcha.



Literatura citada

- FRANS GEILFUS (2002). Ochenta Herramientas para el Desarrollo Participativo diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación., San José, C.R.: IICA, 217 p.
- FUNDACIÓN MILENIO (2011). Seguridad alimentaria en Bolivia., Coloquios Económicos., Nº 22
- NÉSTOR MALAVE (2007). Trabajo Modelo para Enfoques de Investigación Acción Participativa. Escala tipo Likert.
- VISIÓN MUNDIAL (2012). Monitoreo de Seguridad Alimentaria. Guía de Referencia, Rápida.

EFFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE COBERTURA PLÁSTICA O MULCH EN CUATRO ESPECIES DE HORTALIZAS NO TRADICIONALES

Arturo Baudoin^{1*}, Rosario Huarachi¹, Claudia Sainz²

¹ Consultor Independiente, ² Fundación Valles

* Autor Principal: exituro@hotmail.com



RESUMEN

Durante la implementación de la acción complementaria "Validación de la producción y comercialización de hortalizas en los Valles de Cochabamba" de Fundación Valles los años 2009 al 2011, se realizó la validación de innovaciones tecnológicas en diferentes especies de hortalizas no tradicionales en Bolivia. Entre las innovaciones evaluadas se encuentra el uso de cobertura plástica o mulch en cuatro especies de hortalizas (pattypan, calabacín, pimentón y tomate cherry) durante el período primavera-verano 2010-2011. El diseño de campo para el cultivo con mulch se ajustó a su empleo bajo el sistema de riego por inundación. El resultado fue evaluado por comparación de rendimiento obtenido en una superficie Con Mulch (CM) y Sin Mulch (SM o tradicional) en diferentes localidades dentro del área periurbana de la ciudad de Cochabamba (Sipe Sipe, Parotani, Bella Vista, Punata). La producción obtenida CM (Kg/250 m²), superó al obtenido SM en 51, 13, 32 y 38% en pattypan, calabacín, pimentón y tomate cherry respectivamente. Respecto al costo de producción, es mayor al implementar Mulch, oscilando entre 17 a 23 % mayor que SM para pattypan, calabacín y pimentón y hasta 10 % mayor en tomate cherry. El análisis económico de la tasa de retorno demostró que por cada 1 Bs adicional invertido CM, el incremento en producción obtenido generó un retorno de 3,8 Bs en pattypan, 3,4 Bs en pimentón y 3,7 Bs en tomate cherry; en el caso del calabacín, la diferencia en producción entre el uso de Mulch y sin Mulch genera la misma cantidad invertida (1:1), por tanto no existe un retorno económico positivo. De acuerdo a la experiencia es recomendable el uso de mulch en la producción de pattypan, pimentón y tomate cherry como una buena inversión.

Palabras clave: mulch, análisis económico, hortalizas no tradicionales



ABSTRACT

During the implementation of the complementary action "Validation of the production and marketing of vegetables in Cochabamba valleys" of Fundación Valles during 2009-2011 years, validation of technological innovations in different species of non-traditional vegetables in Bolivia was performed. Among evaluated innovations, the use of mulch (plastic cover) in four species of vegetables (Pattypan, Calabacín, Pimentón y Tomate Cherry) during the spring-summer period 2010-2011 were tested. The appliance of mulch was design for flood irrigation system. Results were evaluated by comparing performance obtained on Mulch (CM) and No mulch (SM) surface. No experimental or statistical design were applied. Experimental fields were located within the peri-urban area of Cochabamba (Sipe Sipe, Parotani, Bella Vista, Punata). Production under mulch system, CM (kg / 250 m²), was higher than no mulch production in 51, 13, 32 and 38% for pattypan, zucchini, sweet pepper and Cherry Tomato respectively. Production costs increased by implementing Mulch, ranging from 17-23% higher than SM for pattypan, zucchini and sweet pepper; and 10% higher in Cherry Tomato. Economic analysis for return rate showed that every additional 1 Bs invested on mulch system, the difference on production obtained produced a return of 3.8 Bs fo Pattypan, 3.4 Bs for sweet pepper and 3.7 Bs for Cherry Tomato; in the other hand, for zucchini the difference in production between using Mulch and without Mulch generates the same amount inverted (1: 1), therefore there is no positive economic return. Based on the experience is recommended to improve mulch system for Pattypan, Sweet pepper and Cherry Tomato production as a good investment.

Keywords: Mulch, Economic Analysis, Nontraditional vegetables

INTRODUCCIÓN

Fundación Valles implementó una acción complementaria denominada “Validación de la producción y comercialización de hortalizas en los Valles de Cochabamba” tras una primera intervención en el departamento de Tarija con el fin de validar el uso de semillas y material vegetal de especies hortícolas con demanda en nichos de mercado de alto valor. Esta segunda intervención en los valles de Cochabamba fue enfocada a validar innovaciones tecnológicas con el apoyo de productores beneficiarios que trabajan con el proyecto en los eslabones de producción, cosecha y poscosecha.

En la validación de innovaciones tecnológicas para identificar un paquete tecnológico para cada especie de hortaliza introducida, se implementó el uso de cobertura plástica o mulch en 3 especies de hortalizas: tomate cherry, zucchini/pattypan y calabacín y validación contempló siembras escalonadas con el fin de tener una oferta continua de hortalizas al mercado y así identificar ventajas competitivas en mercados nicho altamente exigentes en calidad, precio y oferta, para ello se aplicaron algunas innovaciones como mulching, tutorado con red, poda y en algunos casos cultivo bajo invernadero.

Materiales y métodos

Se realizaron ensayos para evaluar el efecto del mulch en cuatro especies de hortalizas: tomate cherry, pimentón, pattypan y calabacín. Para ello se implementaron parcelas de 200 a 250 m² por especie en las localidades de Parotani, Sipe Sipe, Marquina y Punata, 50% con mulch y 50% tradicional o sin mulch. La variable de respuesta fue rendimiento obtenido por superficie para cada tratamiento, no se implementó un diseño experimental o análisis estadístico.

El plástico empleado para cobertura plástica fue un rollo de plástico de 80 micras (plástico común negro, 1 m. ancho), cortado en mantas de 50 cm de ancho para cubrir un camellón de 25 cm.

A



B



C



C

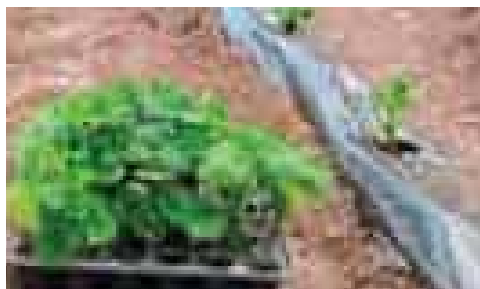


Imagen 1. Procedimiento de establecimiento de campo con mulch.

El uso de cobertura mulch fue diseñado para emplearse bajo el sistema de riego por inundación, el ancho de la cama fue de 25 a 30 cm, en capacidad de campo para asegurar el prendimiento del plantín. El almá-cigo del material se realizó en bandejas bajo condiciones protegidas, una vez establecidas en campo se realizó un riego de apoyo planta por planta con mochila. La fertilización se realizó en dos etapas, la primera: antes de colocar el plástico con el 70 % del programado, la segunda: a 45 días del trasplante sobre los surcos de riego, realizando un aflojado superficial para incorporar el nutriente, considerando que el volumen radicular permitirá una absorción eficiente a partir de esta etapa.

Las parcelas se establecieron en diferentes localidades (Sipe Sipe, Payacollo y Bella Vista) en el período 2010-2011 en el período primavera-verano.

El de manejo agronómico estuvo en manos de un agricultor cooperante y bajo seguimiento técnico del personal del proyecto. Se aplicaron las labores culturales, el control de plagas, riegos, aporques, etc. de manera idéntica al sector Con Mulch y al tradicional.

Resultados y discusión

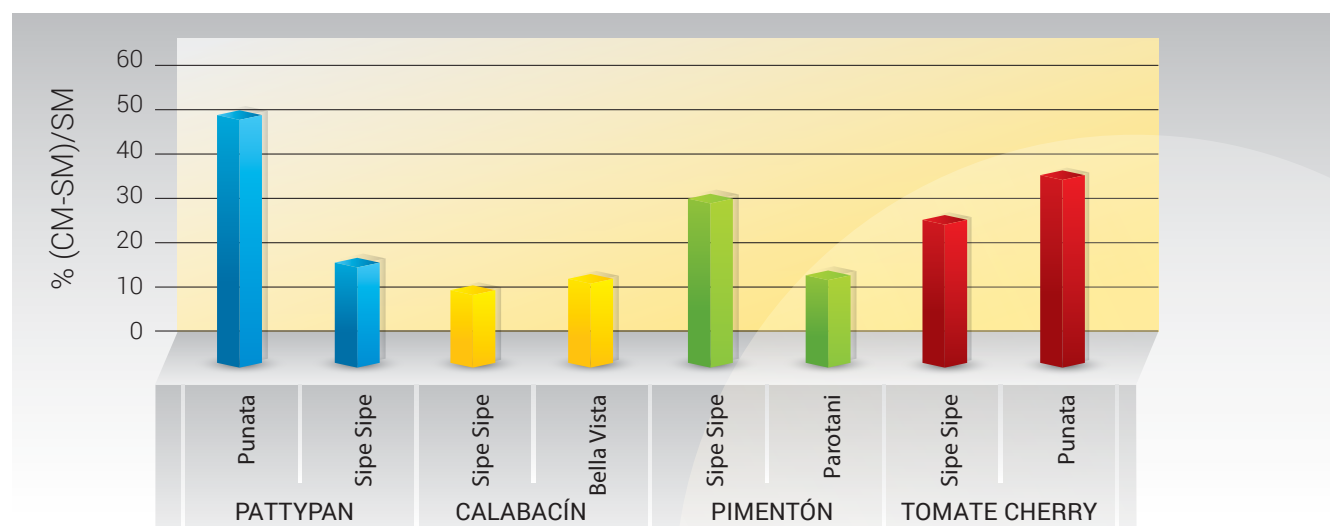
El rendimiento obtenido para cada especie evaluada en dos localidades refleja que existe una diferencia notoria entre localidades ocasionada principalmente por el manejo o atención al cultivo por parte del productor. Tomando en cuenta que dentro una misma localidad, el sector Con Mulch y el Sin Mulch tuvieron las mismas condiciones, la diferencia en rendimiento entre ambos se asume principalmente al efecto del mulch sobre el comportamiento del cultivo para enfrentar condiciones adversas, sean estas ambientales o de manejo.

Cuadro 1. Rendimiento por localidad y cultivo en sistema con mulch y sin mulch.

		PATTYPAN		CALABACÍN		PIMENTÓN		TOMATE CHERRY	
		Punata	Sipe Sipe	Sipe Sipe	Bella Vista	Sipe Sipe	Parotani	Sipe Sipe	Punata
Rendimiento	Sin Mulch	432	500	882	887	512	472	1.089	193
Kg/250 m ²	Con Mulch	654	590	976	1002	676	539	1.357	267

Elaboración propia en base a datos de Fundación Valles

En el caso del tomate cherry resalta la diferencia entre localidades, lo cual refleja que las dificultades durante el crecimiento o desarrollo vegetativo fueron mayores en Punata que en Sipe Sipe, o que el agricultor dio mayor importancia al ensayo en Sipe Sipe que en Punata. En el caso del calabacín, la diferencia entre localidades y entre tratamientos es la más baja.



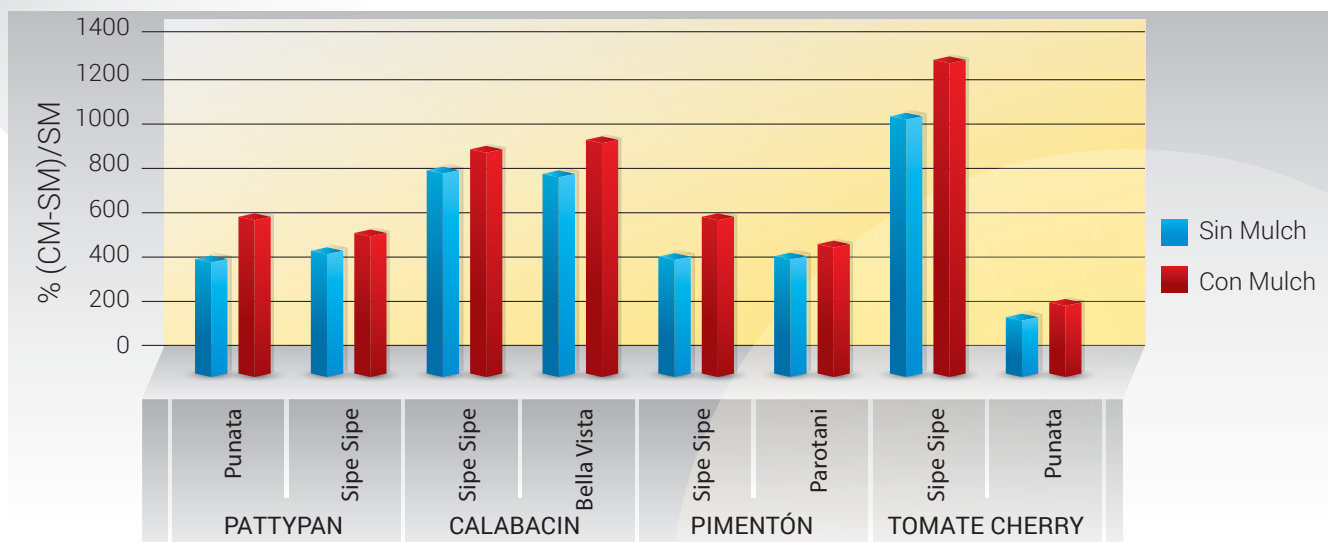


Figura 2. Comparación CM y SM, incremento en % y rendimiento.

La producción obtenida Con Mulch supera en todos los casos a la obtenida Sin Mulch. El aumento de la producción por el uso de mulch difiere entre localidades, lo cual sugiere que el efecto del mulch está relacionado a otros factores para influir en el incremento de la productividad.



Figura 3. Parcelas de Tomate Cherry y Calabacín. CM y SM.

En cuanto al costo de producción, se evidencia que el costo del plástico (en insumos) y el costo de la mano obra en su colocado al terreno es ligeramente mayor que el sistema tradicional debido principalmente a que el costo en mano de obra en riego y deshierbe se reduce Con Mulch.

El siguiente cuadro resume el costo por ítem en sistema Con y Sin Mulch para cada especie, en el cual se puede apreciar que la diferencia en mano de obra es baja y que el efecto mayor del uso de mulch se presenta en el costo del plástico.

Cuadro 2. Costo de producción por cultivo estimado para 250 m².

		PATTYPAN		CALABACÍN		PIMENTÓN		TOMATE CHERRY	
		SM	CM	SM	CM	SM	CM	SM	CM
Costo en Bs/250 m ²	Mano de Obra	425	475	400	425	650	700	1.725,00	1.775,00
	Insumos	528	709	417,9	565,8	490,9	636,2	667	907
	Materiales	52,5	52,5					434,4	434,4
	Total	1.005,50	1.236,50	817,9	990,8	1.140,90	1.336,20	2.826,50	3.116,50
	% diferencia CM	23		21		17		10	

Elaboración Propia en base a datos de Fundación Valles

En términos generales se puede evidenciar que el incremento en el costo de producción bajo el sistema de mulch oscila entre 17 a 23% agrupados porque el presupuesto o gasto en materiales es reducido, a diferencia del 10% de incremento cuando el costo en materiales aumenta (principalmente para el tutoraje).

Haciendo un análisis de los resultados obtenidos, la diferencia en el rendimiento entre la producción obtenida CM y SM por el precio de venta de la producción por parte del agricultor al comercializador nos dará el valor que genera la implementación del mulch en cada especie evaluada. Por otro lado, la diferencia entre el presupuesto estimado para cultivar una superficie de 250 m² Con Mulch y Sin Mulch nos indica la inversión adicional necesaria para emplear la tecnología o innovación.

Si dividimos el valor adicional que genera el uso del mulch, entre el costo adicional que implica esta innovación podremos obtener el retorno que genera cada peso boliviano adicional invertido. El siguiente cuadro nos refleja esta TIR para cada especie evaluada.

El siguiente cuadro nos refleja esta TIR para cada especie evaluada.

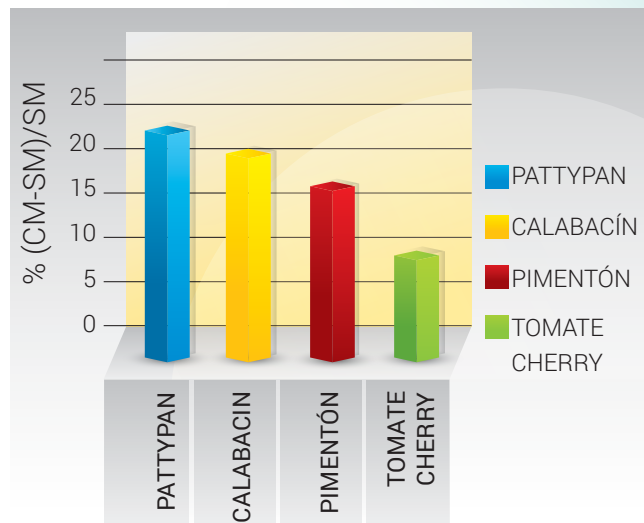


Figura 4. Incremento en costo de producción por uso de Mulch.

	PATTYPAN		CALABACÍN		PIMENTÓN		TOMATE CHERRY	
	Punata	Sipe Sipe	Sipe Sipe	Bella Vista	Sipe Sipe	Parotani	Sipe Sipe	Punata
Incremento de producción empleando MULCH (Kg/250 m ²)	222	90	94	115	164	67	268	74
Precio de venta del agricultor (Bs/Kg)	4		1,5		4		4	
Valor adicional de la producción CM	888	360	141	172,5	656	268	1072	296
Inversión adicional CM (Bs/250 m ²)	231		172,9		195,3		290	
Tasa de Retorno por Bs invertido	3,8	1,6	0,8	1,0	3,4	1,4	3,7	1,0

Cuadro 3. Incremento en la producción, Valor del excedente y Tasa de retorno por Bs. Adicional invertido por cultivo.

De acuerdo a la producción obtenida para cada especie y por localidad, se puede ver que el mayor incremento logrado con la implementación de mulch puede generar una tasa de retorno de 3,8 en pattypan, 3,4 en pimentón y 3,7 en tomate cherry por cada boliviano adicional invertido en esta innovación.

En el caso del calabacín no existe un retorno económico apreciable al implementar mulch para este cultivo.

Conclusiones

La implementación de cobertura plástica o mulch en el cultivo de pattypan, calabacín, pimentón y tomate cherry tuvo un efecto positivo incrementando la producción respecto al sistema tradicional y su implementación genera un incremento entre el 10 y 23% del costo de inversión, dependiendo el cultivo a implementar.

El incremento en la producción por el uso de esta innovación genera una tasa de retorno positiva por cada boliviano adicional invertido para los cultivos de pattypan, pimentón y tomate cherry, lo contrario ocurre para el cultivo de calabacín, ya que el incremento en el beneficio al invertir en la implementación de mulch solamente cubre el costo de inversión, generando una tasa de retorno de aproximadamente 1:1.

El uso de mulch entre otros beneficios es recomendable para el cultivo de pattypan, pimentón y tomate cherry durante el período Primavera-Verano en los valles de Cochabamba ya que su implementación genera un incremento atractivo en el ingreso del productor a pesar de generar un incremento en la inversión.

También podemos observar que el uso de mulch no asegura un elevado rendimiento o productividad, pero mejora las condiciones de la planta respecto al sistema tradicional.

Literatura citada

BAUDOUIN, A.; HUARACHI, R; (2011). 3ra Epoca-Informe Final, Proyecto "Validación de la Producción y Comercialización de Hortalizas en los Valles de Cochabamba"; Fundación Valles.

EXPERIENCIAS EN PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE HORTALIZAS EN EL CEASIP

Martín Baudoin^{1*}, Alejandro Arispe¹

¹Centro de Ecología Aplicada Simón y I. Patiño (Ceasip)

*m.baudoin@fundacionpatino.org



RESUMEN

El Ceasip está ubicado en una zona de transición amazónica - chaqueña, donde las condiciones de suelo, temperatura y precipitación son adversas para la producción agropecuaria. Por tales circunstancias realizamos una propuesta de granja diversificada buscando así la sostenibilidad económica, social y medio ambiental. Dentro de estas áreas la horticultura forma parte integral, con la finalidad de complementar a las demás áreas, y permitir la reutilización de residuos orgánicos provenientes de otras actividades productivas, y diversificar la producción.

Estas prácticas permiten mejorar la estructura y fertilidad del suelo, hacer uso eficiente del agua, reducir el efecto de los vientos erosivos y dañinos para las hortalizas, disminuir la incidencia de plagas y enfermedades, restringir el uso de plaguicidas, preservar la fauna y flora del lugar y obtener una producción diversificada durante todo el año.

Esta propuesta nos permite generar experiencias concretas para ser transmitidas a diferentes actores involucrados en producción.

Palabras clave: Producción ecológica, prácticas ecológicas, Parque Regional Lomas de Arena



ABSTRACT

The Ceasip is located in an Amazonia-Chaco transition area, where the conditions of soil, temperature and precipitation are adverse for agricultural production. In such circumstances we make a proposal of diversified farm management looking up to economic, social and environmental sustainability. Within these areas horticulture forms an integral part, in order to complement other areas, and enable reuse of organic waste from other productive activities, and diversify production.

These practices allow to improve the structure and fertility of the soil, making efficient use of water, reduce the effects of erosion and damaging winds for vegetables, reduce the incidence of pests and diseases, restrict the use of pesticides, preserve wildlife the place and get a diversified production throughout the year.

This proposal allows us to generate practical experiences to be transmitted to different actors involved in production.

Keywords: Ecological production, organic practices, Lomas de Arena Regional Park

INTRODUCCIÓN

El Centro de Ecología Aplicada Simón I. Patiño - **Ceasip** - está ubicado en el Parque Regional Lomas de Arena en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra. Como granja modelo cumplimos una función socioambiental para aportar al desarrollo del país.

Tenemos 360 ha de suelos frágiles, arenosos y pobres en nutrientes; expuestos a inundaciones y sequías prolongadas. De esta superficie, más de la mitad se conserva con bosque que alberga una gran diversidad de fauna y flora nativa.

Buscamos promover prácticas respetuosas del medio ambiente. Aplicando un sistema integral; realizando actividades en: ganadería, horticultura, fruticultura, apicultura y procesos agroindustriales artesanales.

Con el objetivo principal de contribuir al crecimiento de Bolivia; desarrollamos, evaluamos y transmitimos técnicas para una agricultura sostenible.

Difundimos nuestras experiencias y resultados de las investigaciones a través de visitas de estudiantes de colegios, universidades, agricultores, ganaderos, ambientalistas, instituciones y vecinos. Compartimos nuestros conocimientos con cada grupo según sus necesidades -sea en el Ceasip- o mediante visitas y talleres en las comunidades, municipios y colegios.

Trabajamos para pequeños agricultores, comunidades indígenas, colegios, institutos técnicos, universidades y personas interesadas en general en la actividad agropecuaria sostenible y respetuosa con el medio ambiente.

Las actividades hortícolas y frutícolas comprenden un área de más 3 ha, en las se producen más de 20 hortalizas y más de 10 frutales, aplicando prácticas respetuosas con la naturaleza.

Estas prácticas son: uso de adobitos, camas de paja, elaboración compost y lombricompost, rotación de cultivos, diversificación, manejo integrado de plagas, época oportuna de producción, preservación de flora y fauna, apicultura para reforzar la polinización, cortinas rompevientos, preferencia por especies nativas, reutilización de residuos orgánicos, manejo sostenible del recurso suelo y agua, entre otras.

Prácticas ecológicas

Ubicado a 15 km al sureste de la ciudad de Santa Cruz de la Sierra, en la entrada al Parque Regional Lomas de Arena. Los suelos son arenosos, pobres en nutrientes, ácidos, con una época seca y húmeda bien marcada, las temperaturas en invierno pueden ser inferiores a los 5°C y en primavera pueden llegar a los 40°C. Bajo estas características se describen a continuación las prácticas realizadas:

1. Uso de adobitos

Esta es una práctica muy importante que permite tener en almácigo a las hortalizas entre 4 a 6 semanas. Se trasplantan junto a su pan de tierra para evitar el estrés provocado por las altas temperaturas y de esta forma garantizar el prendimiento en campo.



Foto 1. Cortado

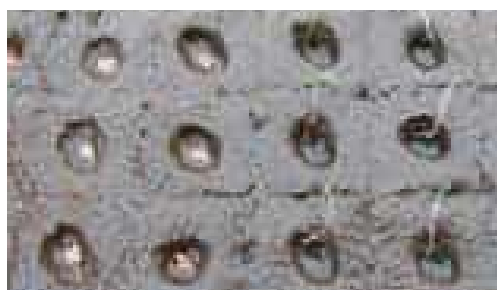


Foto 2. Sembrado y trasplante



Foto 3. Traslado a campo

Los adobitos se pueden realizar de varios tamaños y preparar con diferentes tipos de sustratos y concentraciones. En el caso del Ceasip lo realizamos relación 4:1 de lombri-compost y tierra negra o 3:1 compost y tierra negra, de 5x5x5 cm de ancho, largo y alto, con un hueco al centro donde se coloca una plantita recién germina o dos a tres semillas.

2. Elaboración y uso compost

Al ser los suelos del **Ceasip** arenosos, pobres en nutrientes y ácidos, es vital el uso de abonos orgánicos para aportar nutrientes, mejorar el pH y la estructura del suelo. Se producen dos tipos de abonos: compost y humus de lombriz (lombricompost).



Foto 5. Capas de paja y hortalizas



Foto 6. Capas de gallinaza, estiércol y nuevamente paja.



Foto 7. Pilas casi terminadas y terminadas

Quando se prepara compost se utilizan todos los residuos orgánicos generados por el Ceasip: la paja proviene de la cama de los terneros, cáscaras, restos de hortalizas y frutas provienen de la cocina, ramas de poda de frutales, restos de la trilla de girasol, marlos de maíz, vainas secas de frejol provienen de los cultivos anuales y frutales, la gallinaza lo obtenemos de los vecinos, el estiércol y purín provienen del hato lechero, y la cal se añade para corregir la acidez. Después se forman las pilas capa sobre capa y al cabo de 3 o 4 meses está listo para su uso en dosis de 2 o 4 kg/m²

3. Elaboración y uso de humus de lombriz

El humus de lombriz se obtiene gracias al trabajo que realizan las lombrices rojas californianas, estas solo se alimentan en el caso del **Ceasip** de estiércol semidescompuesto, proveniente del hato lechero. Se las cría en cajas de plástico como se puede apreciar en la foto 9 y al cabo de 2,5 o 3 meses se obtiene humus de lombriz, para ello se sacan las lombrices con trampas. Lo utilizamos principalmente en la preparación de adobitos, pero también se usa como fertilizante foliar y de fondo.

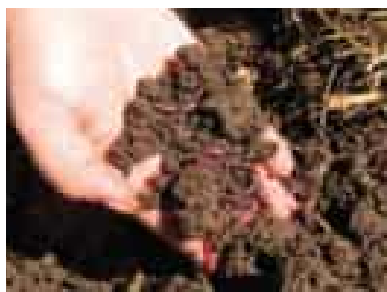


Foto 8. Lombriz roja californiana



Foto 9. Producción en cajas plásticas con estiércol



Foto 10. Humus de lombriz listo para usar

4. Camas de paja

La paja proviene de las camas de los terneros del hato lechero, su uso consiste en colocar una capa de 5 cm o más, antes del trasplante de hortalizas.



Foto 11. Recolección de paja de la cama de terneros.



Foto 12. Preparación de camas para trasplante



Foto 13. Con trasplante de lechuga

Estas prácticas se realizan con varios objetivos; reducir la evaporación del agua del suelo, reducir la incidencia y agresividad de malezas, evitar la erosión hídrica y eólica de nuestros suelos arenosos, ya que los vientos en el Ceasip superan los 60 km/h, y final la cama, después de cosechar se incorpora como abono.

5. Rotación y diversificación de cultivos

La rotación nos permite el uso eficiente de nutrientes, y junto con la diversificación reducir la incidencia y severidad de plagas y enfermedades, además generar una mayor y diversa oferta comercial de hortalizas.



Foto 14. Rotación de cultivos



Foto 15. Asociado con plantas aromáticas y frutales.



Foto 16. Vista general

La rotación que utilizamos consiste primero en el uso de una leguminosa, luego una hortaliza de hoja, después una hortaliza de fruto o flor y finalmente una hortaliza de raíz, y además tomamos en cuenta la familia a la cual pertenecen, como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Cuadro1. Hortalizas cultivadas en el Ceasip según su parte comestible y a la familia que pertenecen.

Por la parte comestible	Familia	Especies cultivadas en el Ceasip
Hortalizas de flor	Brasicáceas	Coliflor, col de brúcelas y brócoli
	Asteráceas	Lechuga verde, morada y arpeollada
		Repollo verde, morado y col de brúcelas
Hortalizas de hoja		Cebolla verdeo y cibullete
	Brasicáceas	Perejil, apio
	Liliáceas	Acelga y espinaca
	Solanáceas	Tomate, berenjena, pimentón y ají
Hortalizas de fruto	Cucurbitáceas	Pepino, sandia, zapallo de tronco, carote
	Fabáceas (leguminosas)	Vainita, arveja, vigna y frejol.
	Brasicáceas	Rábano, nabo blanco y colorado
	Solanáceas	Papa
Hortalizas de tubérculos, raíces y bulbos	Apiáceas	Zanahoria,
	Liliáceas	Cebolla cabeza
	Asparagaceae	Yuca

6. Manejo integrado de plagas

El control de plagas y enfermedades en el **Ceasip** consiste en:

- Observación continua de síntomas y daños.
- Identificación de plagas y enfermedades.
- Usar sustratos limpios en almaciguera y su desinfección cuando se reutiliza.
- Eliminación de focos de infestación e infección en almaciguera y campo
- Tratamiento preventivos antes del trasplante
- Uso de plaguicidas minerales, biopreparados y comerciales no tóxicos y selectivos (etiqueta verde)
- Alternancia de plaguicidas con ingredientes activos diferentes
- Y considerando la época del año, por ejemplo a finales del invierno tropical, se presentan la aparición de pulgones, luego en primavera sucede la proliferación de arañuelas, trips y especialmente gusanos de lepidópteros, y en verano se presenta la alta incidencia y severidad de enfermedades fúngicas, entre otros.
- La preferencia de las plagas, por ejemplo los gusanos de lepidópteros prefieren a solanáceas y amarantáceas, las enfermedades fúngicas a las cucurbitáceas y solanáceas, los pulgones a las leguminosas y la mosca blanca a las brasicáceas, etc.



Foto 17. Identificación de plagas



Foto 18. Biopreparado de ají

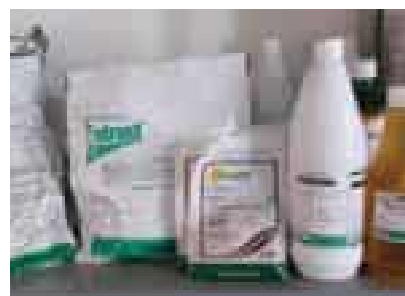


Foto 19. Uso de plaguicidas de etiqueta verde

7. Época oportuna de producción

Seleccionamos las hortalizas según las estaciones del año, obteniendo menor incidencia de plagas y mayor producción, esto se puede apreciar en detalle el siguiente cuadro.

Cuadro 2. Hortalizas recomendadas según la época del año.

Meses	Características	Hortalizas
Mayo junio	Es una época con temperaturas	Casi todas las hortalizas producen muy
julio agosto	agradables, salvo cuando llegan frentes	bien, menos el frejol cambia, pimentón y
y septiembre	fríos. La precipitación es aceptable	berenjena
Octubre		Carote, tomate, berenjena, zapallito de
noviembre y	Estos meses son secos, con elevadas	tronco, pepino, frejol cambia, vainita, yuca,
diciembre	temperaturas y fuertes vientos	pimentón. No son recomendables el repollo,
		col china, lechuga crespa, perejil, acelga y
		zanahoria y arveja.
		Casi todas hortaliza, menos las propensas
Enero febrero	Las temperaturas son menos elevadas	a enfermedades fungosas como el carote,
marzo y abril	debido a que estos meses coinciden	zapallito de tronco, tomate, pimentón y
	con la época de lluvia,	cebolla cabeza.

8. Preservación de fauna y flora

La caza ilegal y el crecimiento urbano están terminando con la biodiversidad, por lo cual el **Ceasip** se ha convertido en refugio para muchas de las especies de la flora y fauna nativa.

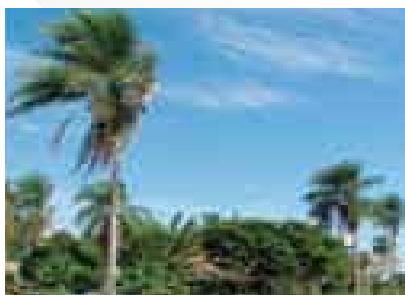


Foto 20. Palmera nativa dentro del col de Bruselas



Foto 21. Ceibos en medio de ajís.

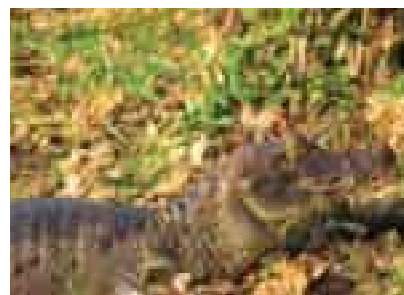


Foto 22. Yacaré (caimán) en lago de la huerta.

Para el **Ceasip** es importante la producción y de igual manera la conservación de nuestra fauna y flora, por lo cual de los 140 ha que abarca el centro, el 50% se conserva como bosque. Y la producción de hortalizas no es ajena a este objetivo, por lo cual dentro y alrededor de nuestra huerta se respeta, conserva y multiplica la flora y fauna nativa del lugar, como se puede apreciar en las fotos 20, 21 y 22.



Resultados y discusión

- La horticultura como parte integral de la producción diversificada tropical
- Más de 12 prácticas ecológicas utilizadas en la producción y manejo de hortalizas
- Más de 20 hortalizas probadas en condiciones agroecológicas del trópico semihúmedo.
- Producción ecológica y comercialización de más 30 especies hortícolas y frutícolas durante todo el año.
- Épocas óptimas identificadas para producción de hortalizas.
- Uso de biopreparados, caldos minerales y plaguicidas comerciales selectivos y no tóxicos.
- Uso de 6 sistemas de trasplante y siembra, según las características de cada hortaliza.
- Rotación de cultivos según la parte de comestible y la familia a la cual pertenecen.
- Uso de dos tipos de abonos orgánicos
- Respeto, valoración y conservación de flora y fauna.



Conclusiones

Creemos que bajo condiciones tropicales realizando producción amigable y respetuosa de hortalizas y frutales dentro de una estructura de diversificación se puede buscar la sostenibilidad en todos sus niveles.

Si bien se tiene algunas experiencias, aún falta mucho camino por recorrer y apostamos que realizando trabajos mancomunados, compartiendo experiencias, intercambiando ideas se puede seguir avanzando.

EXPERIENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE HORTALIZAS EN EL CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE HORTALIZAS (CNPSH)

Ramiro Mamani Cahuaya, Eduardo Montesinos Alvarez, David Ancasi Espejo,
Rolando Alcocer Aguila, Franklin Delgado Canaviri, Angel Carrillo Fuentes, Sergio Moreira Ascarrunz*

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas,
Km 23.5 Carretera Cochabamba-Oruro, Villa Montenegro, Cochabamba, Bolivia

*Autor para correspondencia: Teléfono: +591-4-4385918 • Email: sergio.moreira@iniaf.gob.bo, sermoreira@yahoo.com.

RESUMEN

El Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH) es considerado un referente tecnológico en producción de semillas de hortalizas. En sus 25 años de funcionamiento ha generado y adaptado tecnologías para la producción de plantines, de planta madre y de semilla propiamente dicha. En su trabajo con cooperadores ha generado un sistema de seguimiento técnico y apoyo organizacional así como un sistema de producción de semilla y planta madre. Adicionalmente, se ha visto en la necesidad de apoyar a los cooperadores en su organización como asociaciones de semilleros. En el aspecto de comercialización se ha generado un sistema adaptado a las condiciones del mercado boliviano de semillas de hortalizas. El presente trabajo muestra un resumen de estas experiencias y sus resultados, así como un análisis que proyecta las actividades del CNPSH al futuro en un mediano plazo.

Palabras clave: Hortalizas, semillas, CNPSH, tecnologías, comercialización.

ABSTRACT

The National Vegetable Seed Production Center (CNPSH-INIAF) is considered as technological reference on vegetables seed production. During its 25 years of experience has generated and adapted production technologies on seedling, mother plant and seed. During cooperative work with farmers has improved a technic support system and organizational support, also a seed and mother plant production system. In addition, the need of support to cooperating farmer organization to improve Seed Production Farmers Association has been identified. Our sales system has been adapted to Bolivian vegetable seed market conditions. This document projects a resume of this experience and results, and a CNPSH future and medium term activities projection analysis.

Keywords: Horticulture, seed, CNPSH, technologies, commercialization.

INTRODUCCIÓN

El Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH) inició sus actividades en abril de 1989, como un Proyecto de Cooperación Financiera No Reembolsable otorgado por el gobierno de Japón a través de la Agencia Japonesa de Cooperación Internacional (JICA), que tuvo como contraparte a la Corporación de Desarrollo de Cochabamba (CORDECO). En 1995 se transfirió su administración a la Secretaría Nacional de Agricultura y Ganadería (posteriormente Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural-MAGDER), mediante Decreto Supremo 24030 de 12 de junio de 1995. En ese momento se designó a la Unidad de Coordinación del Programa Nacional de Semillas (UC/PNS) como el órgano responsable de la gestión técnica administrativa del CNPSH. En la actualidad y en el marco del Decreto Supremo 29611 de 25 de junio de 2008, el CNPSH depende del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF).

Durante todo este tiempo, el CNPSH ha generado alternativas tecnológicas para la producción de semilla de hortalizas de alta calidad. El presente trabajo resumirá los principales resultados de estas actividades para hacer una proyección de los desafíos a futuro.

Materiales y métodos

Producción de almácigos y plantines

Estos procesos se refieren a la obtención de plántulas a partir de semilla en superficies pequeñas debido a la alta densidad utilizada. La producción de plantines en un vivero garantiza la germinación y evita riesgos externos para las plántulas (Shinohara, 1984).

Las especies en las que en la actualidad se realizan almácigos como parte del proceso de producción son lechuga, tomate, brócoli, repollo, pimentón, zapallito de tronco, pepino y cebolla. La producción de almácigos en el CNPSH se realiza utilizando 2 métodos: Almacigado en suelo y almacigado en bandejas.

Almacigado en suelo

Se utiliza principalmente para cebolla y lechuga. Se ha optimizado y mejorado el método tradicional que se utiliza en el Valle Bajo de Cochabamba: Se preparan camas de 1 m de ancho (Figura 1A) para facilitar las labores manuales y se las recubre con una capa de aprox. 3 cm de lama de río a razón de 1 m³ de lama para 30 m² de camas de almácigo. Esta relación de lama de río se utiliza debido a las características propias de los terrenos del CNPSH (suelos pesados y con tendencia a encostrarse) y de la lama utilizada (Lama del río Viloma con mayor contenido de arena que de limo). La siembra se realiza mediante un Surcador Portátil adaptado a las labores del CNPSH con el cual se obtienen líneas o surcos de 1 a 2 cm de profundidad y con separación de 8 cm. Se aplica riego dos veces por semana, control de malezas manual y control fitosanitario mediante aplicación preventiva de fungicidas para *Phytium*, *Fusarium*, *Phytophthora* y *Rhizoctonia*). El trasplante se realiza después de 45-60 días después de la siembra.



Figura 1. Disposición de camas para almácigos en suelo de 1 m. de ancho (A) y surcador portátil para siembra de almácigos en suelo (B).

Almacigado en bandejas

Para estos almácigos se requiere un sustrato compuesto por cascarilla de arroz previamente requemada, tierra vegetal previamente tamizada y lama. La proporción utilizada en el CNPSH es de 1:1:1, pero esto se debe adaptar a las características del material con el que se cuenta, tomado en cuenta que el fundamento es dotar de soporte a los plantines hasta que tengan 3-5 hojas verdaderas. Después de la mezcla el sustrato es desinfectado mediante la aplicación de vapor de agua a 104° C por un tiempo de 25 - 90 min, dependiendo del volumen de sustrato.

La temperatura del sustrato nunca debe estar por debajo de 100°C. Posteriormente, el sustrato es mezclado con fertilizante comercial 20-20-20 a razón de 30 g de fertilizante por 26 Kg de sustrato. Las bandejas se desinfectan con una solución de hipoclorito de sodio al 5%. La siembra en bandejas profundas a alta densidad se realiza preferentemente en tomate, pimentón y lechuga para asegurar uniformidad en la emergencia para luego realizar el repique a bandejas con alveolos. La siembra directa se utiliza en especies que tienen semilla de mayor tamaño o cuando el porcentaje de germinación de la semilla utilizada puede asegurar uniformidad en las bandejas con alveolos.

Los plantines están en condiciones de trasplante cuando alcanzan 3-5 hojas verdaderas bien desarrolladas (21-28 días después de la siembra en caso de siembra directa o 28-35 días después de la siembra en siembra a alta densidad). Estos plantines pueden ser trasplantados a invernadero directamente, o a campo abierto para lo que se requiere un periodo de aclimatación (encurtido) bajo malla semisombra por aproximadamente 7 días.

Producción de planta madre

Cuando la producción de semilla utiliza el método de semilla-planta-semilla en especies de raíz y bulbo como cebolla, zanahoria o rábano, la producción de planta madre es similar a la producción de hortalizas para la venta en mercados de hortalizas frescas (Shinohara, 1981; Shinohara, 1977). Esta actividad comprende la fase vegetativa que va desde la semilla a la producción bulbo o raíz. Al finalizar esta fase, se procede a una selección rigurosa de caracteres fenotípicos como color, forma, tamaño, etc., de acuerdo a los parámetros preestablecidos para cada variedad.

En el CNPSH, este proceso de producción de planta madre (bulbo o raíz) se realiza con agricultores semilleristas (cooperadores) a quienes se ha capacitado en la producción de semilla de hortalizas y a quienes se les vende la semilla básica o prebásica para luego comprarles la planta madre seleccionada. En la actualidad se trabaja con 126 cooperadores que producen planta madre.

Producción de semilla propiamente dicha

El CNPSH produce semilla de cuatro categorías: genética, prebásica, básica y certificada o fiscalizada. Para la producción de semilla con el método de semilla-planta-semilla (Shinohara, 1981; Shinohara, 1977; Hebblethwaite, 1983), las plantas madre seleccionadas se venden a cooperadores semilleristas que luego venden al CNPSH la semilla beneficiada. Dado que la producción de semilla por los cooperadores implica que ellos realizan el 100% de las inversiones necesarias, se garantiza la calidad de la producción ya que el pago se realiza por kilogramo de semilla beneficiada. En ese caso el CNPSH proporciona seguimiento técnico y recomendaciones mediante visitas regulares a los cooperadores. En la actualidad se trabaja con 155 cooperadores que producen semilla de hortalizas.

La producción propia de semilla que se hace en los predios del CNPSH, a través de metodologías utilizadas por los expertos japoneses de JICA (Shinohara, 1977; Shinohara, 1981), atraviesa un seguimiento más cercano. En la actualidad se producen las siguientes variedades:

- Semilla de Cebolla Var. Mizqueña
- Semilla de Rábano Var. Champion
- Semilla de Lechuga Var. Crespa
- Semilla de Repollo Var. Futura
- Semilla de Zanahoria Var. Montenegro - 1

Seguimiento técnico

La producción en parcelas de cooperadores de diferentes zonas se hace bajo el seguimiento técnico del CNPSH. Las zonas de producción con cooperadores son los municipios de Capinota, Sipe Sipe y Quillacollo en el departamento de Cochabamba y el municipio de Soracachi en el departamento de Oruro (planta madre de zanahoria variedad Altiplano). En los últimos 2 años se ha iniciado actividades en el municipio de Totorá del departamento de Cochabamba.

En general el trabajo con cooperadores se realiza pasando por las siguientes etapas:

- Reuniones de coordinación
- Ubicación y diagnóstico de la localidad o municipio
- Implementación de ensayos
- Talleres de capacitación
- Producción en pequeña escala
- Asesoramiento organizacional

En la comunidad de Playa Ancha, Municipio de Capinota, se trabaja con 35 productores que multiplican semilla organizados en la Asociación de Semilleristas de Hortalizas de Playa Ancha (ASEHPLA), fundada en el año 2003 con la colaboración de la FDTA-Valles. Se debe mencionar que el CNPSH ya venía trabajando con semilleristas de esta comunidad desde el año 1989 y en la actualidad es considerado un miembro activo de la comunidad (OTB Playa Ancha) y de la Asociación de Regantes de Playa Ancha.

El año 2012, como parte de la organización de las estructuras organizativas del Sistema Nacional de Innovación (Espacios Locales de Concertación-ELC, Consejo Departamental de Innovación-CDI y Consejo Plurinacional de Innovación-CPI), se tomó la decisión conjunta entre el CNPSH y los cooperadores de comunidades de Capinota de conformar una asociación. La Asociación de Productores de Semillas de Hortalizas Capinota (APSEHCA) se fundó el 10 de octubre del 2013. El CNPSH asesoró a la asociación en el trámite de Personería Jurídica de acuerdo a la normativa de la Gobernación de Cochabamba. En el mismo APSEHCA presentó un proyecto para la construcción de centros de acopio de semillas al Programa de Alianzas Rurales (PAR) del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (MDRyT) proyecto que fue aceptado para su ejecución.

Beneficiado de semillas

Prebeneficiado

Los lotes de semillas cosechadas pueden presentar varios materiales indeseables como: material inerte, malezas, semillas de otras variedades o especies, semillas malformadas, etc. Si la contaminación con materiales indeseables es alta, es necesario un proceso de prebeneficiado o prelimpieza.

Para esto se utilizan trilladoras (rabanito y otras brasicáceas, betarraga, lechuga, zanahoria y cebolla), venteadoras (cebolla) y zarandas manuales (betarraga y lechuga), y en algún caso la separación manual (lechuga).

Beneficiado propiamente dicho

El CNPSH cuenta con 2 líneas automáticas en la planta de beneficiado: La Línea A se utiliza para cebolla y betarraga, tiene capacidad de beneficiado de 100 Kg h-1 y consta de elevador de cucharones, limpiadora, separadora por gravedad, separadora neumática, zaranda y filtro. La Línea B se utiliza para zanahoria y rabanito, tiene capacidad mínima de 60 Kg h-1 y consta de elevador de cucharón, escarificadora, zaranda, separadora neumática y separadora por gravedad.

El producto final es una semilla con alto porcentaje de pureza física, lista para su comercialización después del control interno de calidad que consiste en pruebas de germinación, viabilidad de la semilla, porcentaje de humedad y pureza física, para lo que se tiene un laboratorio equipado.

Comercialización

El CNPSH comenzó a comercializar semilla a partir del año 1990 con cuatro especies (variedades de cebolla, betarraga, zanahoria y tomate). A partir de 1991 se incorporaron otras variedades como ser: rabanito, brócoli y pepino. En 1994 se realizó un estudio de mercado para mejorar la comercialización y se decidió implantar parcelas demostrativas en diferentes zonas del país. A partir de 1996, a través de convenios, se procedió a la comercialización mediante intermediarios (proveedores de insumos agropecuarios) mediante créditos y consignación (Mumby, 1994). En 2002 se tomó la decisión de comercializar la semilla bajo una marca "Valle de Oro".

La comercialización también se realiza directamente a pequeños productores mediante la participación en ferias comunales y municipales en diferentes departamentos del país. Sin embargo, la red de distribuidores ha crecido hasta tener 120 distribuidores: Cochabamba (7 municipios), Santa Cruz (10 municipios), Chuquisaca (3 municipios), Oruro (10 municipios), Potosí (3 municipios) y La Paz (2 municipios).

Resultados y discusión

En base a las experiencias en producción se ha generado un calendario de producción que se muestra en el Cuadro 1. A partir de este calendario se tienen calendarios de actividades más detallados por especie y variedad. Asimismo, se han generado calendarios de aplicaciones fitosanitarias en función del cultivo y la variedad.

Cuadro 1. Calendario secuencial de actividades de producción en el CNPSH.

ESPECIE	VARIEDAD	PROPÓSITO	ENE				FEB				MAR				ABR				MAY				JUN				JUL				AGO				SEP				OCT				NOV				DIC																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
CEBOLLA	MIZQUEÑA	SEMILLA																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

La Figura 4 muestra los resultados de producción del CNPSH en las últimas gestiones, donde se puede ver el incremento en la producción total y la creciente importancia de los cooperadores para la producción del CNPSH.

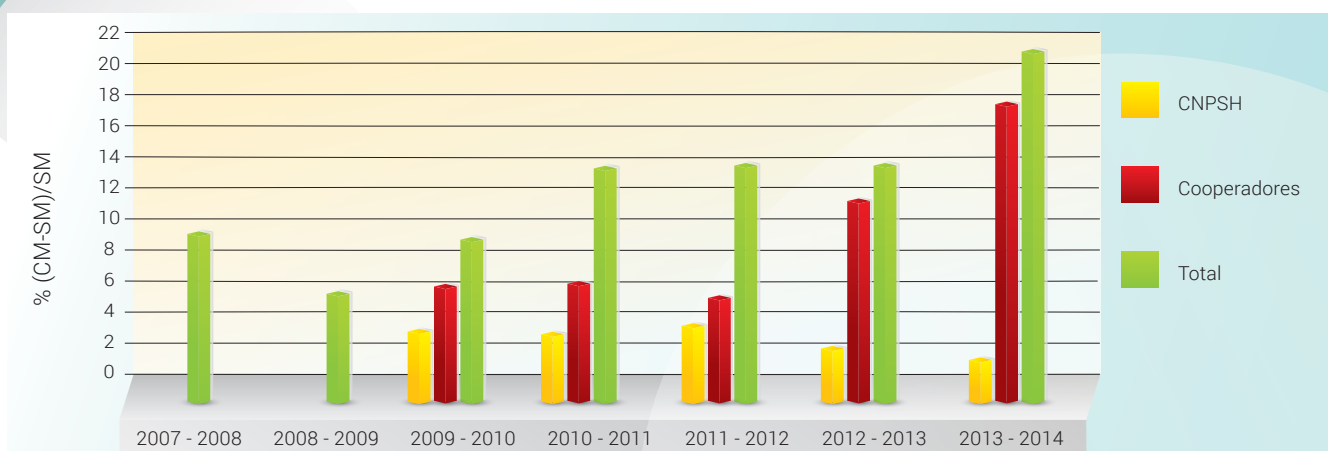


Figura 2. Evolución de la producción de semilla de hortalizas por gestión en el CNPSH.

Se puede observar que en la campaña 2013-2014 hubo un incremento en la producción de más del 50% respecto a la campaña anterior, lo que se explica principalmente por los altos rendimientos y alta producción de las variedades de cebolla Altiplano y Montenegro-1, tal como se observa en el Cuadro 2. Los rendimientos que se muestran en el Cuadro 2 muestran también una gran influencia del manejo que dan los agricultores a la producción en función de sus posibilidades de inversión, principalmente. Por otro lado, es evidente que también existen importantes diferencias en rendimiento dependiendo de la variedad considerada.

En lo que respecta a comercialización, el CNPSH comercializa 21 variedades en la actualidad. En algunos casos solamente se comercializa los stocks remanentes de variedades que ya no se producen, como la betarraga variedad Supermorada.

La Figura 5 muestra el historial de comercialización de semilla de hortalizas en el CNPSH y se puede observar un crecimiento sostenido, aunque se han experimentado gestiones con baja comercialización como las gestiones 2006 y 2009.

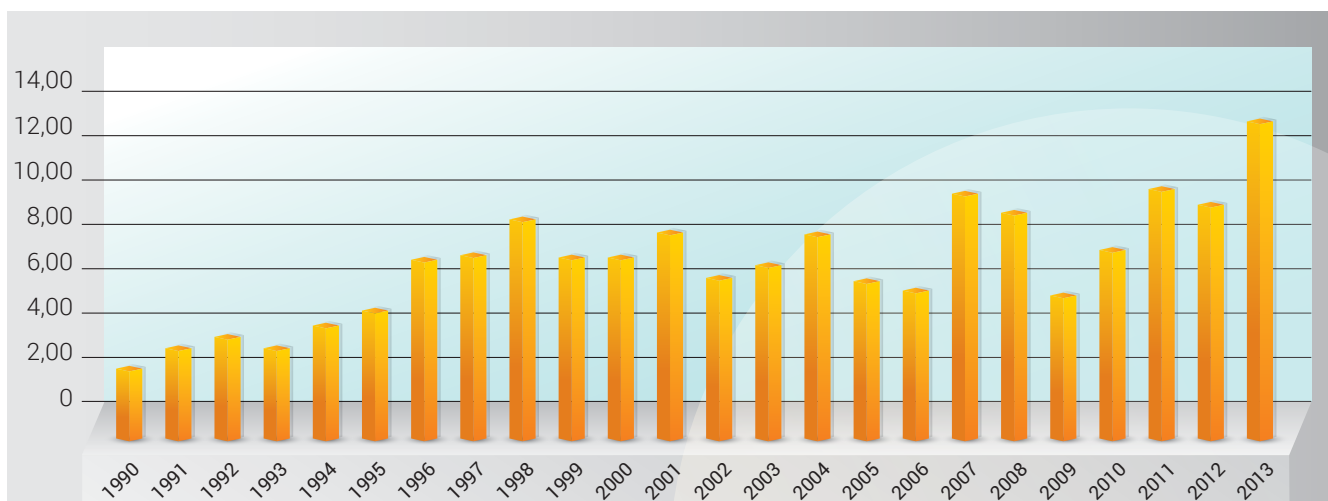


Figura 3. Evolución de la comercialización de semilla de hortalizas por gestión en el CNPSH.

Conclusiones

El CNPSH se ha establecido en sus 25 años de trayectoria como el principal proveedor de semilla de calidad de hortalizas producida en Bolivia. Los resultados de producción y comercialización sugieren que su participación en el mercado continuará creciendo siempre y cuando tenga la capacidad de adaptarse a las nuevas exigencias del mercado. El trabajo con cooperadores es un factor importante para explicar este crecimiento pues, como se puede observar en la Figura 4, el mayor volumen de producción en los últimos años proviene de cooperadores.

Las tecnologías generadas o apropiadas por el CNPSH para la producción de semilla aún son perfectibles y adaptables a diferentes condiciones y circunstancias. La información presentada en este trabajo no es una "receta" fija y más bien el interés del CNPSH es que estas experiencias sirvan como referencia para que las personas interesadas generen otras innovaciones relacionadas a la producción de hortalizas en general y de semillas de hortalizas en particular.

Literatura citada

- HEBBLETHWAITE, P. (1983). Producción moderna de semillas. Londres, Inglaterra: Butterworth & Co.
- MUMBY, G. (1994). Seed Marketing. Roma, Italia: FAO.
- SHINOHARA, S. (1977). Vegetable seed production method in tropical and subtropical countries. Tokyo, Japan: JICA.
- SHINOHARA, S. (1981). Principles of vegetable seed production. Tokyo, Japan: JICA.
- SHINOHARA, S. (1984). Vegetable seed production technology of Japan elucidated with respective variety development histories, particulars (Vol. I). Tokyo, Japan: JICA.
- SHINOHARA, S. (1989). Vegetable seed production technology of Japan elucidated with respective variety development histories, particulars (Vol. II). Tokyo, Japan: JICA.

Manejo Integrado de Plagas

El M.I.P. es la cuidadosa consideración de todas las técnicas disponibles para combatir las plagas y posterior integración de medidas apropiadas, que disminuyen el desarrollo de poblaciones de plagas y mantienen el empleo de plaguicidas y otras intervenciones a niveles económicamente justificados y que reducen al mínimo los riesgos para la salud humana y el ambiente.



INTEGRACIÓN DE BIOINSUMOS (TERRABIOSA) CON ESTRATEGIAS DE CONTROL DEL MILDIO DE LA CEBOLLA

Oscar Navia, Antonio Gandarillas, Noel Ortuño

Fundación PROINPA, Casilla Postal 4285, Cochabamba, Bolivia; e-mail: o.navia@proinpa.org



RESUMEN

Para la integración de bioinsumos (Terrabiosa) con estrategias de manejo del mildio de la cebolla, se estableció un ensayo en Cochabamba, Bolivia (2.700 msnm). Se utilizó el cultivar susceptible Criolla roja. El diseño fue el de bloques completos al azar con cinco tratamientos. Los tratamientos fueron: T1= Estrategia (Cabrio Top-Terrabiosa), T2= Estrategia (Cabrio Top- Polyram- Bellis), T3 = Estrategia (Ridomil-Dithane), T4 = Polyram, T5= testigo. Las estrategias de control mostraron un control eficiente del mildio. El control más eficiente y el mayor rendimiento y calidad se obtuvo con el tratamiento T1, seguido de T2. Es decir, en los tratamientos en los que se integró microorganismos benéficos contenidos en Terrabiosa, con estrategias de control del mildiu, se tuvo el control más eficiente de las enfermedades, y adicionalmente un mayor desarrollo, rendimiento y calidad. Constituye una estrategia para un manejo más eficiente y sostenible de las enfermedades y del cultivo.

Palabras clave: Mildio, peronospora destructor, terrabiosa, estrategias



ABSTRACT

To integrate bioproducts (Terrabiosa) with onion mildew management strategies, tests were established in Cochabamba, Bolivia (2700 m). Susceptible cultivar Criolla roja were used for this purpose. Complete Randomized Blocks design with five treatments was improved, T1= Strategy (Cabrio Top-Terrabiosa), T2= Strategy (Cabrio Top- Polyram- Bellis), T3 = Strategy (Ridomil-Dithane), T4 = Polyram, T5= experimental control. Strategies showed efficient control of mildew. The most efficient control and the highest performance and quality were obtained with treatment T1, followed by T2. This means that treatments where beneficial microorganisms contained in Terrabiosa were jointed with mildew control strategies, showed more efficient disease control, and additionally, better development, performance and quality. This becomes as a strategy to improve efficient and sustainable management of crop diseases.

Keywords: Mildew, Peronospora destructor, Terrabiosa, strategies

INTRODUCCIÓN

Las hortalizas y en particular la cebolla es un cultivo muy importante en todo el mundo y en Bolivia. Sin embargo, los rendimientos en el país son muy bajos debido principalmente a la incidencia de enfermedades, siendo el más importante el mildio causado por *Peronospora destructor*. Si no son controlados, las pérdidas pueden llegar al 100%.

Experimentos realizados por PROINPA durante varias campañas agrícolas en diferentes zonas hortícolas del país han permitido desarrollar estrategias de manejo integrado del mildio (Navia *et al.*, 1996; Fernández-Northcote *et al.*, 1999, Navia *et al.*, 2009).

Objetivos

Integrar bioinsumos (Terrabiosa) con estrategias de manejo del mildio (*Peronospora destructor*) de la cebolla.

Materiales y métodos

Localización

El ensayo se estableció en la zona hortícola de Cochabamba (2700 msnm), Departamento de Cochabamba, Bolivia, zona caracterizada por presentar condiciones climáticas muy favorables para el cultivo y para la incidencia del mildio.

Datos meteorológicos

Se instaló un pluviómetro de lectura directa, efectuando las lecturas después de cada precipitación pluvial, y un termómetro de máxima y mínima.

Material vegetal

Se utilizó el cultivar Criolla Roja, susceptible al mildio, y el más difundido en la zona.

Bioinsumos y fungicidas

Se utilizó el bioinsumo TERRABIOSA, los fungicidas sistémicos Bellis, Cabrio Top, Ridomil Gold, y los fungicidas de contacto Polyram y Dithane.

Procedimiento experimental

El ensayo se estableció bajo el diseño experimental de bloques completos al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones.

Características de la unidad experimental:

Distancia entre surcos=0.2 m, Distancia entre plantas=0.1m, Largo del surco =10 m, N° de surcos /unid. exp.=15; Área de la unidad. Exp.=30 m², Distancia entre unid. exp.=1.0m, Área total del ensayo=800 m²

Tratamientos:

Los tratamientos fueron los siguientes:

Tratamientos	Estrategias
1	Estrategia (Cabrio Top - Terrabiosa)
2	Estrategia (Cabrio TopPolyram - Bellis)
3	Estrategia (Ridomil - Dithane)
4	Polyram
5	Testigo

Se utilizó el bioinsumo TERRABIOSA, mezcla de microorganismos benéficos (biofungicida y promotor de crecimiento), el cual se aplicó a la dosis de 10 litros/200 litros agua/ha.

La estrategia de control químico estuvo basada en la aplicación preventiva de fungicidas a los 15-30 días después del trasplante, antes de que aparezca el mildio; la alternancia de un fungicida sistémico y de contacto, frecuencias de aplicación de 7-14 días según las condiciones climáticas muy favorables a poco favorables respectivamente, y la no utilización de fungicidas sistémicos en más de tres oportunidades (Navia *et al.*, 1996; Fernández-Northcote *et al.*, 1999).

Evaluaciones:

Durante el ciclo del cultivo, cada siete días se determinó el grado de daño o porcentaje de follaje afectado por la enfermedad, para lo cual se utilizó una escala (1-100%). Las evaluaciones empezaron con la aparición de los primeros síntomas.

En la cosecha se evaluaron los surcos centrales de cada unidad experimental, eliminando los surcos laterales y descartando las plantas de los extremos para evitar efectos de bordura y arrastre de fungicidas. Se tomaron datos de rendimiento total y por categorías.

Análisis estadístico

Se realizó el respectivo análisis de varianza (Anova 2), y la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan ($P=0.05$), con los datos de grado de daño y rendimiento.

Resultados y discusión

Aplicación de los fungicidas

Se realizaron seis aplicaciones en los tratamientos T1, T2, T3, T4. El tratamiento T5 (Testigo), recibió dos aplicaciones en momentos críticos. Las aplicaciones las realizó el agricultor en las dosis recomendadas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Inicio y frecuencia de aplicaciones bajo cinco tratamientos de control del mildio de la cebolla. Cochabamba.

Días después (d)							
Trat	trasplante	30 d	14 d	14 d	7 d	14 d	14 d
T1		Cabrio Top	Terrabiosa	Cabrio Top	Terrabiosa	Cabrio Top	Terrabiosa
T2		Cabrio Top	Polyram	Cabrio Top	Polyram	Bellis	Polyram
T3		Ridomil	Dithane	Ridomil	Dithane	Ridomil	Dithane
T4		Polyram	Polyram	Polyram	Polyram	Polyram	Polyram
T5 (Test)		Ridomil	Dithane				

Grado de daño

Avance de la enfermedad

El control más eficiente del mildio se obtuvo con el tratamiento T1 (Estrategia con Cabrio Top-Terrabiosa), seguido del tratamiento T2 (Estrategia con Cabrio Top-Polyram-Bellis), y posteriormente los tratamientos T3 (estrategia Ridomil-Dithane) y T4 (Polyram). El testigo (T5) tuvo un porcentaje de daño alto (95 %) (Figura 1).

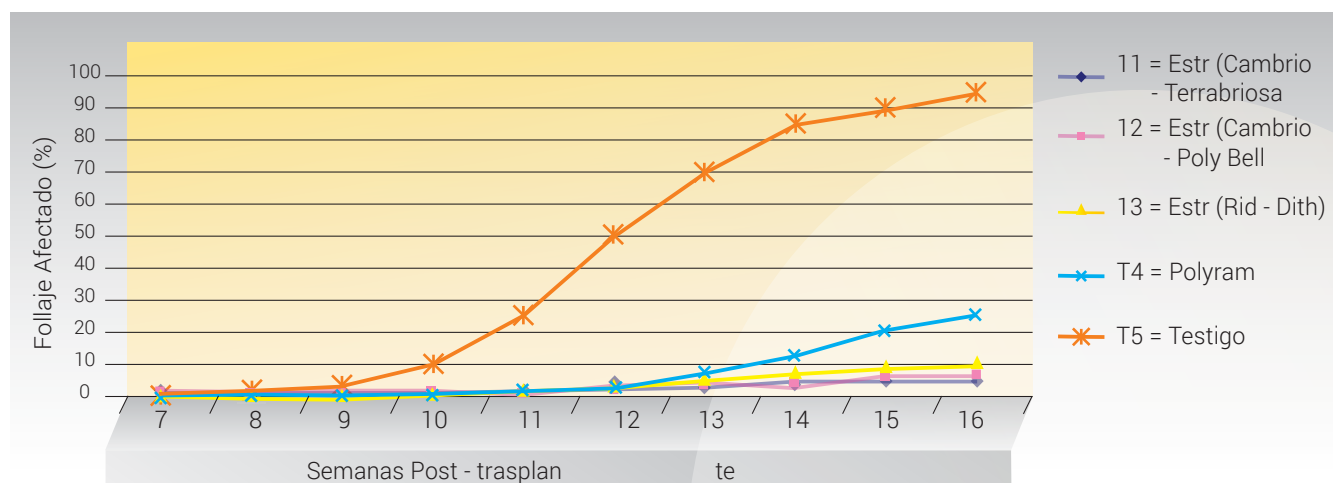


Figura 1. Avance de la enfermedad, bajo cinco tratamientos para el control del mildio de la cebolla - Cochabamba.

Rendimiento

Se obtuvo altos rendimientos (bulbo más follaje). Los mayores rendimientos, con diferencias estadísticas significativas, se obtuvo con el tratamiento T1 (Estrategia con Cabrio Top- Terrabiosa), seguido del tratamiento T2 (Estrategia con Cabrio Top-Polyram-Bellis), y posteriormente los tratamientos T3 (estrategia Ridomil-Dithane) y T4 (Polyram). El testigo (T5) mostró un rendimiento muy bajo. Con el tratamiento T1, se obtuvo incrementos de rendimiento de 15% más, con respecto al tratamiento T3 (Ridomil-Dithane). (Figura 3).

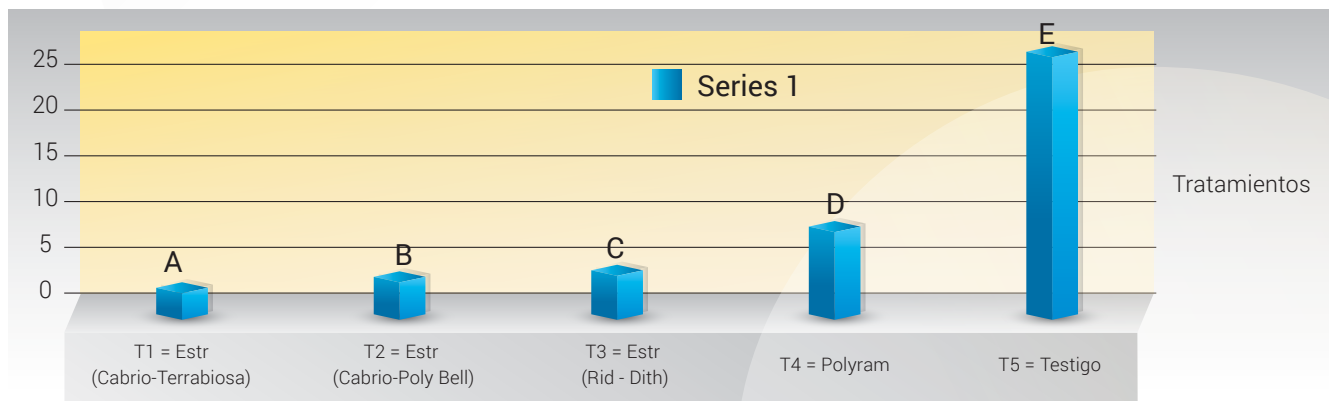


Figura 3. Rendimiento (t/ha), bajo cinco tratamientos de control del mildio de la cebolla. Cochabamba. Los valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de comparación múltiple de medias de Duncan ($P=0.05$).

Efecto de los tratamientos en el desarrollo del cultivo y la calidad de la cebolla.

El mayor desarrollo de las plantas (tamaño y área foliar de las plantas), y los mayores rendimientos en la categoría Primera, se obtuvieron con el tratamiento T1, seguido de T2, con respecto a los otros tratamientos y el testigo. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Desarrollo (Tamaño y área foliar de las plantas) y Rendimiento por categorías (%), bajo cinco tratamientos de control del mildio de la cebolla. Cochabamba.

Tratamientos	Área foliar a floracion (%)	Tamaño de las plantas a floracion (cm)	Rendimiento (Bulbo + Follaje)/ Categorías		
			Primera	Segunda	Tercera
T1 =Estrategia (Cabrio-Terrabiosa)	100	90	60	31	9
T2 = Estrategia (Cabrio-Polyram-Bellis)	100	85	55	29	16
T3 = Estrategia (Ridomil-Dithane)	90	80	45	35	20
T4= Polyram	80	75	30	40	30
T5= Testigo	70	70	20	35	45



Conclusiones

- Las condiciones climáticas fueron muy favorables para el desarrollo del cultivo de cebolla y del mildio, lo cual permitió una buena evaluación de los tratamientos.
- Las estrategias probadas tuvieron un control eficiente del mildio. El mayor desarrollo del cultivo (tamaño y área foliar de las plantas), los mayores rendimientos y calidad de los bulbos (categoría primera), se obtuvieron con el tratamiento T1 (Estrategia Cabrio Top-Terrabiosa). Con este tratamiento se obtuvieron incrementos de rendimiento de 15% más, con respecto al tratamiento T3 (Ridomil-Dithane).
- Es decir, en los tratamientos en los que se integró microorganismos benéficos contenidos en Terrabiosa, con estrategias de control del mildio, se tuvo el control más eficiente de las enfermedades, y adicionalmente un mayor desarrollo, rendimiento y calidad. Constituye una estrategia para un manejo más eficiente y sostenible de las enfermedades y del cultivo.



Bibliografía citada

- AGRIOS, G.N. 1995. Fitopatología. Enfermedades de las plantas. Trad. Del inglés por Manuel Guzmán. Segunda edición. Editorial Limusa. México D.F.
- FERNANDEZ_NORTHCOTE.E.N., NAVIA, O., AND GANDARILLAS,A. 2000. Basis of strategies for chemical control of potato late blight developed by PROINPA in Bolivia. Fitopatología 35 (3): 137-149.
- NAVIA, O.; PLATA, G.; EQUIZE, H.; GABRIEL, J. & GANDARILLAS, A. 2009. Tizón tardío (*Phytophthora infestans*). En: Compendio de enfermedades, insectos, nematodos y factores abióticos que afectan el cultivo de papa en Bolivia. Fundación PROINPA, Cochabamba, Bolivia. 181 p.

RESUCITACIÓN Y SUBSECUENTE MULTIPLICACIÓN DE CÉLULAS ESTRESADAS NO CULTIVABLES DE *Ralstonia solanacearum* EN AGUA Y SUELO Y SU ROL EN PATOGENICIDAD EN TOMATE

Sergio D. Moreira Ascarrunz^{1*}, Tomohide Natsuaki² y Ryo Fukui²

Escuela Unida de Postgrado en Ciencias Agrícolas, Universidad de Agricultura y Tecnología de Tokio¹ y Departamento de Ciencias Bioproductivas, Facultad de Agricultura, Universidad de Utsunomiya²

*Autor para correspondencia. Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas, Km 23.5 Carretera Cochabamba - Oruro, Villa Montenegro • Cochabamba - Bolivia
Teléfono: +591-4-4385918. Email: sergio.moreira@iniaf.gob.bo • sermoreira@yahoo.com.



RESUMEN

Células de *Ralstonia solanacearum* fueron expuestas a estrés nutricional y a estrés por frío para inducir células no cultivables y estudiar su recuperación y subsecuente crecimiento en microcosmos de agua y suelo. También se examinó la patogenicidad de las células no cultivables en pruebas en invernadero. Ambos tipos de células estresadas no cultivables separadas de las células cultivables restantes mediante diluciones fueron capaces de incrementar en número de células cultivables en agua, una vez que el estrés había sido neutralizado, pese a la ausencia total de fuentes externas de nutrientes disponibles. En suelo, solamente las células estresadas por frío incrementaron en número de células cultivables, si se agregaban nutrientes al suelo. El incremento de células cultivables en agua fue acompañado por un incremento en copias de ADN, lo que indicó que hubo multiplicación celular involucrada en el incremento poblacional. Durante estos eventos, solamente las células estresadas por frío se recuperaron en términos de tamaño celular. Las células no cultivables inoculadas en un suelo con plántulas susceptibles de tomate causaron marchitez a niveles comparables a aquellos causados por concentraciones bajas de inóculo de células frescas no estresadas o de células estresadas cultivables. Estos resultados sugieren que células no cultivables de *Ralstonia solanacearum* pueden sobrevivir a estos tipos de estrés utilizando su reserva celular de nutrientes y pueden responder rápidamente a nutrientes externos para recuperar crecimiento celular y patogenicidad.

Palabras clave: Tomate, *Ralstonia solanacearum*, patogenicidad, células no cultivables



ABSTRACT

Cells of *Ralstonia solanacearum* were exposed to starvation and cold stress to induce non-culturable cells, and study their recovery and subsequent growth in water and soil microcosms.

Pathogenicity of such non-culturable cells also was examined in greenhouse tests. Both types of stressed non-culturable cells separated from the remaining culturable cells by dilutions were able to increase in culturable cell numbers in water after the stress was neutralized, despite total absence of external available nutrients sources. In soil, only cold stressed cells increased in culturable numbers if nutrients were added to the soil. Increase of culturable cells in water was accompanied by an increase of DNA copies, indicating that cell multiplication was involved in the population increase. During these events, only cold stressed-cells retrieved in size. Non-culturable cells inoculated to a soil planted with susceptible tomato seedlings caused wilting at levels comparable to low inoculum concentrations of fresh unstressed cells or stressed culturable cells. These results suggest that non-culturable cells can survive by using their cellular nutrient reserve and respond quickly to external nutrients to resume cell growth and pathogenicity.

Keywords: Tomato, *Ralstonia solanacearum*, pathogenicity, non-culturable cells

INTRODUCCIÓN

El patógeno de la marchitez bacteriana, *Ralstonia solanacearum* raza 1 biovar 3, es una bacteria habitante del suelo y distribuida ampliamente. Representa una seria amenaza para una variedad de cultivos, tanto en áreas donde la enfermedad ha sido reportada como en áreas donde tiene estatus cuarentenario (8). Además de su amplio rango de hospederos, es muy difícil de eliminar debido a su gran habilidad de sobrevivir (6).

Las investigaciones relacionadas a la supervivencia de esta bacteria se han centrado principalmente en los efectos del estrés nutricional y por bajas temperaturas, ya que la bacteria puede enfrentarse a ambos tipos de estrés en ambientes naturales (1, 4). Previamente se ha reportado que esta bacteria puede inducir marchitez después de largos periodos de estrés nutricional (1), que es capaz de multiplicarse en agua destilada estéril a bajas temperaturas (9) y que el estrés por frío afecta su virulencia al inducir células viables pero no cultivables (CVNC) (22). Sin embargo, los mecanismos o estrategias de supervivencia durante y después de condiciones estresantes permanecen poco claros y son sujeto de debate, así como la virulencia de las células estresadas (18).

El objetivo del presente estudio fue examinar la fisiología y comportamiento de células de *Ralstonia solanacearum* no cultivables estresadas nutricionalmente y estresadas por frío, con respecto a su supervivencia en agua y suelo y contrastar el efecto del estrés por bajas temperaturas con el nutricional. Posibles mecanismos subyacentes a estos comportamientos fueron investigados mediante de la cuantificación de copias de ADN por PCR en Tiempo Real y mediante la medición del tamaño celular. Adicionalmente, la patogenicidad de estas células estresadas no cultivables fue examinada al inocularlas a plántulas susceptibles de tomate.

Materiales y métodos

La cepa de *Ralstonia solanacearum* utilizada en el presente estudio fue la cepa mutante espontánea resistente a rifampicina 22R6 derivada de la cepa wild-type MAFF301522 (raza 1, biovar 3) originalmente aislada a partir de tomate.

Para inducir estrés nutricional sobre las células de la cepa 22R6, las suspensiones celulares preparadas fueron incubadas en botellas plásticas durante por lo menos 500 días a 28°C sin agitación. El estrés por frío fue inducido por incubación de la suspensión celular a 4°C durante por lo menos 100 días sin agitación.

La densidad celular de la cepa 22R6 fue enumerada durante los periodos de estrés en tres parámetros diferentes: (a) el conteo total de células verificadas bajo un microscopio óptico, (b) el número de células cultivables, y (c) el porcentaje de células respirando activamente.

Los inóculos fueron diluidos 106 veces en agua destilada estéril para eliminar todas las células cultivables remanentes y estas células fueron utilizadas como la fracción no cultivable del inóculo. En el presente estudio, los inóculos no diluidos se refieren como células estresadas cultivables, y los inóculos diluidos como células estresadas no cultivables.

Estos inóculos se inocularon en microcosmos de suelo y agua para evaluar su recuperación en términos de células cultivables, se realizó la cuantificación de ADN en microcosmos de agua mediante PCR en Tiempo Real y se evaluó el área celular mediante microscopía electrónica.

Finalmente, se inoculó la rizósfera de plántulas de tomate del cultivar susceptible "Momotaro" (Takii Co., Ltd., Kyoto, Japón) sembradas en suelo natural para evaluar la patogenicidad de las células no cultivables.



Resultados y discusión

Cuando el inóculo de células estresadas, ya sea nutricionalmente o por frío, no diluidas fueron transferidas a agua destilada estéril, la dinámica poblacional de las células cultivables siguió un patrón similar al de células frescas: el número de células cultivables superó 6.0 log UFC ml⁻¹ después de 7 días de incubación. La adición de nutrientes impulsó este crecimiento. Cuando los dos tipos de inóculo fueron diluidos para eliminar las células cultivables estresadas, el número de células cultivables se incrementó desde niveles no detectables hasta aprox. 6.1 log UFC ml⁻¹ en 2 días. En este caso la población cultivable después de 7 días de incubación fue cercana a las poblaciones correspondientes de células frescas, cuyas poblaciones cultivables permanecieron por encima de 8.0 log UFC ml⁻¹ durante toda la incubación independientemente de la presencia a ausencia de nutrientes.

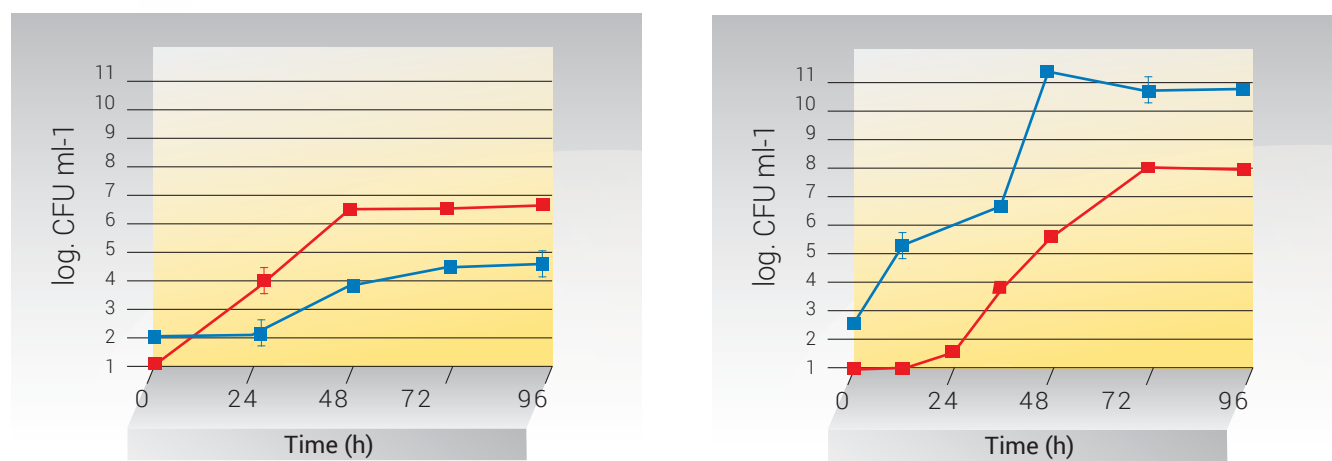


Figura 1. Cantidad de ADN expresada como equivalente al número de células cultivables (cuadrados blancos) y la correspondiente dinámica poblacional de las células cultivables (cuadrados negros) en agua destilada estéril después de la inoculación de células no cultivables estresadas nutricionalmente (A) o células no cultivables estresadas por frío (B). Cada punto representa la media de tres repeticiones y las barras de error representan una desviación estándar. El límite de detección para UFC fue de 1.0 log UFC ml⁻¹ y los datos por debajo del límite se graficaron a 1.0 log UFC ml⁻¹. El límite de detección para la cuantificación de ADN fue equivalente a 2.0 log UFC ml⁻¹.

Cuando el inóculo de células estresadas, ya sea nutricionalmente o por frío no diluidas fueron inoculadas a suelo, su dinámica poblacional siguió un patrón similar al de células frescas: el número de UFC se redujo ligeramente después de 14 días de incubación sin nutrientes y se incrementó por tres días para nivelarse gradualmente en la presencia de nutrientes. Cuando las células cultivables fueron removidas por dilución no se detectaron células cultivables durante los 14 días de incubación en el caso de células estresadas nutricionalmente y solamente las células estresadas por frío permitieron la recuperación de células cultivables con la adición de nutrientes.

La cuantificación de la recuperación de células estresadas nutricionalmente (Figura 3A) y por frío (Figura 3) mediante PCR en Tiempo Real evidenció un claro incremento en la cantidad de ADN. Las células estresadas por frío mostraron un mayor incremento en la cantidad de ADN, especialmente entre las 36 h y 48 h después de la inoculación.

Las células no cultivables de la cepa 22R6 tuvieron un área celular promedio de $0.30 \pm 0.13 \mu\text{m}^2$ después de 561 días de estrés nutricional (i.e. inmediatamente después de remover el estrés), y de $0.25 \pm 0.14 \mu\text{m}^2$ después de 110 días de estrés por frío (Figura 4A). En ambos casos el área celular fue considerablemente menor que la de células frescas sin estrés ($0.44 \pm 0.19 \mu\text{m}^2$). Durante las 48 h de recuperación (Figura 4B), las células no cultivables estresadas nutricionalmente exhibieron un incremento el número de células cultivables pero no un incremento en área celular, la cual finalizó con una media de $0.31 \pm 0.17 \mu\text{m}^2$ después de 48 horas de incubación. En contraste, las células no cultivables estresadas por frío crecieron hasta $0.46 \pm 0.19 \mu\text{m}^2$ en las 48 h de incubación (Figura 4A). Notablemente, las células estresadas por frío redujeron la relación largo-ancho después de más de 100 días de estrés (Figura 5E). Pasadas las 36 horas de recuperación algunos flagelos comenzaron a ser visibles (Figura 5D y Figura 5H).

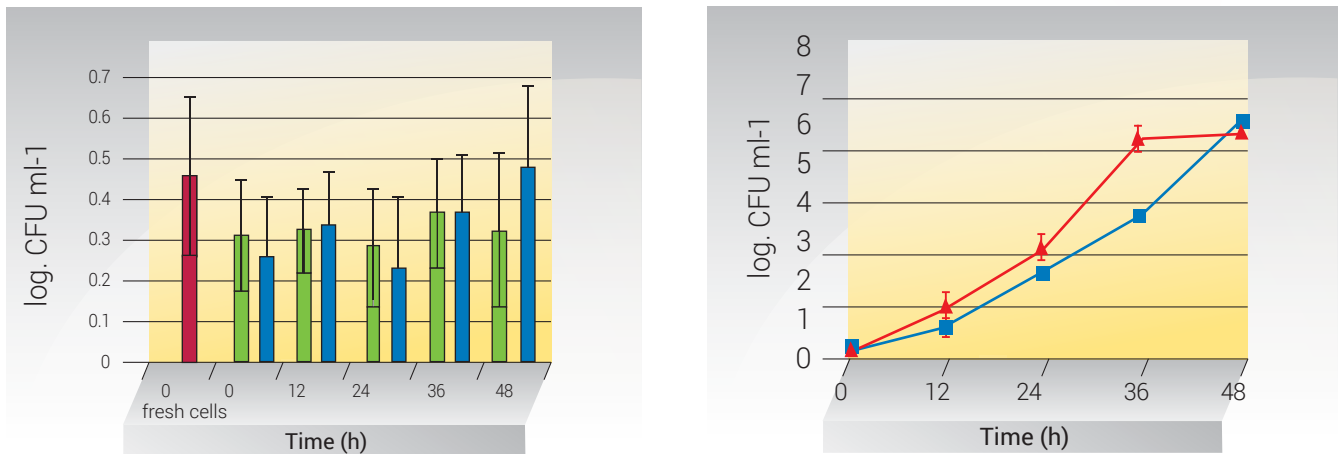


Figura 2. Variaciones de áreas celulares (A) y los números de células cultivables correspondientes (B) durante la recuperación y asepsia de células estresadas nutricionalmente (barras y símbolos blancos) o células estresadas por frío (barras y símbolos negros). También se muestra el área promedio de células no estresadas (barra gris). Las barras con la misma letra no son significativamente diferentes de acuerdo a la prueba DMS protegida de Fisher ($p=0.05$). Cada punto para los datos de UFC representa la media de tres repeticiones y los valores para áreas celulares representan valores medios de por lo menos 100 células. Las barras de error representan una desviación estándar. El límite de detección para UFC fue de 1.0 log UFC ml⁻¹ y los datos por debajo del límite se graficaron a 1.0 log UFC ml⁻¹.

Las plántulas inoculadas fueron infectadas por la cepa 22R6 cuando se inoculó a la rizosfera inóculos estresados conteniendo solamente células no cultivables. Las frecuencias de infección (12% y 15% para células no cultivables estresadas nutricionalmente y por frío, respectivamente) fueron comparables a las frecuencias de infección obtenidas con inóculos que contenían 3.0-4.0 log CFU ml⁻¹ de células frescas cultivables (16%-17%). Adicionalmente, 5% y 10% de las plantas inoculadas con células no cultivables estresadas nutricionalmente y por frío, respectivamente, estaban infectadas en las secciones apicales del tallo, representando plantas severamente infectadas.

Las células no cultivables de *Ralstonia solanacearum* estresadas nutricionalmente y por frío fueron capaces de resucitar y multiplicarse en agua sin necesidad de fuentes externas de nutrientes una vez neutralizadas las fuentes de estrés. Esto se demostró con la reaparición e incremento de UFC y por el incremento de copias de ADN. Sin embargo, esto por sí mismo no explica el mecanismo detrás de la multiplicación. Una explicación posible es que las células pudieron dividirse utilizando su contenido celular y reduciéndose en tamaño. Ha sido bien documenta en ambientes oligotróficos son más pequeñas (3) y que pueden reducir su tamaño en ambientes estresantes (14). Se ha reportado que estas células enanas se tienen menos de 0.3 μm de tamaño y que se encuentran abundantemente en el suelo (2). El presente estudio encontró células más pequeñas después de ambos tipos de estrés.

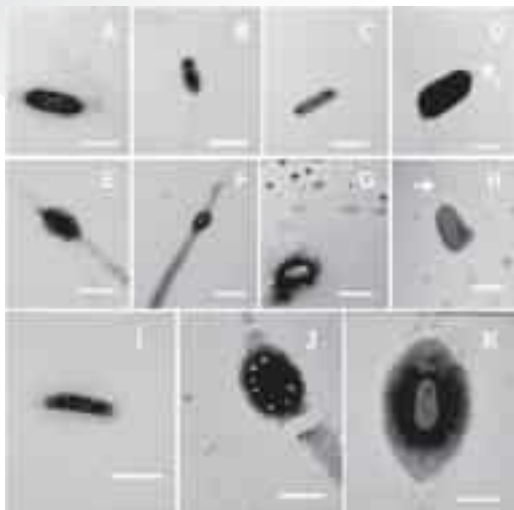


Figura 3. Variación en el tamaño y la morfología celular de la cepa 22R6 después de más de 500 días de estrés nutricional (A) o más de 100 días de estrés por frío (E) y después de 12 h, 24 h, 36 h, y 48 h de recuperación del estrés nutricional (B, C, D e I, respectivamente) o del estrés por frío (F, G, H y J, respectivamente). Una célula fresca en la fase de crecimiento exponencial (24 h en caldo BG) con sustancias similares a una capsula y/o a PSE alrededor de la célula se muestra para fines de comparación (K). Las barras representan 1 µm. Las flechas indican flagelos observados en algunas células después de 36 h del proceso de recuperación.

La observación de células con flagelos durante el proceso de recuperación indica que parte de la población resucitada es motil. Esto ha sido relacionado a la virulencia de esta bacteria, además que la motilidad se incrementó con la densidad celular en un medio mínimo (29). Estudios de biofilms también han demostrado que células bacteriana planctónicas con flagelos y capaces de quimio taxis se generan solamente en ambientes oligotróficos (5, 11, 17, 21). Los resultados de este estudio sugieren que las células estresadas no cultivables preservaron sus maquinarias genéticas y metabólicas para mantener y regenerar sus flagelos, siendo capaces de moverse a través de la solución del suelo e invadir las raíces del hospedero al responder a los exudados radiculares.

Cuadro 1. Incidencia de infección verificada por reaislamiento de la cepa 22R6 a partir de tallos de plántulas de tomate inoculadas con inóculo fresco y estresado conteniendo diferentes cantidades de células cultivables.

Tipo de células en el inóculo	UFC al momento de la inoculación (log UFC ml ⁻¹)	Número de plántulas inoculadas ^a	Porcentaje de detección de la cepa 22R6 en tallo ^b		
			Parte basal	Parte media	Parte apical
Frescas	8.0	19.8 (4.6)	74.2 a	66.5 a	58.0 a ^c
Frescas	5.0	19.0 (6.2)	29.0 bc	27.0 bc	24.2 b
Frescas	4.0	22.7 (2.9)	17.5 bc	16.5 bc	13.7 bc
Frescas	3.0	24.2 (3.0)	16.2 bc	15.2 bc	12.5 bc
Estresadas nutricionalmente	5.6	23.5 (10.0)	35.2 b	31.0 b	23.2 b
Estresadas nutricionalmente (diluidas)	0.0	29.2 (4.5)	11.7 c	8.4 c	4.7 c
Estresadas con frío	4.8	22.5 (7.8)	22.5 bc	13.5 bc	9.0 bc
Estresadas con frío (diluidas)	0.0	20.7 (2.0)	15.5 bc	12.2 bc	10.0 bc

^a Se muestra la media con el desvío estándar entre paréntesis

^b Media de cuatro repeticiones

^c Tratamientos con la misma letra en cada columna no tuvieron diferencias significativas (p=0.05) de acuerdo la prueba DMS protegida de Fisher

En general, se ha indicado que la presencia de nutrientes es el factor más crítico que afecta la supervivencia y crecimiento bacterianos en el suelo (23). Los resultados de los experimentos utilizando microcosmos de suelo confirmaron que la disponibilidad de nutrientes es el factor limitante para que las células cultivables recuperen la capacidad de multiplicarse en suelo.

Se ha reportado en Europa que poblaciones naturales de *Ralstonia solanacearum* no fueron detectadas en invierno pero se tornaron detectables con métodos tradicionales en muestras de suelo y agua en verano (4, 22). Los resultados del presente estudio indican que *R. solanacearum* se torna no cultivable y por lo tanto no detectable cuando es expuesta a bajas temperaturas prolongadamente y recupera sus capacidades de multiplicación en suelo a 28°C. Sin embargo, la respuesta de células estresadas por frío fue notablemente diferente de células estresadas nutricionalmente ya que solo las primeras se recuperaron y multiplicaron en suelo enriquecido con nutrientes. Esto sugiere que el estrés nutricional es más severo que la baja temperatura por sí misma, aunque eso no se refleje durante el periodo de estrés en agua.

Finalmente, se ha reportado que para plantas de tomate *Ralstonia solanacearum* ha retenido su virulencia después de estrés nutricional (1) y que ha perdido su virulencia al perder la habilidad de multiplicarse (18). En el presente estudio, células no cultivables estresadas tanto nutricionalmente o por frío infectaron a las plantas hospedero con la misma severidad. En años recientes, la presencia de una cantidad finita de "células persistentes" preformadas se ha postulado para explicar infecciones bacterianas latentes, células no cultivables y otros fenómenos de supervivencia en bacterias (16). Es válido asumir que tales "células persistentes" de *Ralstonia solanacearum* pueden también estar involucradas en sus respuestas a estreses ambientales.



Literatura citada

- ÁLVAREZ B., M. M. LOPEZ, AND E. G. BIOSCA. 2008. Survival strategies and pathogenicity of *Ralstonia solanacearum* phylotype II subjected to prolonged starvation in environmental water microcosms. *Microbiology* 154:3590-3598.
- BAE H. C., E. H. COTA-ROBLES, AND L. E. CASIDA. 1972. Microflora of soil as viewed by transmission electron microscopy. *Appl. Environ. Microbiol.* 23:637-648.
- BYRD J. J. 2000. Morphological changes leading to the nonculturable state, p. 7-18. In R.R. Colwell, and D.J. Grimes (eds.), *Nonculturable microorganisms in the environment*. ASM Press, Washington D.C.
- CARUSO P., J. L. PALOMO, E. BERTOLINI, B. ALVAREZ, M. M. LOPEZ, AND E. G. BIOSCA. 2005. Seasonal variation of *Ralstonia solanacearum* biovar 2 populations in a Spanish river: Recovery of stressed cells at low temperatures. *Appl. Environ. Microbiol.* 71:140-148.
- COSTERTON J. W., AND P. S. STEWART. 2001. Battling biofilms. *Sci. Am.* 285:74-81.
- COUTINHO T. A. 2005. Introduction and prospectus on the survival of *R. solanacearum*, p. 29-38. In C. Allen, P. Prior, and A.C. Hayward (eds.), *Bacterial wilt disease and the Ralstonia solanacearum species complex*. American Phytopathological Society (APS Press), St. Paul, MN.
- DENNY T. 2006. Plant pathogenic *Ralstonia* species, p. 573-644-644. In S.S. Gnanamanickam (ed.), *Plant-Associated Bacteria*. Springer Netherlands, Dordrecht.
- ELPHINSTONE J. G. 2005. The current bacterial wilt situation: a global overview, p. 9-28. In C. Allen, P. Prior, and A.C. Hayward (eds.), *Bacterial wilt disease and the Ralstonia solanacearum species complex*. American Phytopathological Society (APS Press), St. Paul, MN.
- VAN ELSAS J. D., P. KASTELEIN, P. M. DE VRIES, AND L. S. VAN OVERBEEK. 2001. Effects of ecological factors on the survival and physiology of *Ralstonia solanacearum* bv. 2 in irrigation water. *Can. J. Microbiol.* 47:842-854.

- FUKUI R., M. M. SCHROTH, M. HENDSON, AND J. G. HANCOCK. 1994. Interaction between strains of pseudomonads in sugar beet spermospheres and their relationship to pericarp colonization by *Pythium ultimum* in soil. *Phytopathology* 84:1322.
- FUKUI R. 2003. Suppression of soilborne plant pathogens through community evolution of soil microorganisms. *Microbes Environ.* 18:1-9.
- IBEKWE A. M., C. GRIEVE, S. PAPIERNIK, AND C. YANG. 2009. Persistence of *Escherichia coli* O157:H7 on the rhizosphere and phyllosphere of lettuce. *Lett. Appl. Microbiol.* 49:784-790.
- KASUYA M., A. R. OLIVIER, Y. OTA, M. TOJO, H. HONJO, AND R. FUKUI. 2006. Induction of soil suppressiveness against *Rhizoctonia solani* by incorporation of dried plant residues into soil. *Phytopathology* 96:1372-1379.
- KIEFT T. L. 2000. Size matters: Dwarf cells in soil and subsurface terrestrial environments, p. 19-47. In R.R. Colwell, and D.J. Grimes (eds.), *Nonculturable microorganisms in the environment*. ASM Press, Washington D.C.
- KNIGHT I. T. 2000. Molecular genetic methods for detection and identification of viable but nonculturable microorganisms, p. 77-86. In R.R. Colwell, and D.J. Grimes (eds.), *Nonculturable microorganisms in the environment*. ASM Press, Washington D.C.
- LEWIS K. 2007. Persister cells, dormancy and infectious disease. *Nat. Rev. Micro.* 5:48-56.
- Marshall K. C. 1992. Biofilms: An overview of bacterial adhesion, activity, and control at surfaces. *Am. Soc. Microbiol. News* 58:202-207.
- MILLING A., F. MENG, T. P. DENNY, AND C. ALLEN. 2009. Interactions with hosts at cool temperatures, not cold tolerance, explain the unique epidemiology of *Ralstonia solanacearum* race 3 biovar 2. *Phytopathology* 99:1127-1134.
- NYSTRÖM T. 2003. Nonculturable bacteria: programmed survival forms or cells at death's door? *Bioessays* 25:204-211.
- OLIVER J. D. 2010. Recent findings on the viable but nonculturable state in pathogenic bacteria. *FEMS Microbiol. Rev.* 34:415-425.
- O'TOOLE G., H. B. KAPLAN, AND R. KOLTER. 2000. Biofilm formation as microbial development. *Annu. Rev. Microbiol.* 54:49-79.
- VAN OVERBEEK L. S., J. H. W. BERGERVOET, F. H. H. JACOBS, AND J. D. VAN ELSAS. 2004. The low-temperature-induced viable-but-nonculturable state affects the virulence of *Ralstonia solanacearum* biovar 2. *Phytopathology* 94:463-469.
- PIELACH C. A., D. P. ROBERTS, AND D. Y. KOBAYASHI. 2008. Metabolic behavior of bacterial biological control agents in soil and plant rhizospheres. *Adv. Appl. Microbiol.* 65:199-215.
- POSAS M. B., K. TOYOTA, AND T. M. ISLAM. 2007. Inhibition of bacterial wilt of tomato caused by *Ralstonia solanacearum* by sugars and amino acids. *Microbes Environ.* 22:290-296.
- POUSSIER S., AND J. LUISETTI. 2000. Specific detection of biovars of *Ralstonia solanacearum* in plant tissues by nested-PCR-RFLP. *Eur. J. Plant Pathol.* 106:255-265-265.
- SAILE E., J. A. MCGARVEY, M. A. SCHELL, AND T. P. DENNY. 1997. Role of extracellular polysaccharide and endoglucanase in root invasion and colonization of tomato plants by *Ralstonia solanacearum*. *Phytopathology* 87:1264-1271.
- WAKIMOTO S., I. UTATSU, N. MATSUO, AND N. HAYASHI. 1982. Multiplication of *Pseudomonas solanacearum* in pure water. *Ann. Phytopath. Soc. Japan* 48:620-627.
- WELLER S. A., J. G. ELPHINSTONE, N. C. SMITH, N. BOONHAM, AND D. E. STEAD. 2000. Detection of *Ralstonia solanacearum* strains with a quantitative, multiplex, real-time, fluorogenic PCR (TaqMan) assay. *Appl. Environ. Microbiol.* 66:2853-2858.
- WOOD J., G. BEZANSON, R. GORDON, AND R. JAMIESON. 2010. Population dynamics of *Escherichia coli* inoculated by irrigation into the phyllosphere of spinach grown under commercial production conditions. *Int. J. Food. Microbiol.* 143:198-204.

COMPATIBILIDAD *IN VITRO* DE *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma koningiopsis* CON 12 FUNGICIDAS SINTÉTICOS

Noel Ortuño C.¹ Mayra Claros M.

¹Fundación PROINPA. Casilla 4285, Cochabamba - Bolivia. E-mail: proinpa@proinpa.org



RESUMEN

Algunos agrotóxicos son altamente selectivos a los hongos benéficos y muchas veces pueden ser asociados a hongos benéficos y mejorar su efecto. El objetivo de este trabajo es determinar la compatibilidad de los aislados comerciales *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma koningiopsis* con 12 fungicidas inorgánicos. El mejor crecimiento de las cepas *T. harzianum* y *T. koningiopsis* se obtuvo con los fungicidas Acrobat e Infinito seguido de la cepa *T. koningiopsis* con Consentó. Las cepas *T. harzianum* y *T. koningiopsis* presentaron crecimiento en los fungicidas, Apache, Amistar-Top, Cabrio Top, Consentó, Infinito, Merpan y Polyram. Las cepas *T. harzianum* y *T. koningiopsis* no son compatibles con los fungicidas Tilt, Taspa, Helmistin, Propiconazole y Acrobat. El porcentaje de crecimiento de la cepa *T. harzianum* fue mayor que la cepa *T. koningiopsis* en presencia de fungicidas.

Palabras clave: Control biológico, compatibilidad plaguicida, *Trichoderma*



ABSTRACT

Some pesticides are highly selective for beneficial fungi and often can be associated with beneficial fungi and enhance their effect. The aim of this work is to determine the compatibility of commercial isolates *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma koningiopsis* with twelve inorganic fungicides. Best growth of *T. harzianum* and *T. koningiopsis* strains was treated with Acrobat and Infinito fungicides, followed by *T. koningiopsis* with Consentó. The strains *T. harzianum* and *T. koningiopsis* showed growth in fungicides Apache, Amistar-Top, Convertible Top, Consentó, Infinity, and Polyram Merpan. The strains *T. harzianum* and *T. koningiopsis* are not compatible with Tilt, Taspa, Helmistin, Propiconazole and Acrobat fungicides. The percentage of growth of the strain *T. harzianum* was greater than *T. koningiopsis* strain with fungicides.

Keywords: Biological control, pesticide compatibility, *Trichoderma*



INTRODUCCIÓN

Trichoderma posee resistencia innata a la mayoría de los agroquímicos incluyendo a los fungicidas. Sin embargo, el nivel de resistencia difiere entre cepas. Algunas líneas seleccionadas o modificadas para ser resistentes a agroquímicos específicos. La mayoría de productores de cepas de este hongo destinadas a control biológico poseen información relacionada con la susceptibilidad o resistencia a un amplio rango de agroquímicos (revisado por Páez O, 2006).

La acción de los productos fitosanitarios sobre el hongo puede variar en función de la especie y línea del hongo, de la naturaleza química de los productos y de las dosis utilizadas. Estos productos pueden actuar inhibiendo el crecimiento vegetativo, la conidiogénesis y la esporulación de los organismos e incluso causar mutaciones genéticas. (Alves S., 1998).

El mismo autor indica, que es necesario utilizar productos selectivos que no afecten el equilibrio en el ecosistema. Algunos agrotóxicos son altamente selectivos a los hongos benéficos y muchas veces pueden ser asociados a hongos benéficos y mejorar su efecto. Por todo lo anteriormente mencionado el objetivo de este trabajo es determinar la compatibilidad de los aislados comerciales *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma koningiopsis* con 12 fungicidas inorgánicos.



Materiales y métodos

Material biológico

Se utilizó *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma koningiopsis* cepas comerciales de BIOTOP SRL.

Material de laboratorio

Placas Petri, medio PDA, incubadora a 20°C, autoclave, marcador, regla, sacabocados de 5 mm, libreta de apuntes.

Doce fungicidas: Apache, Tilt, Taspas, Amistar-Top, Infinito, Helmistin, Consentio, Cabrio Top, Propiconazole, Polyram, Acrobat y Merpan.

Métodos

Preparación en medio sólido

Para las pruebas de validación del efecto tóxico de productos fitosanitarios in vitro pueden ser realizados en medios de cultivo sólidos o líquidos. Para el caso de medios de cultivo sólidos, la metodología consiste básicamente en la adición de los productos químicos en dosis preestablecidas al medio de cultivo todavía no solidificado. (Alves S., 1998).

La dosis del fungicida inorgánico utilizado en esta prueba fue la dosis máxima recomendada por el fabricante de cada tipo de fungicida. Se procedió a la incorporación del fungicida bajo condiciones asépticas cuando el medio PDA alcanzó una temperatura de 40°C. Se dispensaron en placas petri dejándolas reposar por 24 hrs.

Siembra de los aislados de *T. harzianum* y *T. koningiopsis*.

La inoculación del hongo en el medio de cultivo se realizó cortando círculos de 5 mm de diámetro con un sacabocados de vidrio esterilizado de una placa sembrada previamente con las cepas de *T. harzianum* y *T. koningiopsis*. Estos círculos se procedieron a sembrar con una aguja enmangada ubicando cada círculo en medio de la placa petri. (Fig. 1).



Figura 1. Siembra de *T. harzianum* y *T. koningiopsis* con los diferentes fungicidas

Tratamientos

T. harzianum con Polyram, Merpan, Acrobat, Apache, Tilt, Taspa, Amistar-Top, Infinito, Helmistin, Consentio, Cabrio Top y Propiconazole.

T. koningiopsis con Polyram, Merpan, Acrobat, Apache, Tilt, Taspa, Amistar-Top, Infinito, Helmistin, Consentio, Cabrio Top y Propiconazole.

Análisis de datos

El diseño empleado fue completamente aleatorio con dos repeticiones, cada placa Petri constituyó una unidad experimental.

Análisis estadístico

El porcentaje de crecimiento se analizó de acuerdo al siguiente modelo estadístico.

$$y_{ijk} = \mu + \alpha_j + \theta_k + \gamma_{jk} + \xi_{k(ij)}$$

- $i =$ 1,2; unidades experimentales por tratamiento
 $j =$ 1,2,3,4,5...12; fungicidas
 $k =$ 1,2 cepas
 $y_{ijk} =$ Porcentaje de crecimiento en la i-esima unidad experimental con el j-esimo fungicida y la k-esima cepa.
 $\mu =$ Media general
 $\alpha_j =$ Efecto fijo del j-esimo fungicida
 $\theta_k =$ Efecto fijo de la k-esima cepa
 $\gamma_{jk} =$ Efecto fijo de la interacción entre el j-esimo fungicida y la k-esima cepa.
 $\xi_{k(ij)} =$ Efecto aleatorio de los residuales

Variables de respuesta

La variable de respuesta fue el crecimiento de *T. harzianum* y *T. koningiopsis* medido en centímetros.

Resultados y discusión

Velocidad de crecimiento

Para la velocidad de crecimiento se hizo agrupaciones mediante el análisis de Cluster de los que presentaron crecimiento frente a los que no presentaron crecimiento. La figura 2 muestra los que presentaron crecimiento en color verde.

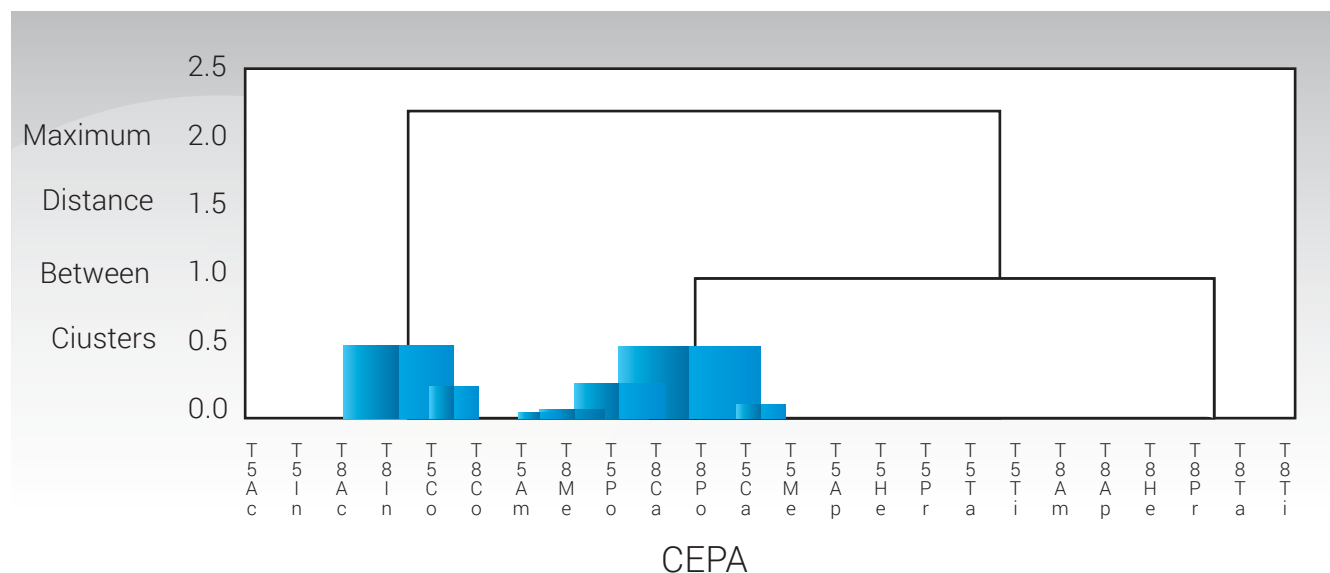


Figura 2. Cluster de agrupaciones de crecimiento de *T. harzianum* y *T. koningiopsis*.

El análisis de varianza (Cuadro 1, Figura 3) se realizó con los tratamientos que presentaron crecimiento, este muestra que existen diferencias significativas entre cepas ($Pr < 0,05$) lo cual indica que las dos cepas probadas presentan un porcentaje de crecimiento diferente. También existen diferencias significativas entre los fungicidas ($Pr < 0,05$), siendo el resultado esperado porque son fungicidas con diferentes principios activos. Al mismo tiempo la interacción cepa fungicida presenta diferencias significativas ($Pr < 0,05$) lo que indica que al menos una cepa con un fungicida presenta un porcentaje de crecimiento diferente.

Fuente	Gl	Suma de cuadrados	Cuadrado de medias	Valor de F	Pr > F
Cepa	1	0.85131979	0.85131979	7.51	0.0160
Fungicida	6	7.136.223.765	1.189.370.628	104.85	<.0001
Cepa*Fungicida	6	339.253.711	0.56542285	4.98	0.0063

Coefficiente de variación 10.512 R-Cuadrada 0.979428



Figura 3. Compatibilidad de *T. harzianum* y *T. koningiopsis* con los diferentes fungicidas

Según las medias de las cepas (cuadro 2) (Fig. 4), el porcentaje de crecimiento de la cepa *T. harzianum* (Fig. 5), fue mayor que la cepa *T. koningiopsis*. A pesar que la cepa *T. harzianum* en la multiplicación masiva presenta menor rendimiento en esporas comparada a la cepa *T. koningiopsis* es muy importante considerar que el crecimiento fue mayor en condiciones de estrés con fungicidas.

Cuadro 2. Comparación de medias entre cepas

Cepa	Crecimiento
<i>Trichoderma harzianum</i>	5,26
<i>Trichoderma koningiopsis</i>	4,81

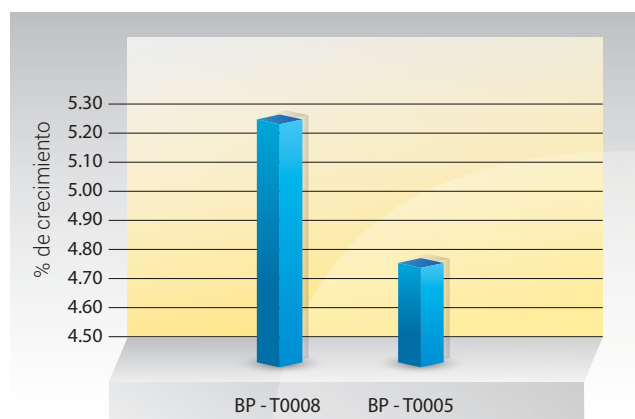


Figura 4. Crecimiento de las cepas de *T. harzianum* y *T. koningiopsis*



Figura 5. Compatibilidad del aislado *T. harzianum* con los diferentes fungicidas

Las medias entre fungicidas (Fig. 6), el porcentaje de crecimiento de los fungicidas Acrobat e Infinito son superiores al resto de los fungicidas probados (Fig. 6). Siguiendo de muy cerca el fungicida Consento. Los fungicidas Cap_Top, Merpan, Polyram y Ami-Top tuvieron un crecimiento bajo no siendo compatibles con las cepas *T. harzianum* y *T. koningiopsis*.

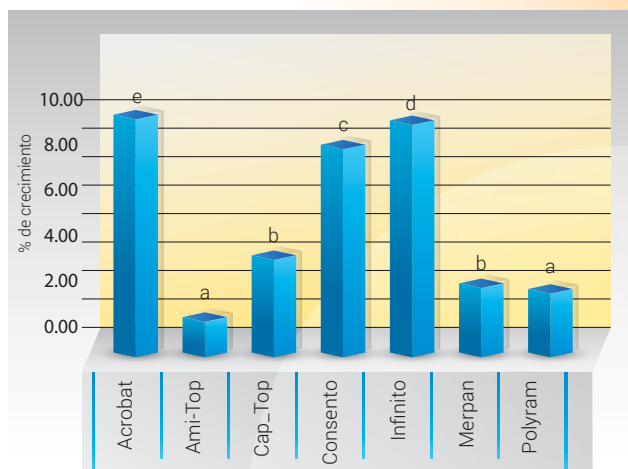


Figura 6. Crecimiento de las cepas *T. harzianum* y *T. koningiopsis* en fungicidas

En la Figura 7 la interacción entre las cepas con los fungicidas nos indica que las cepas *T. harzianum* y *T. koningiopsis* (Fig. 7 y 8) presentan los mayores valores cuando son combinadas con los fungicidas Acrobat e Infinito. En el caso de la cepa *T. koningiopsis* tiene el mismo comportamiento con el fungicida Consento. Siendo la cepa *T. harzianum* la que presenta mayor crecimiento con los fungicidas.

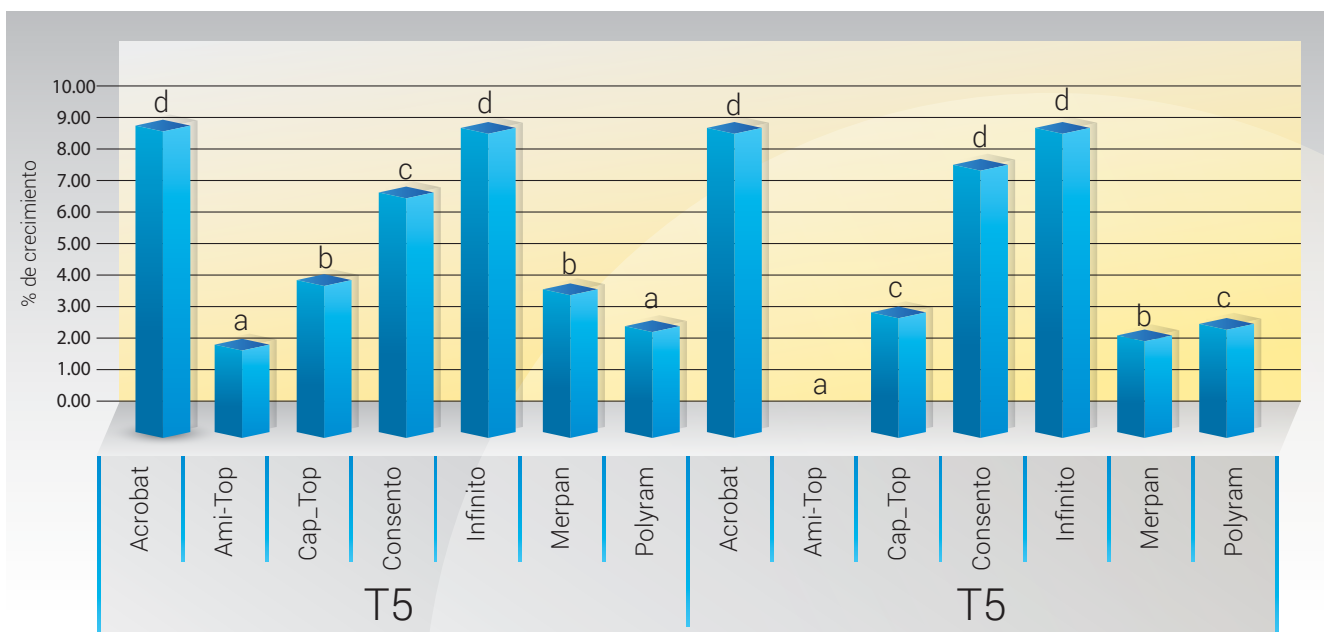


Figura 7. Compatibilidad de las cepas de *T. harzianum* y *T. koningiopsis* con los diferentes fungicidas



Figura 8. Compatibilidad de los aislados *T. harzianum* y *T. koningiopsis* con Acrobat

Las pruebas de validación del efecto tóxico de productos fitosanitarios in vitro pueden ser realizados en medios de cultivo sólidos o líquidos. Para el caso de medios de cultivo sólidos, la metodología consiste básicamente en la adición de los productos químicos en dosis preestablecidas al medio de cultivo todavía no solidificado. (Alves S., 1998). Los resultados reflejan la teoría expuesta por Alves, 1998 obteniéndose incompatibilidades y compatibilidades de las cepas *T. harzianum* y *T. koningiopsis* y de los diferentes fungicidas probados. Es el caso de la mejor compatibilidad de Acrobat e Infinito con las cepas *T. harzianum* y *T. koningiopsis*



Conclusiones

Por todo lo anteriormente expuesto se concluye que:

- El mejor crecimiento de las cepas *T. harzianum* y *T. koningiopsis* se obtuvo con los fungicidas Acrobat e Infinito. Seguido de la cepa *T. koningiopsis* con Consentio.
- Las cepas *T. harzianum* y *T. koningiopsis* presentaron crecimiento en los fungicidas, Apache, Amistar-Top, Cabrio Top, Consentio, Infinito, Merpan y Polyram.
- Las cepas *T. harzianum* y *T. koningiopsis* no presentaron crecimiento en los fungicidas Tilt, Taspá, Helmistin, Propiconazole y Acrobat. Por lo cual no son compatibles con estos fungicidas.
- El porcentaje de crecimiento de la cepa *T. harzianum* fue mayor que la cepa *T. koningiopsis* en presencia de fungicidas.



Literatura citada

- ALVES S.B., MOINO JR. A. Y ALMEIDA J.E.M. 1998. Productos Fitosanitarios y Entomopatógenos en Alves S.B. 1998 Control Microbiano de Insectos. 2da Edición. FEALQ. Sao Paulo Brasil Cap. 8
- MARTÍNEZ M., 2001 Libro de agricultura orgánica. Bogotá pp. 20, 186, 191, 192.
- PÁEZ O., 2006 (en línea). Uso Agrícola del Trichoderma. Consultado el 1 de marzo del 2008. Disponible en: <http://www.soilfertility.com/trichoderma/espagnol/index.html>

Biodiversidad Hortícola

En el campo se conserva y observa una gran diversidad de especies hortícolas que las familias cultivan como hortalizas de fruto: tomate, pepino, pimentón, las de hoja: lechuga, cilantro, espinaca, acelga, cebolla y col; de aprovechamiento de raíz se consideran: betarraga, rabano y zanahoria, las de inflorescencia: coliflor y brocoli, entre otras. Esta biodiversidad agrícola es imprescindible para combatir el hambre y la pobreza



AGROECOSISTEMAS DEL PN-ANMI SERRANÍA DEL IÑAO COMO CENTRO DE ORIGEN Y DIVERSIDAD DE CULTIVOS NATIVOS

Martha Churqui Fuentes¹ & Ariel Angel Cespedes Llave¹

¹ Proyecto BEISA3 - Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. Casilla Postal 1046, Calle Calvo N°132, Chuquisaca, Bolivia • email: mar_300389@hotmail.com

*autor de correspondencia

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en seis comunidades, las cuales están en el área de amortiguación del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao (PN-AMNI), con ubicación al noreste del departamento de Chuquisaca, comprende parte de los municipios de Villa Vaca Guzmán, Monteagudo, Padilla y Villa Serrano. El objetivo fue evaluar la diversidad y centros de origen de plantas cultivadas en los agroecosistemas productivos de la agricultura familiar en seis comunidades PN-ANMI Serranía del Iñao, para generar información base que apoye al diseño de un modelo de producción agroecológica, fortaleciendo de esta manera la seguridad y soberanía alimentaria de las familias productoras. Se han identificado un total de 140 plantas cultivadas entre especies y variedades, de los cuales 59 pertenecen a cultivos extensivos, 32 son hortalizas y 49 frutales. Se han identificado 45 plantas cultivadas nativas son propias de los agroecosistemas productivos familiares del área protegida PN-ANMI Serranía del Iñao, ya que proceden del Centro Sudamericano. Además se agregan 24 plantas provenientes del Centro México - América Central. La mayor diversidad de plantas nativas se encuentra en los agroecosistemas de cultivos extensivos 32, en cultivos frutales se han identificado 5 plantas nativas y en hortalizas 8 plantas cultivadas.

Palabras clave: agroecosistemas, centro de origen, producción agroecológica

ABSTRACT

The present study was conducted in six communities, which are placed in the buffer zone of the National Park and Natural Area of Integrated Management "Serrania del Iñao" (PN-NIMA), located in the northeast of Chuquisaca, composed by the municipalities of Villa Vaca Guzman, Monteagudo, Padilla and Villa Serrano. The aim was to evaluate the diversity and centers of origin of cultivated plants in productive agroecosystems of family farming for six communities of PN-IMNA Serrania del Iñao, to generate base information to support the design of a model for ecological production, thereby strengthening security and food sovereignty of families. A total of 140 cultivated plants has been identified between species and varieties, 59 of them belong to field crops, 32 are vegetables and 49 fruits. 45 native cultivated plants have been identified as typical of the family productive agroecosystems of PN-protected area, since they come from the South American Centre as origin. Also 24 plants from the Centro Mexico - Central America are added. The largest diversity of native plants (32 types) found in agroecosystems of extensive cultivation, in fruit crops have identified 5 native plants and vegetables 8 crops.

Keywords: agroecosystems, center of origin, agroecological production

INTRODUCCIÓN

De forma específica, no existen estudios para el departamento de Chuquisaca sobre la agrobiodiversidad, pero mediante revisión de publicaciones se han identificado 7 especies con 68 variedades de cultivos propias del departamento, como el maíz, ají, maní, trigo, quinua, frijol y papa (Ramírez *et al.* 1960, PROINPA 2007, VMABCC-BIOVERSITY 2009, SERNAP 2011, Gabriel *et al.* 2011, MDRyT-INIAF 2012). Y en el área protegida Parque Nacional y Área de Manejo Integrado Serranía del Iñao (PN-ANMI), se han registrado cuatro especies (maíz, ají, maní y papa) los cuales corresponden a 33 variedades (Cerezo 2011). A la falta de tener inventarios precisos de la agrobiodiversidad manejada por los agricultores, es necesario tener evaluaciones sistematizadas de las especies y variedades nativas, además aquellas que se han introducido. Para poder definir nuevas estrategias que permitan la conservación de esta diversidad y revalorar las variedades nativas de plantas cultivadas, contribuyendo de esta manera a la sostenibilidad de las familias campesinas y a la seguridad alimentaria. El objetivo fue evaluar la diversidad y centros de origen de plantas cultivadas en los agroecosistemas productivos de la agricultura familiar del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao, para generar información base que apoye al diseño de un modelo de producción agroecológica, fortaleciendo de esta manera la seguridad y soberanía alimentaria de las familias productoras.

Metodos

Área de estudio. El presente estudio se llevó a cabo en seis comunidades, las cuales están en el área de amortiguación del parque nacional y área natural de manejo integrado (PN-AMNI) Serranía del Iñao, con ubicación al noreste del departamento de Chuquisaca, comprende parte de los municipios de Villa Vaca Guzmán, Monteagudo, Padilla y Villa Serrano. Geográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas 18°56'00,82" a 19°48'58,79" latitud sur y entre 63°42'00,03" a 64°16'30,71" latitud oeste. El rango altitudinal varía entre los 518 a 3037 m y tiene una superficie de 901,24 km² y el área natural de manejo integrado con 1736,22 km² (SERNAP 2011, Lozano *et al.* 2012).

Tamaño de la muestra. Para evaluar la diversidad de plantas cultivadas se evaluaron las parcelas de los agricultores de las seis comunidades del PN-ANMI Serranía del Iñao. El número de familias por cada comunidad fue de diez.

Identificación taxonómica de las plantas cultivadas. En laboratorio las muestras fueron tratadas usando los métodos botánicos estandarizados de secado, prensado y montaje (Portal 2012). Concluida esta fase se procedió a la identificación taxonómica, para ello se utilizó material bibliográfico de Torre y Cujo (1989), Ugarte e Iriarte (2003), León (2000), Ramírez (1960), Ochoa (2001), Terrazas & Gonzales (2011), Gabriel *et al.* (2011), Sardan (2012), Vargas (2012). Para verificar la correcta grafía de los nombres científicos y verificación de las especies se recurrió a la base de datos TRÓPICOS (2013), y por comparación con los ejemplares de la colección científica del Herbario del sur de Bolivia (HSB). Las muestras finalmente fueron depositadas en el herbario (HSB), haciendo un total de 177 especímenes de plantas cultivadas.

Análisis de la agrobiodiversidad y centros de origen. A partir de las encuestas y planillas, la información contenida fue vaciada a una base de datos. Con la información se procedió a realizar una planilla que registre las especies y variedades (plantas cultivadas) presentes en las seis comunidades. Dicha información permitió la aplicación de estadística descriptiva separando a las plantas cultivadas en función a los ocho grupos de centro de origen de plantas cultivadas de Vavilov (1987): Centro Abisinio (África), Centro Cercano Oriente, Centro Chino, Centro Indo - Afganistano - Asia Central, Centro Indo - Malayo, Centro Mediterráneo, Centro México - América Central y Centro Sudamericano. Para confirmar la situación de origen de las plantas cultivadas se verificó en base a la información de TRÓPICOS (2013).



Resultados y discusión

Se ha identificado un total de 140 plantas cultivadas entre especies y variedades en los agroecosistemas del PN-ANMI Iñao, de los cuales 59 pertenecen a cultivos extensivos, 32 son hortalizas y 49 frutales. Con respecto a los registros de la agrobiodiversidad por comunidad, Las Casas (95 plantas cultivadas) y Zapallar (80 plantas cultivadas) presentan la mayor agrobiodiversidad. En las comunidades como Potrerros (68), Iripití (65) y Pedernal (65) la agrobiodiversidad de cultivos registrada no es tan baja como la comunidad de Azero Norte (46 plantas cultivadas).

En función a los ocho grupos de Vavilov (1987), se ha obtenido que, el 31% son plantas cultivadas con Centro de Origen Sudamericano (44) y del 17% de estas plantas cultivadas su origen es de Centro México - América Central (24). El 12% corresponden al Centro Mediterráneo (16), el 4% el centro de origen es Centro Abisinio (6) y sumando las plantas de origen asiático (Centro Chino, Centro Indo - Malayo, Centro Indo - Afganistán - Asia Central y Centro Cercano Oriente) corresponden al 36% de las plantas cultivadas (50) como se puede apreciar en la Figura 1.

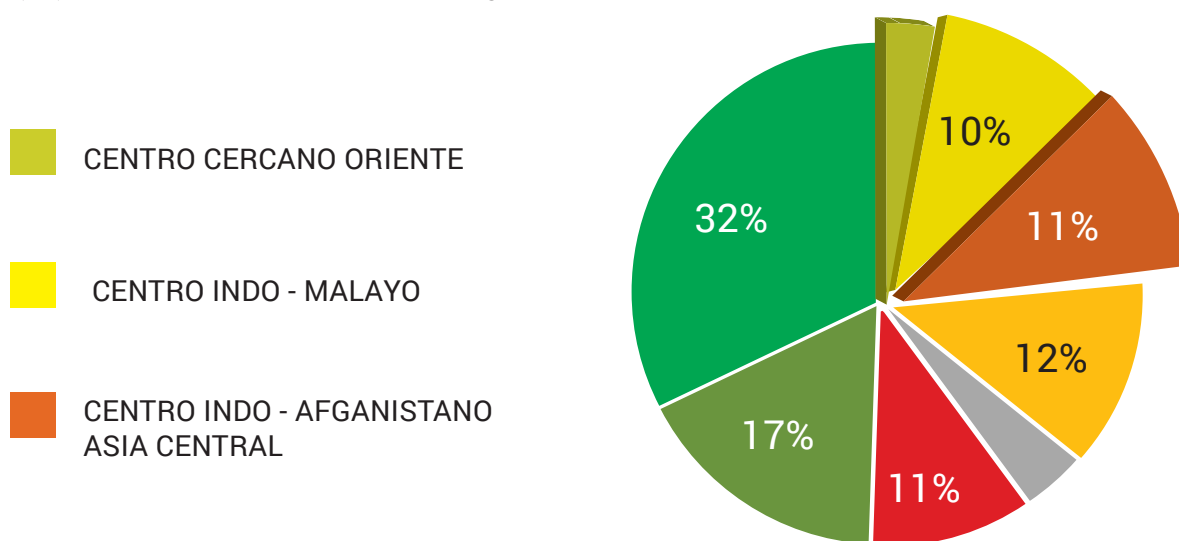


Figura 1. Plantas cultivadas en el área protegida PN-ANMI según su centro de origen.

El análisis de la diversidad de plantas cultivadas en los agroecosistemas muestra que 59 plantas que pertenecen a cultivos extensivos, de ellos 44 plantas cultivadas tienen su centro de origen en el Centro Sudamericano (con 32 plantas cultivadas como: *quinua*, *camote* con 8 variedades, *yuca* con tres variedades, *maní* con 6 variedades, *poroto* con 5 variedades, *ají* con 4 variedades y *papa* con 5 variedades), en el Centro México - América Central (corresponden a 12 plantas cultivadas, compuesto por: *girasol*, *joko* y 10 variedades de *maíz*).

Con respecto a las plantas cultivadas con origen asiático se han identificado 11 plantas, las cuales pertenecen a tres centros de origen como el Centro Chino (*soya*, *arroz* con 4 variedades), Centro Indo - Malayo (*gualusa*, *palillo*, *caña de azúcar* con 2 variedades), Centro Indo - Afganistán - Asia Central (*arveja* y *haba*), además 3 plantas cultivadas tienen origen en el Centro Abisinio (*sorgo* y dos variedades de *cumanda*) y el garbanzo corresponde a Centro Mediterráneo (ver Figura 2).

Para los agroecosistemas de cultivos de frutales se han identificado 49 plantas cultivadas, de ellas 5 plantas frutales tienen origen al Centro Sudamericano (*gargateá, pacay, sahuinto, guayaba y maracuyá*) y 8 tienen origen en Centro México - América Central (*chirimoya, piña, dos especies de tuna, papaya y dos variedades de palta*). El mayor número de plantas cultivadas son de origen asiático, como el Centro Chino con 8 plantas cultivadas (*damasco, níspero, mandarina japonesa, dos especies de limón, dos variedades de mandarina y quinoto*), el Centro Indo - Malayo con 10 plantas cultivadas (*mango, mora, 4 variedades de plátano, lima, pomelo y naranja con tres variedades*), para el Centro Indo - Afganistán - Asia Central se tiene 8 plantas cultivadas (*durazno con 7 variedades y cidra*) y del Centro Cercano Oriente está el *Ciruelo* y la *granada*. Además se encuentran 4 plantas cultivadas de origen Centro Mediterráneo (*manzana y dos variedades de uva e higo*) y del Centro de Abisinio está *sandía* con dos variedades y *melón* (Figura 3).

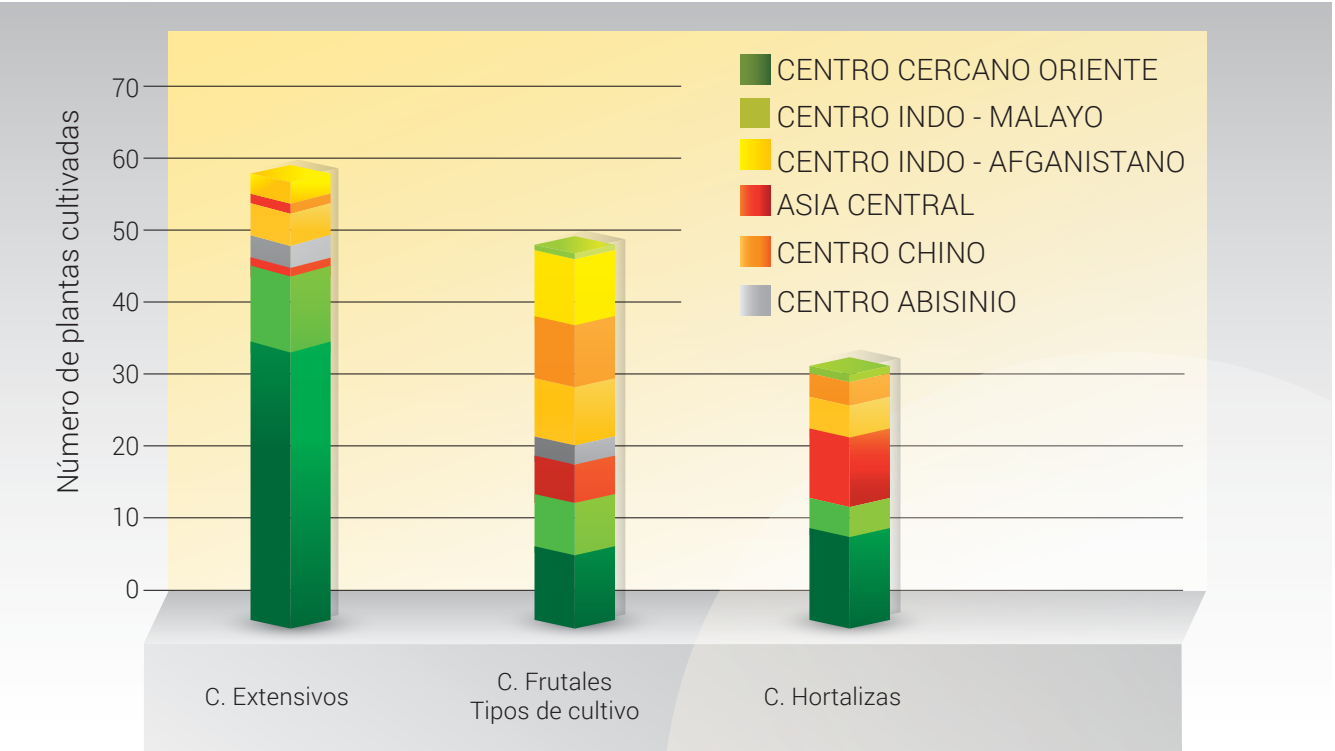


Figura 2. Composición de la diversidad de cultivos en los agroecosistemas familiares (cultivos extensivos, frutales y hortalizas), según el centro de origen de las plantas cultivadas.

Con respecto a los cultivos de hortalizas de las 32 plantas identificadas, 8 plantas hortalizas son del Centro Sudamericano (*lacayote, zapallo, achajcha, vainita, aribibi, ulupica, cumbaro rojo y locoto*), 4 plantas son del Centro México - América Central (*angolín, pimentón y dos variedades de tomate*), del Centro Mediterráneo están la *acelga, remolacha, comino, perejil, alcachofa, coliflor, repollo, brócoli, y nabo*. Además de plantas de origen asiático está la *cebolleta, rábano, pepino y berenjena* que son de origen Centro Chino, del Centro Indo - Afganistán - Asia Central están *espinaca, cebolla, ajo, zanahoria y hierbabuena*, además del Centro Cercano Oriente son *lechuga y orégano*.



Conclusiones

Los agricultores de las seis comunidades evaluadas tienen en sus agroecosistemas del PNAMI Serranía Iñaño un total de 140 plantas cultivadas entre especies y variedades, de los cuales 59 pertenecen a cultivos extensivos, 32 son hortalizas y 49 frutales. Se han identificado 45 plantas cultivadas nativas son propias de los agroecosistemas productivos familiares del área protegida PN-ANMI Serranía del Iñaño, ya que proceden del Centro Sudamericano. Además se agregan 24 plantas provenientes del Centro México - América Central. La mayor diversidad de plantas nativas se encuentra en los agroecosistemas de cultivos extensivos 32, en cultivos frutales se han identificado 5 plantas nativas y en hortalizas 8 plantas cultivadas.



Literatura citada

- GABRIEL, J., R. PEREIRA, & A. GANDARILLAS. 2011. Catálogo de nuevas variedades de papa en Bolivia. Fundación PROINPA. Cochabamba. Bolivia.
- GONZÁLEZ, E. 2002. Proyecto estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino: Agrobiodiversidad. Convenio de cooperación técnica no reembolsable ATN/JF-5887/RG CAN-BI. Maracay – Venezuela.
- SERNAP. 2011. Plan de Manejo del PN y ANMI Serranía del Iñaño 2012 – 2021. Servicio Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. Monteagudo. Chuquisaca. Bolivia.
- LEON, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. 3°. Ed. IICA. San José, Costa Rica. 522 pp.
- LOZANO, R., M. Barrientos & P. Kudsk. 2012. Principales malezas de los agroecosistemas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. BEISA3. Chuquisaca. Bolivia.
- MDRyT-INIAF. 2012. Registro nacional de variedades y variedades protegidas. Unidad de Fiscalización y Registros de Semillas Dirección Nacional de Semillas. La Paz. Bolivia.
- OCHOA, C. 2001. Las papas de Sudamérica: Bolivia. Edición original en inglés The potatoes of South América: Bolivia. Cambridge University Press. USA. pp: 50-80.
- PORTAL-RIVERA E. 2012. Colección y manejo de muestras de herbario, Protocolo Interno. Facultad de Ciencias Agrarias-BEISA 3. Chuquisaca, Bolivia. 14 p.
- PROINPA. 2007. Catálogo de ají de ecotipos conservados en campos de agricultores. Fundación PROINPA. Cochabamba. Bolivia.
- RAMIREZ, R., D.H. TIMOTHY, E. DIAZ, U. J. GRANT, G. E. NICHOL, E. ANDERSON & W.L. BROWN. 1960. Races of maize in Bolivia. National Academy of Sciences National Research Council. Washington, D. C.
- RED AMAZÓNICA DE INFORMACIÓN SOCIOAMBIENTAL GEORREFERENCIADA (RAISG). 2012. Amazonía 2012: áreas protegidas y territorios indígenas. En: www.raisg.socioambiental.org. Fecha de consulta 02 de julio del 2013.
- SARDAN, S. 2012. Diagnóstico de variedades o ecotipos cultivadas en el agroecosistema de ají, maní, y papa en la comunidades de Pedernal del municipio Padilla y Acero Norte del municipio Monteagudo. Trabajo de Titulación (Técnico Superior en Agronomía) Sucre, Bolivia. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.
- TERRAZAS, F. & R. GONZALES. 2011. Catálogo de agrobiodiversidad nativa de Independencia. COSUDE-Gobierno Municipal de Independencia-PROIMPA-BIOCULTURA. Cochabamba, Bolivia.
- TORRE, F. & F. CUJO. 1989. Compendio de Agronomía Tropical. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia - San José, Costa Rica.
- TRÓPICOS. 2013. Missouri Botanical Garden. Disponible en: <http://www.tropicos.org>. Fecha de consulta 27 de junio del 2013.
- UGARTE, M. & V. IRIARTE. 2003. Papas Bolivianas: Catálogo de Cien Variedades Nativas. Entidades Miembros de la Fundación PROINPA. Cochabamba. Bolivia.
- VARGAS, G. 2012. Diagnóstico de las variedades cultivadas de maíz, maní, ají y papa en las comunidades de San Pedro del Zapallar del municipio de Monteagudo y la comunidad de Iripití del municipio de Villa Vaca Guzmán. Trabajo de Titulación (Técnico Superior en Agronomía) Sucre, Bolivia. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.
- VAVILOV, 1987. Origin & Geography of Cultivated Plants. Traducido por Love, D. 1992. Cambridge: Cambridge University Press, New York. USA. 532 pp.

CONSERVACIÓN *EX SITU* DEL GERMOPLASMA DE HORTALIZAS

Ana Maria Flores

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal,
Av. Blanco Galindo Km 5.5, Casilla 832 • Cochabamba, Bolivia

* Autor para correspondencia: ani_fit@hotmail.com



RESUMEN

En Bolivia, el INIAF es la instancia encargada de garantizar la conservación y administración *in situ* y *ex situ* de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad, parientes silvestres y microorganismos con la finalidad de evitar la pérdida de esta diversidad genética. En el Banco de Germoplasma del INIAF se conserva una diversidad de especies cuyo centro de origen de muchas de ellas es Bolivia. Dentro de esta colección se encuentra el germoplasma de hortalizas, especies de importancia para la seguridad alimentaria, mismas que son conservadas en condiciones *ex situ* siguiendo actividades específicas de conservación a mediano y largo plazo como ser la adquisición de germoplasma, multiplicación, almacenamiento y manejo del germoplasma conservado.

Palabras Clave: Banco de germoplasma, hortalizas, conservación *ex situ*



ABSTRACT

INIAF in Bolivia is the responsible institution for ensuring the conservation and management of the genetic resources *in situ* and *ex situ* of the agrobiodiversity that include wild relatives and microorganisms in order to prevent the loss of the genetic diversity. Genbank INIAF is conserving diversity of species whose Bolivia is origin's center of many of them. Germplasm of vegetables are conserved because it is important to food safety. They are in *ex situ* conditions that follow specific conservation activities such as germplasm acquisition, multiplication, storage and management of germplasm to save in medium and long term.

Keywords: Genebank, Vegetables, *ex situ* conservation



INTRODUCCIÓN

La biodiversidad contribuye a la productividad, sostenibilidad y estabilidad de los sistemas agrícolas independientemente del nivel de complejidad de estos (Kessler, 2008). Por otro lado, hay una preocupación mundial por su pérdida acelerada (Firbank, 2005), y se ha previsto una extinción importante de especies hacia el año 2050 como secuela de los cambios en el clima y el uso de la tierra (Jenkins, 2003; Thomas *et al.*, 2004).

Hay dos formas de conservar los recursos genéticos de la agrobiodiversidad, *in situ* (en su lugar de origen) y *ex situ* (fuera de origen), las cuales no son excluyentes, y se puede desarrollar una estrategia complementaria entre los dos (Brush, 2000). En Bolivia, el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF bajo la tuición del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras MDRyT, es la instancia encargada de garantizar la conservación y administración *in situ*, *ex situ* 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 y primer eslabón de la producción agropecuaria (Capítulo primero art. 13 de la ley 144. Revolución Productiva Comunitaria Agropecuaria, Bolivia). Actualmente, el Banco de Germoplasma conserva una colección que alcanza las 16.000 accesiones de diferentes especies cultivadas y sus parientes silvestres como tubérculos, raíces, cereales, leguminosas, especies forestales, granos alto andinos y hortalizas. En el presente documento se especificará las actividades de conservación de germoplasma de hortalizas que se realiza actualmente en el Banco de Germoplasma del INIAF, considerando estas especies de importancia para la seguridad alimentaria (López, 2003).



Materiales y métodos

En el Banco de Germoplasma de Hortalizas actualmente se maneja y conserva tres colecciones que se describen a continuación.

a) *Capsicum* spp.- Los ajíes nativos y los comerciales no nativos pertenecen al género *Capsicum*, de la familia *Solanácea*. Aquí también se encuentran los pimentones, arivivis, ulupicas, locotos, etc. Muchos de estos tienen interés comercial en la industria alimenticia, médica, química y otros. Presentan una diversidad en colores, formas, así como también difieren en su aroma, sabor, aceites esenciales, y en el grado de pungencia. A nivel taxonómico, *Capsicum* es considerado un grupo complejo con una alta variabilidad genética (Krishna, (2003); TIPS&AUSAID, 2014 citado por Jager *et al.* 2013).

Uno de los centros de origen de estas especies es Bolivia y Perú, razón suficiente para conservarlas considerando que estas especies se las pueden encontrar desde las zonas andinas más secas, hasta las zonas bajas tropicales (McLeod *et al.* 1982; Wald&Hoot, 2001 citado por Matthias *et al.* 2013). En Bolivia el género *Capsicum* incluye alrededor de 10 especies entre cultivadas y silvestres distribuidas en diferentes ecosistemas. (Fundación PROINPA, 2007). En el Banco de Germoplasma de hortalizas se tiene una colección de *Capsicum* que alcanza un total de 387 accesiones, cuyas colectas se realizaron desde 1983, 1994, 2010 y 2014, llegando a un total de 492 accesiones.

b) Cucurbitáceas.- La familia de las cucurbitáceas comprende cerca de 130 géneros y más de 900 especies. Muchos de estos tienen como origen el Viejo Mundo, pero muchas son originarias del continente americano y algunos géneros de ambos hemisferios. La mayoría de estas especies son dioicas, monoica o andromonoicas. La característica principal es que son ricas en vitaminas y carotenos (Carnide y Barroso). Mucha diversidad de estas especies en nuestro país se las puede encontrar al medio de los cultivos de maíz o alrededor de pequeñas parcelas de otros cultivos, siendo los agricultores quienes producen para consumo familiar. Actualmente en el banco se tiene una colección de 483 accesiones que están siendo regeneradas y caracterizadas.

c) *Solanum* spp.- 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 ha) por su gran importancia económica y social (FAOSTAT, 2012). El centro de origen del tomate es la región andina del Perú, Ecuador, Bolivia, el norte de Chile y las islas Galápagos. *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 citado por Veramendi *et al.*, 2014).

Razones suficientes para tener una colección de 210 accesiones que actualmente se encuentra en etapa de multiplicación preliminar y caracterización morfológica. Este material fue transferido al Banco por el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH) quienes mantuvieron este germoplasma desde sus inicios en el año 1989. Parte de este material fue donado por el Banco del Centro de Investigaciones Forrajeras CIF. Finalmente el año 2013 y 2014 se colectaron germoplasma nativos en el departamento de La Paz y Chuquisaca.

Actividades de conservación *ex situ* de hortalizas

El CNPSH quienes se encargan de la producción de semillas de buena calidad y que actualmente dependen del INIAF, presentan condiciones de almacenamiento, invernaderos, laboratorio y cámaras de conservación de germoplasma, condiciones ideales para realizar actividades de conservación y manejo de germoplasma de hortalizas. Estas instalaciones están ubicadas en Villa Montenegro, Sipe Sipe en el departamento de Cochabamba.

El germoplasma de hortalizas se conserva *ex situ* siguiendo cuatro etapas principales: La adquisición del germoplasma, multiplicación preliminar, almacenamiento y el manejo del germoplasma conservado. Estas actividades se detallan a continuación.

a) Adquisición del germoplasma

Las actividades de conservación inician con la recolección de germoplasma de hortalizas ya sea en ecosistemas naturales de la región o de los agroecosistemas de las comunidades locales. Posteriormente se realiza la evaluación fitosanitaria a fin de detectar la probable ocurrencia de patógenos. Posteriormente se realiza la limpieza de la muestra colectada. Se separa las impurezas de la semilla sana para luego pasar por un proceso de secado (5 a 8 % de humedad de la semilla) que permita almacenarlo y conservarlo a mediano y largo plazo. A continuación se asigna un número consecutivo de acceso y se registra un conjunto de datos relacionados con su origen (sitio de colecta, colector, fotografía, fecha), datos de nomenclaturas relacionados con la especie a que corresponden (familia, género, especie e información de relevancia de la muestra).

El lote se fracciona en dos partes, la primera parte es incorporada a la colección definitiva del Banco, la segunda sirve para realizar las pruebas de germinación y viabilidad, así como para su caracterización morfológica, agronómica y molecular. En el caso de que la muestra colectada sea insuficiente, el primer paso es la multiplicación preliminar que permite incrementar el número de individuos para conservarlos y realizar pruebas en laboratorio.

El porcentaje de germinación no debe ser menor al 85% en especies cultivadas ni inferior a 75% en especies silvestres (Kameswara *et al.*, 2007). Se utiliza dos a tres repeticiones de 100 semillas cada accesión según las Normas para Bancos de Genes (FAO/IPGRI, 1994).

b) Multiplicación preliminar del germoplasma

En esta etapa se multiplica el germoplasma para alcanzar el tamaño y la viabilidad óptimos. En *Capsicum* y *Solanum* se conserva hasta 3.000 semillas por accesión, en especies alógamas como *Cucurbita pepo*, *Cucurbita máxima*, *Cucumis sativus*, *Citrullus vulgaris*, etc se conservan entre 500 a 2000 semillas por accesión con un porcentaje no menor al 85% de germinación. Este material sirve para almacenarlo, caracterizarlo y evaluarlo.

c) Almacenamiento y conservación

Con el propósito de mantener el germoplasma genéticamente íntegro y viable, la semilla ortodoxa de hortalizas se almacena en una cámara con condiciones de 12 a 15% de humedad a una temperatura de 10 a 15°C.

d) Manejo del germoplasma conservación

Existen actividades de manejo de germoplasma que se detallan a continuación:

Caracterización y evaluación del germoplasma

Después que se acondiciona el material, se inicia las actividades de caracterización y evaluación de las especies conservadas. En el caso de *Capsicum* se consideró 24 características, las más discriminantes (IPGRI, 1995) También se mide características agronómicas de importancia económica como ser el rendimiento, resistencia a plagas y enfermedades más comunes que afectan en nuestro medio. Para especies halógamas como *Cucurbita pepo*, *Citrullus vulgaris*, *Cucumis sativus*, se evalúa 22 características morfológicas. La mayor diferencia entre accesiones se muestra en el fruto. Se mide diámetro de fruto, peso, color, forma, diámetro de la cavidad, grosor de la cáscara, sólidos solubles (Esquinas JT y Gulick PJ, 1983). Paralelamente se realiza la caracterización por uso (caracterización sensorial) con apoyo de expertos profesionales quienes caracterizan estas especies utilizando los cuatro sentidos para posteriormente darles una determinada utilidad a estas accesiones.

Multiplicación y regeneración del germoplasma conservado

La viabilidad se reduce con el tiempo inclusive cuando las condiciones de almacenamiento son óptimas (FAO 1996 citado por Sackville Hamilton y Choriton 1997), si el porcentaje de germinación está por debajo del 85%, el material es regenerado. Para estos se realizan evaluaciones de germinación cada 5 años. Se regenera también cuando el número de semillas conservado es mínimo e insuficiente o si el material está enfermo.

Para la regeneración (refrescamiento) se debe asegurar que las semillas logren germinar, se debe obtener plántulas listas para ser trasplantadas a terreno definitivo en invernadero o en campo tomando en cuenta el lugar de colecta. Si es necesario las regeneraciones se deben realizar en los centros de origen por las condiciones climáticas óptimas que poseen.

Para la regeneración, cada especie tiene su manejo específico. Las actividades principales son la siembra de semilla en bandejas multiceldas, el trasplante, el tutoraje, cosechas y tratamientos fitosanitarios. El manejo de las plagas es direccionado a un Manejo Integrado de Plagas (MIP) priorizando el control preventivo tomando como última opción el uso de agroquímicos de baja toxicidad (etiqueta verde). Para el control de plagas se necesita conocer el tipo de plaga, su comportamiento, su ciclo de vida, hábitos, lo que facilita en que momento adecuado para el control. (Figura 1).



Figura 1. Regeneración de accesiones de Iscariote, sandía y pepino en invernadero, Sipe Sipe.

En todo momento se debe garantizar la integridad genética original de las accesiones y de la colección, por tal motivo en la etapa de regeneración se considera el grado de alogamía de la especie (AVRDC, 2014). En el caso de *Capsicum*, el porcentaje de alogamía puede llegar hasta 30%, entonces para mantener la accesión genéticamente integra, se aíslan las flores con sobres de papel logrando la autofecundación. En el caso de las cucúrbitas, especies alógamas las flores tanto femeninas como masculinas son aisladas para fecundarlas manualmente.

Documentación

Es importante mantener los registros del germoplasma como son los datos pasaporte, datos de salidas y entradas de germoplasma al banco, datos de regeneración y caracterización, fotografías de flor y fruto principalmente. Actualmente se viene implementando la base de datos en GRIN GLOBAL este sistema tiene una amplia funcionalidad para el ordenamiento, manejo, edición e investigación de los datos que será de utilidad para el curador como también para el usuario. Esta documentación nos sirve para conocer el movimiento de material genético dentro el Banco, evaluar el germoplasma distribuido, y hacer que este material esté disponible para personas que quieran utilizarlo y/o conocer acerca del material genético que se conserva.

Usos

La conservación de germoplasma tiene la finalidad de contribuir al control de la erosión de los recursos genéticos, poniéndolos a disposición de los científicos investigadores y los usuarios en general. Los principales propósitos de solicitud de germoplasma hasta el momento han sido de carácter investigativo para la obtención de nuevas variedades con mejores atributos culinarios y comerciales, por otro lado este material puede ser intercambiado con otras instituciones, otros países y en la educación. Según el Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Filogenéticos para la Agricultura y la Alimentación (2009), una de las demandas priorizadas por los agricultores hacia el Banco de Germoplasma constituye el aprovisionamiento de semilla con alta calidad sanitaria, ya sea para vigorizar sus sistemas de cultivo o para la reposición de semilla en caso de pérdida por cambio climático. En ese sentido, el banco de hortalizas tiene actividades de reposición de semillas que es distribuida a grupos de interés organizados y productores locales quienes estén interesados en mantener esta diversidad genética.

Conclusiones

La conservación de germoplasma de hortalizas tanto de especies cultivadas y sus parientes silvestres es de mucha importancia económica para nuestro país. Cada una de sus actividades de conservación influye en el mantenimiento de la diversidad genética especialmente la etapa de regeneración de germoplasma.

Literatura citada

- AVRDC (2014) Entrevista a curadores del Banco de Germoplasma del Centro Internacional AVRDC, The World Vegetable Center,. Tainan, Taiwan. Abril, 2014.
- ESQUINAS JT Y GULICK PJ (1983) Genetic Resources of Cucurbitaceae; a global report IBPGR Secretariat, Rome, Italy.
- IPGRI (1994). Normas para bancos de genes. FAO e IPGRI, Roma, Italia. Disponible en <http://www.biodiversityinternational>.
- INFORME NACIONAL SOBRE EL ESTADO DE LOS RECURSOS FILOGENÉTICOS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN, BOLIVIA, FAO (2009). Proyecto Fortalecimiento de Bancos de Germoplasma Vegetal del Sistema Nacional de Recursos Genéticos para la Agricultura y la Alimentación GCP/BOL/037/ITA. 47 Pag.
- FAO (2013). Statistical Database. Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.faostat.fao.org> (Consulta Enero 2013).
- FIRBANK LG. (2005). Striking a new balance between agricultural production and biodiversity. *Annals of Applied Biology* 146 (2): 163-175 pag.
- FUNDACIÓN PROINPA (2007) Catalogo de Ajíes de ecotipos conservados en campo de agricultores. Sucre. 71 pag.
- JARAMILLO S Y BAENA M (2000) Material de Apoyo a la Capacitación en Conservación de Recursos Genéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali Colombia. 209 pag.
- JENKINS M. (2003) Prospects for biodiversity. *Science* 302 (5648):1175-1177.
- KAMESWARA R. *et al* (2007) Manuales para Bancos de Germoplasma N° 8. Manual para el manejo de semillas en bancos de germoplasma, Bioversity International, Roma Italia. 192 pag.
- KESSLER JJ. (2008) Agro-Commodity Production Systems Ecosystems, 11:283-306 pag.
- JAGER M, JIMENEZ A, AMAYA K, COMPILADORES (2013) Las cadenas de valor de los ajíes nativos de Bolivia. Compilaciones del estudio realizados dentro del marco del proyecto "Rescate y Promoción de Ajíes Nativos en su Centro de Origen" para Bolivia. Bioversity International. Cali. 90 pag.
- MELGAREJO L, *et al* (2004) Caracterización y usos potenciales del banco de germoplasma de Ají Amazónico, Eds Bogota, Colombia. 107 pag.
- THOMAS C. *et al* (2004) Extinction risk from climate change. *Nature* 427:145-148
- VERAMENDI S. *et al.*, (2014) Memoria 2014 del Congreso Nacional de Recursos Genéticos de la Agrobiodiversidad. INIAF-DNI. Análisis de la Diversidad genética del tomate silvestre (*Solanum* spp.) Boliviano con microsatélites.

CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE 133 ACCESIONES DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* spp.)

Shirley Rojas Ledezma¹, Silvia Santos Mendez²

¹Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF.

²Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas - INIAF-CNPSH.

srojasledezma@hotmail.com



RESUMEN

Con el objetivo de conservar y utilizar la biodiversidad genética existente en el banco nacional de germoplasma de hortalizas se caracterizó 133 accesiones de tomate (*Solanum lycopersicum* spp.) utilizando 59 variables de caracterización (cualitativas y cuantitativas). Los resultados demuestran amplia variabilidad para los caracteres cuantitativos peso, ancho y longitud de fruto, número de lóculos, grosor de pericarpio, tamaño de corazón y peso de 1.000 semillas. De acuerdo al análisis de Agrupamiento las 133 accesiones se agrupan en seis conglomerados según los caracteres cualitativos (forma y color de fruto, ausencia y presencia de pubescencia de los frutos y forma y color de semilla), y cuantitativos (peso, longitud, y ancho de fruto, número de lóculos, grosor de pericarpio y tamaño de corazón).

Palabras clave: Biodiversidad, caracterización, *Solanum lycopersicum* spp.



ABSTRACT

With the aim to conserve and use the genetic biodiversity in the vegetable national genebank, 133 accessions of tomato (*Solanum lycopersicum* spp.) were characterized using 59 variables (qualitative and quantitative). Results shows wide variability for quantitative characters fruit weight, fruit length and width, number of locules, pericarp thickness, size of heart and weight of 1000 seeds. In accordance to the analysis of grouping the 133 accessions, were grouped into six clusters according to qualitative characteristics (shape and color of the fruit, the absence and presence of pubescence and fruit shape and seed color), and quantitative (weight, length, and width of fruit, number of locules, pericarp thickness and size of the heart).

Key Words: Biodiversity, characterization, *Solanum lycopersicum* spp.

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* spp.) es la hortaliza más importante en todo el mundo y su popularidad aumenta constantemente (FAO, 1999a). En la actualidad este cultivo constituye el 30% de la producción hortícola, con alrededor de 2.9 millones de hectáreas sembradas y 72.744.000 toneladas de frutos cosechados (Vallejos *et al.*, 2004). Bolivia tiene una producción de tomate de 52.342 tn en poco más de 5.142 ha, con un rendimiento de alrededor de 10.176 tn/ha (MDRyT, 2012).

Sin embargo, al incrementar la producción se ocasiona también un aumento en las enfermedades, ante ello el hombre necesita agregar a su dieta cultivos de alto rendimiento y calidad que se adapten a las condiciones ambientales, cambios climáticos y resistan las plagas y las enfermedades. Puede aprovechar las especies nativas, exóticas, con potencial nutricional o industrial o crear nuevas variedades para lo cual necesitará reservas de material genético cuya conservación, manejo y utilización apenas empiezan a recibir la atención que merecen (PROINPA, 2009).

Los recursos fitogenéticos son de gran interés en la actualidad por cuanto se relacionan con la satisfacción de necesidades del hombre y con la solución de problemas severos como el hambre y la pobreza (FAO, 1996b). 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).

Por todo lo expuesto el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal a través del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas, con la finalidad de preservar, conservar y proveer a los mejoradores de variantes genéticas, genes o genotipos que les permitan responder a los nuevos desafíos planteados por los sistemas productivos es imprescindible realizar y dar a conocer las características del germoplasma conservado.

Con el objetivo de conservar y utilizar los recursos genéticos del género de tomate (*Solanum lycopersicum* spp.) se realizó la caracterización de 131 accesiones y se determinó la variabilidad genética existente en la colección tomate del (INIAF-CNPSH).

Materiales y métodos

La caracterización morfológica se realizó en el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (INIAF-CNPSH), en la campaña 2010-2011, se utilizaron 131 accesiones tomate (*Solanum lycopersicum* spp.) provenientes del banco de germoplasma de hortalizas del INIAF, las variables de caracterización utilizadas fueron tomadas por la guía de Descriptores de tomate elaborada por el International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 2000). Las cuales se registraron en cinco diferentes etapas de desarrollo vegetativo: plántula, planta, inflorescencia, fruto y semilla. Los análisis estadísticos realizados fueron: A) Estadísticos simples, B) Análisis Multivariado: Análisis de Componentes Principales (ACP), utilizando el PROC PRINCOMP y Análisis de Agrupación "Clúster", utilizando el PROC CLUSTER del (SAS 9.1).

Resultados y discusión

Según (cuadro 1), las variables de caracterización que más variaron fueron: Peso de fruto (CV=142.2%), tamaño del corazón (CV=83.2%), grosor de pericarpio (CV=68.5%), longitud de fruto (CV=58.4%), N° de lóculos (CV=56.9%) y ancho de frutos (CV=56.4%).

Cuadro 1. Estadística descriptiva de caracteres cuantitativos de tomate (n=133)

Variables de caracterización	N°	Mínimo	Media	Máximo	Desv. típica	CV (%)
v23 Longitud de estambre (mm)	133	4,9	7,6	10,5	1,0	13,5
v59 Porcentaje de germinación (%)	133	34,0	92,7	100,0	13,8	14,9
v21 Longitud de pétalo (mm)	133	7,9	11,5	18,7	2,2	19,1
v38 longitud del pedicelo (cm)	133	1,4	2,4	4,9	0,5	22,5
V04 Longitud del cotiledón (mm)	133	6,6	18,5	31,6	5,0	27,0
v05 Ancho del cotiledón (mm)	133	1,5	5,3	8,4	1,5	28,7
v22 Longitud del sépalo (mm)	133	3,7	7,9	16,9	2,4	30,3
v39 Longitud del pedicelo desde la capa de abscisión (cm)	133	0,0	0,9	2,2	0,3	35,2
v57 Peso de 1000 semillas (gr)	133	0,1	2,3	4,8	0,9	40,2
v33 Ancho de fruto (mm)	133	1,0	31,1	99,4	17,6	56,4*
v51 Numero de lóculos (N°)	133	2,0	2,8	10,0	2	56,9*
v32 Longitud de fruto (mm)	133	7,7	29,8	110,1	17,4	58,4*
v45 Grosor de pericarpio (mm)	133	0,3	3,3	10,5	2,2	68,5*
v50 Tamaño de corazón (cm)	133	0,2	1,3	5,3	1,1	83,2*
v31 Peso de fruto (gr.)	133	0,3	25,6	175,0	36,4	142,2**

Fuente: Elaboración propia.

*= CV > 50% significativo según Franco e Hidalgo, 2003.

De acuerdo al Análisis de Componentes Principales (ACP), la variación de las 15 variables de caracterización evaluados entre las 133 accesiones de tomate se explicó como 65.45% por los 2 primeros componentes principales (Figura 1).

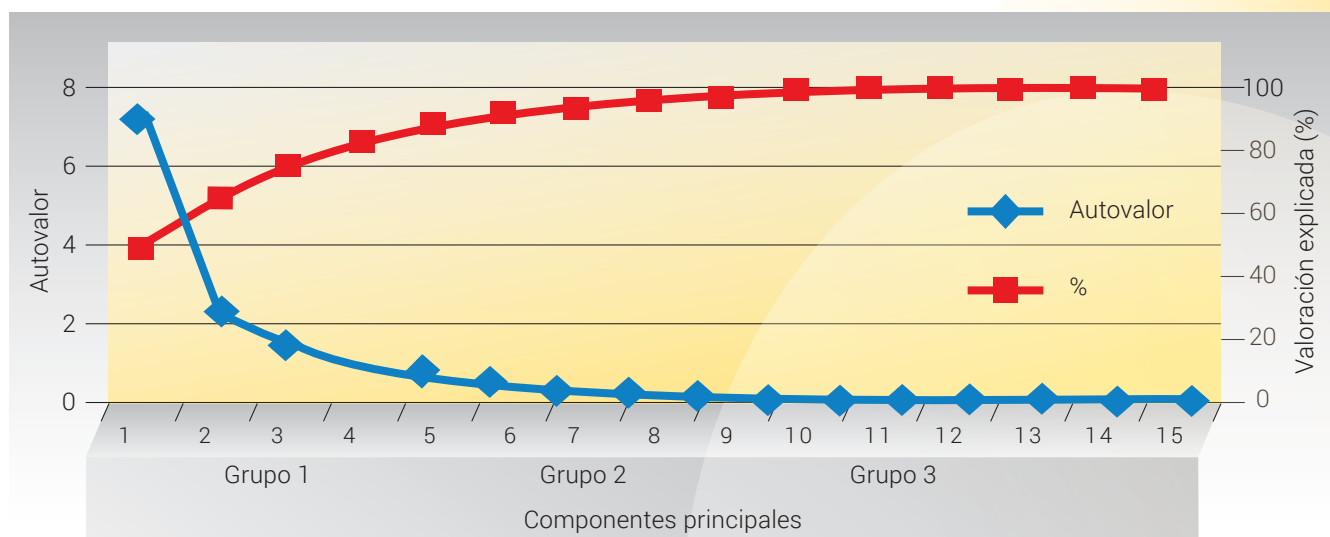


Figura 1. Variación explicada de 15 componentes principales.

El primer componente principal explica el 49.17% de la variación total y expresa principalmente a los caracteres de: Longitud de fruto (mm), ancho de fruto (mm), peso de fruto (gr), tamaño del corazón (cm), grosor de pericarpio (mm), longitud de sépalo (mm), longitud de pedicelo desde la capa de abscisión (cm), longitud de pedicelo (cm) y longitud de pétalo (mm). el segundo componente principal explica el 16.28% de la variación total y expresa a los caracteres de: ancho del cotiledón (mm) y longitud del cotiledón (mm).

El Análisis de Conglomerados (Figura 2) muestra que las 133 accesiones de tomate evaluadas según caracteres cuantitativos se distinguen en 6 grupos: los cuales se diferencian entre grupos por los caracteres de peso de fruto y semilla (gr), longitud y diámetro de fruto (mm), grosor de pericarpio (mm), tamaño de corazón (cm) y número de lóculos. De acuerdo a Peralta *et al.* (2008); Nuez *et al.* (2001) y Rick (1976) mencionan que las especies *S. lycopersicum*, *S. habrochaites* S., *S. pimpinellifolium*, *S. chmielewskii*, *S. pennelli*, *S. peruvianum*, *S. chilense*, *S. neorickii* O. M., se caracterizan por frutos biloculados, así como el grupo 1.

Según EROSKI (2010); Nuez *et al.*, (2001) y Gonzalo y Knaap (2008), sostienen que una especie muy diversa es *S. Lycopersicum* L., presentan pericarpios muy variados que oscilan entre 2-7 mm, que otras especies del género *Lycopersicum*, el peso de 1.000 semillas oscila de 2.5 a 4 g, con pesos variados desde 50-300 gr, con longitudes y diámetros diversos entre 2-10 cm, además de presentar frutos que oscilan desde 2 hasta 10 lóculos, es en ese sentido el grupo 3 presenta pericarpios 5.83 mm, con un peso 96.45 gr, de longitud y diámetro similar (55.33 y 63.92 mm respectivamente) con 5 lóculos por fruto, el grupo 4 con frutos muy pesados 158.90 gr, un diámetro de fruto de 87.47 mm y frutos multiloculados más de 7 lóculos, el grupo 5 con longitud y diámetro de frutos semejantes 51.74 y 47.72 mm respectivamente, con grosor de pericarpios de 6.78 mm y peso de semilla 4.06 gr. por último el grupo 6, con longitud de frutos 101.7 mm y frutos triloculados (3 lóculos).

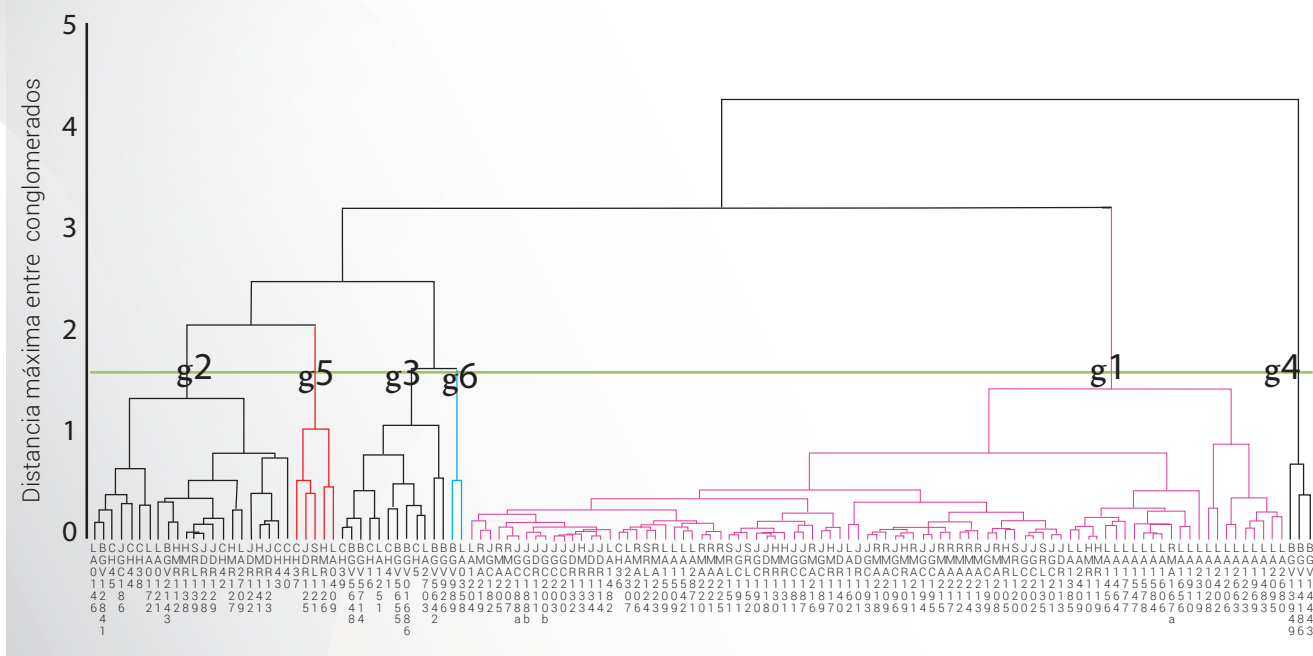


Figura 2. Dendrograma de conglomerados de las 133 accesiones de tomate según caracteres cuantitativos.

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).

Como indica la figura 2, el Análisis de Agrupamiento generó 6 grupos los mismos se diferencian por los caracteres, forma de fruto, color de fruto, forma y color de semilla además de tamaño, pubescencia y color de la piel del fruto. El grupo 1, se caracteriza por presentar frutos redondos de color exterior e interior rojo, el grupo 2 tiene una forma predominante del fruto redonda sin embargo la coloración oscila entre frutos verdes y rojos sin pubescencia, el grupo 3 tiene frutos de forma elipsoide a piriforme es decir alargados, de color rojo, el grupo 4 tiene una forma de fruto ligeramente achatados con inflorescencias mixtas (uníparas y multíparas), el

grupo 5 con una forma de frutos predominante como achatados, con estilos fasciculados y al mismo nivel que los estambres y a veces ligeramente proyectados, con cicatriz pistilar irregular y por último el grupo 6 son de color verde con rayas y pubescencia densa en los frutos hojas y tallos, con una forma de frutos redonda, con consistencia al tacto dura, forma de semillas triangular con base puntiaguda y semilla color marrón, de acuerdo a Peralta *et al.*, (2008), define a la especie *S. habrochaites* S. 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 es decir de estilos muy proyectados, 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 podríamos considerar que este grupo 6 podría pertenecer a la especie *S. habrochaites* S.

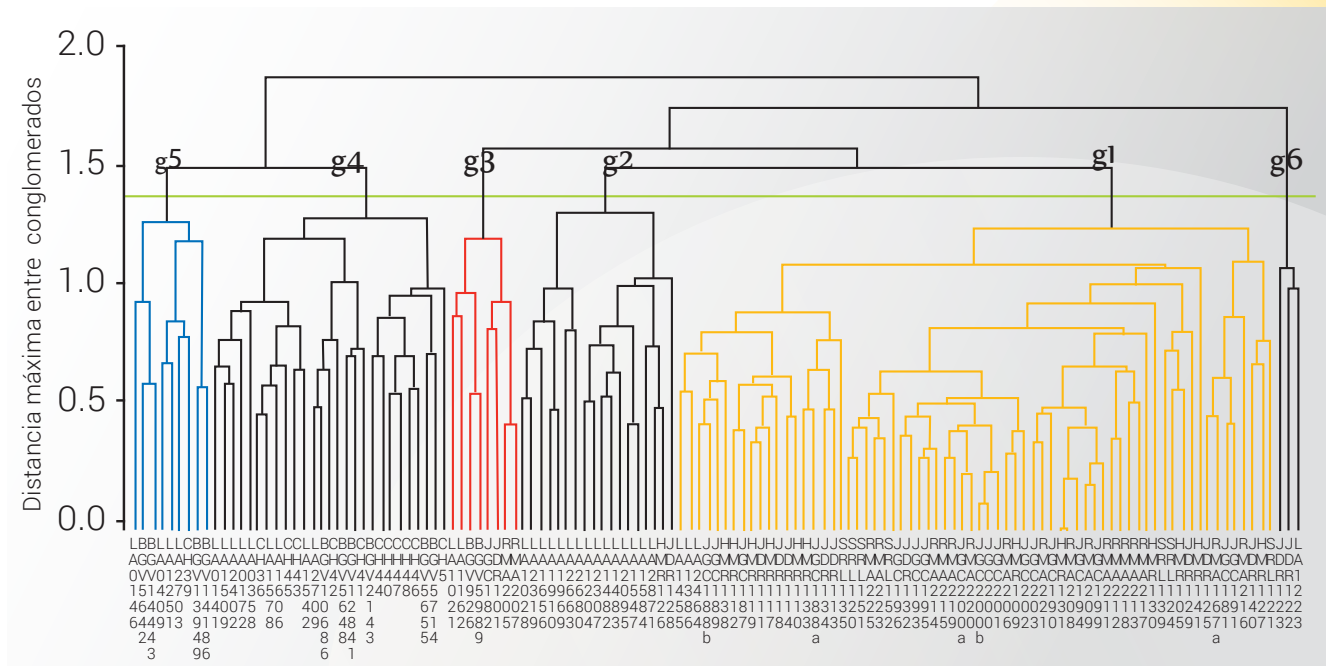


Figura 3. Dendrograma de conglomerados de 133 accesiones de tomate según caracteres cualitativos.

En las preferencias sobre el tomate, también se consideran varios caracteres morfológicos. Según los criterios de Pérez *et al.*, (1998), se deben considerar características como: firmeza, uniformidad en color, forma y tamaño, que pueden ser utilizados en ensaladas, preparación de hamburguesas y la cocina en general. De acuerdo o a otros usos como: enlatados, puré, ketchup o salsas muy utilizados en la preparación de pastas, los frutos de tomate no deben tener agrietado, deben ser uniformes en la maduración al momento de la cosecha, adecuada firmeza de frutos (dura) y color externo uniforme.



Conclusiones

La caracterización permitió conocer la variabilidad morfológica existente (65.45%) e identificar grupos homogéneos para caracteres cuantitativos y cualitativos (6 grupos para ambos). Se observó que los grupos de acuerdo a caracteres cuantitativos (N° de lóculos, longitud, diámetro y peso de frutos) y cualitativos (forma y color de fruto y semilla, presencia y ausencia de pubescencia y consistencia al tacto), probablemente pertenezcan a las especies de *S. habrochaites*, *S. pimpinellifolium*, *S. chmielewskii*, *S. pennelli*, *S. peruvianum*, *S. chilense*, *S. neorickii* y *S. lycopersicum*. Además de que se debe considerar esos caracteres de agrupamiento para iniciar programas de mejoramiento en función a la demanda de mercado.



Literatura citada

- MDRyT (Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras), 2012. Compendio Agropecuario, "Observación Agroambiental" Bolivia.
- EROSKI CONSUMER, 2010. Guía de hortalizas y Verduras disponible en: <http://verduras.consumer.es/documentos/hortalizas/tomate/intro.php/>
- FAO (Organización para la Alimentación y la Agricultura), 1996.a. Plan de Acción Mundial para la conservación y la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Dirección de Producción y Sanidad Vegetal FAO (ed.), Roma (Italia).
- _____.; 1996.b. Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos del Mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 85 p.
- 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.
- GONZALO, M.J. y ESTHER VAN DER KNAAP. 2008. A comparative analysis into the genetic bases of morphology in tomato varieties exhibiting elongated fruit shape. *Theor Appl Genet* (2008) 116:647–656
- IPGRI.; 2000. Descriptores de tomate (*Lycopersicon* spp.).
- MARTIN, F.W. 1962. Distribution and interrelationships of incompatibility barriers in the *Lycopersicon hirsutum*, Humb. And Bompl. *Complex. Evolution*, 17, 519-528.
- 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 Society of plant taxonomists. Printed in the United States of America
- PÉREZ, G.M., MÁRQUEZ, S.F. Y PEÑA, L.A. 1998. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. México Texcoco.
- PROINPA (2009). Curso semipresencial, "Recursos Fitogenéticos, Riqueza estratégica para el desarrollo del País". Modulo I. Cochabamba-Bolivia.
- RICK, C.M. (1976). Tomato (family *Solanaceae*), in *Evolution of Crop Plants* (ed. N. W. Simmonds). Longman publ., pp. 268-273.
- RUDORF, W. (1985). Centros de exploración de las regiones de diversidad genética y centro de introducción en países con grandes áreas de cultivo. Cali Colombia.
- VALLEJOS, C., FRANCO, A., ESTRADA, S. & E. I. (2004). Producción de Hortalizas de clima Cálido. Palmira: Universidad nacional Sede Palmira.
- VILLAREAL, L.R. 1982. "Tomates". Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. Serie investigación y desarrollo N° 6 Traducido por Edilberto Camacho. San José – Costa Rica.

CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE 16 ECOTIPOS DE LOCOTO (*Capsicum pubescens* L.) EN EL VALLE BAJO DE COCHABAMBA

Rosario Huarachi Andia¹, Víctor Quiroga Rojas² y Edwin Iquize Villca³

¹Universidad Técnica de Oruro – FCAPV. • ²Ex - Responsable Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas • ³Ex - Técnico Estadístico IBTA/Chapare.
E-mail: rosario19huarachi@yahoo.es, e_iquize_v@hotmail.com



RESUMEN

Con el objetivo de determinar características morfológicas y agronómicas de 16 ecotipos de locoto, procedentes de los departamentos de La Paz y Cochabamba, se realizó un ensayo en el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas, ubicado en Playa Ancha, provincia Capinota, Cochabamba, situada a 17°23' de latitud sur, 66° 14' de longitud oeste y a 2392 msnm. Se aplicó el diseño bloques al azar. Se evaluaron 47 variables (cuantitativas y cualitativas) características de la planta, tallo, hoja, flor, fruto, semilla y calidad de la semilla. Las variables fueron procesadas con estadística descriptiva, análisis de varianza, componentes principales y cluster (método de Wards y complete). En el primer componente principal de las variables cuantitativas se observó una variación explicada de 79.61%, donde sobresalen: rendimiento, diámetro y número de frutos, porcentaje de germinación, pureza y rendimiento de semilla. El segundo componente principal presentó 11.71% de variación explicada incluyendo a las variables altura de planta, diámetro de fruto, peso de fruto, peso de semilla por fruto, y peso de 1.000 semillas. Según la clasificación, se agruparon en cuatro cluster donde el cluster 1 presentó características sobresalientes especialmente en el rendimiento de fruto (16.79 t/ha) y semilla (30.02 kg/ha). Las variables cualitativas presentaron variación, la misma produjo cuatro cluster donde el hábito de crecimiento y la forma del fruto sobresalen.

Palabras claves: Ecotipos de locoto, caracterización morfológica y agronómica



ABSTRACT

Looking forward to determining morphological and agronomic characteristics of 16 Locoto ecotypes, originating from La Paz and Cochabamba, an experiment was conducted at the National Center for Vegetable Seed Production, located on Playa Ancha, Capinota, Cochabamba, situated at 17 ° 23 'south latitude, 66 ° 14' west longitude and 2392 m. Random Block Design was applied. 47 variables (quantitative and qualitative) on characteristics of the plant, stem, leaf, flower, fruit, seed and seed quality were evaluated. Processing variables through descriptive statistics, analysis of variance, principal components and cluster (Wards method and complete). First principal component of quantitative variables, an explained variance of 79.61% was observed, yield, diameter and number of fruit, seed germination, purity and seed yield upstand. Second Principal component showed 11.71% of variance explained, including variables plant height, fruit diameter, fruit weight, seed weight per fruit and 1000 seed weight. According to the classification, they were grouped into four clusters where the cluster 1 exhibited excellent characteristics especially in fruit yield (16.79 t/ha) and seed (30.02 kg/ha). Qualitative variables showed variation, the same produced the 4 cluster where the growth habit and shape of the fruit upstand.

Keywords: Locoto ecotypes, morphological and agronomic characterization

INTRODUCCIÓN

El locoto es de gran uso para la preparación de la "Uchu llajwa o Jallpa wayca" esta es una espesa salsa de locotos y tomates molidos. El interés comercial del cultivo ha crecido, existen acopiadores que deshidratan y venden en mercados locales y exteriores; también la industria farmacéutica posee interés por el contenido de ácido capsicico. La producción de semilla de locoto en Bolivia, el agricultor obtiene de su misma producción, sin tener en cuenta: variedad, pureza, presencia de enfermedades, etc. Otros productores obtienen semilla de mercados de abastecimiento corriente y desconociendo además de su origen.

Así, el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH) realiza el trabajo de caracterización fenotípica (cualitativa y cuantitativa), como base de mejoramiento genético, extender la producción de semilla mejorada y posteriormente ampliar la producción en el país e incrementar los ingresos de los agricultores. En ese sentido el presente trabajo tiene el objetivo de caracterizar y evaluar 16 ecotipos de locoto (*Capsicum pubescens* L.) en el Valle Bajo de Cochabamba.

Materiales y métodos

El trabajo se realizó en la primera gestión del 2001 en el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas, ubicado en la comunidad de Playa Ancha, provincia Capinota, Cochabamba (17°23' latitud sur, 66°14' longitud oeste y a 2392 msnm), aproximadamente a 60 km de la ciudad de Cochabamba - Oruro. La precipitación pluvial anual es 524 mm, humedad relativa 44% y temperatura promedio anual de 16°C. El material genético utilizado fue semilla de 16 ecotipos de locoto (Cuadro 1).

Metodología de campo

La preparación de almacigueras se inició con el sustrato (marzo 2001) con 2:2:1 de arena fina, turba y estiércol; desinfectado con Basamid (fungicida, con 15 g/m²), cubierta con plástico durante 15 días y posteriormente expuesta sin cubierta también 15 días.

La siembra en almaciguera, se procedió a lavar la semilla con detergente para desinfectar y eliminar el picor de estas.

La siembra fue a finales de abril 2001 en bandejas de 0.6 m por 0.3 m, distribuyendo las semillas en la bandeja, luego fueron cubiertas con sustrato. El repique se realizó a principios de julio, con plántulas expuestas las primeras hojas verdades, en macetas de plástico. La preparación del terreno fue a fines de julio 2001, con arado, rastra, incorporación de estiércol descompuesto (a razón de 20 t/ha), nivelado y surcado.

El diseño empleado fue el Bloques al Azar con 16 tratamientos (ecotipos) y tres bloques. En un área neta de 741 m², la unidad experimental 10.45 m² (3 m * 3.5 m). En la unidad experimental se ubicó dos surcos separados por 1 m y entre plantas 0.8 m.

El trasplante se llevó a cabo el 03 de agosto del 2001, con plántulas de 15 cm de altura, entre 10 a 15 hojas y fueron regadas ligeramente. El refalle se realizó a 7 días después del trasplante, posterior a un riego. El riego fue frecuente desde el trasplante al prendimiento, posteriormente la frecuencia de riego fue 3 a 4 días según las exigencias del cultivo.

La fertilización química fue en dos oportunidades, juntamente con la remoción del suelo. La primera fertilización con 15-15-15 al momento del trasplante. La segunda fertilización se realizó antes de la floración con 15-15-15.

Cuadro 1. Procedencia de ecotipos de locoto.

Ecotipo	Procedencia	Departamento	Altitud (msnm)	Ecotipo	Procedencia	Departamento	Altitud (msnm)
1	Rio Abajo	La Paz	-	9	Kalliri	Cochabamba	2350
2	San Julián	Cochabamba	1200	10	Yancrucera	Cochabamba	1940
3	Cañaverál	Cochabamba	2300	11	Pairumani	Cochabamba	-
4	Tablas Monte	Cochabamba	1833	12	Corani	Cochabamba	3250
5	Itapaya	Cochabamba	2392	13	Locotal	Cochabamba	1700
6	Maravillas	Cochabamba	2020	14	Chulumani	Cochabamba	2500
7	Independencia	Cochabamba	-	15	Macapaca	La Paz	-
8	Corani Pampa	Cochabamba	2040	16	Maica Monte	Cochabamba	2040

El control fitosanitario se realizó tres aplicaciones en forma preventiva, con mochila de aspersor (20 l) y provista de boquilla tipo cónico.

La cosecha fue manual, en primera instancia en diciembre 2001, frutos de la parte basal, posteriormente las cosechas fueron semanales hasta abril del 2002, considerando que los frutos maduros son aquellos que cambiaron de color verde a rojo o amarillo según los ecotipos. Las evaluaciones de las variables fueron en ocho plantas por unidad experimental.

Las variables evaluadas fueron en base al Descriptor de *Capsicum* de la International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 1995).

- Características generales de la planta
- Características del tallo
- Características de la hoja
- Características de la flor
- Características del fruto
- Características de la semilla
- Evaluación de la calidad de la semilla

Las variables cuantitativas fueron promediadas por unidad experimental y analizadas con el modelo lineal mixto bajo la estructura del diseño bloques al azar, análisis de componentes principales y agrupación jerárquica con el método de varianza mínima de Ward's y estadística descriptiva (promedio, desviación estándar, mínimo y máximo) (Steel y Torrie, 1992; Montgomery, 2003; Pla, 1986).

Las variables cualitativas que contribuyen a la variabilidad de las accesiones 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, 1964); nótese dichas variables cualitativas analizadas fueron consideradas como ordinales. También se empleó el análisis de agrupación jerárquica método completo y distribución de frecuencias.



Resultados y discusión

Respuesta de variables cuantitativas

El análisis de varianza presenta variables que carecen de diferencia significativa entre ecotipos: a días a la germinación (v35) y peso de 1000 semillas (g) (v38) a $P: 0.05$. Por otra parte, las otras variables poseen diferencias significativas a $P: 0.05$ y 0.01 .

En base al análisis de componentes principales, la variación explicada se concentra en el primer componente principal (79.61 %) de la variación total de los datos, además este componente tiene alta correlación ($P: 0.01$) con las variables v06, v26, v27, v28, v29, v30, v34, v40, v41 y v43. Respecto al componente principal 2 registro un 11.71% de variación explicada, además este componente tiene alta correlación ($P: 0.01$) con las variables v02, v03, v04, v05, v39, v44, v45, v46 y v47.

Los promedios del cluster 1 (Cuadro 2) se caracteriza por mayor altura de planta a la última cosecha, diámetros de tallo, número de frutos por planta, rendimiento de fruto, porcentaje de germinación, rendimiento de semilla y más precoces. El cluster 4 presenta un ecotipo de ciclo tardío, con rendimientos de semilla, fruto, diámetro de tallo menor y con mayor altura a la última cosecha. Los cluster 2 y 3 son intermedios a los citados anteriormente.

Cuadro 2. Promedios de variables con mayor variación explicada por grupos o cluster.

Variable		Cluster			
		1	2	3	4
Altura de planta, cuarto piso (cm)	v02	22.68	18.01	16.47	22.34
Altura de planta, última cosecha (cm)	v03	56.58	35.72	33.16	64.80
Diámetro de tallo basal (cm)	v04	1.35	0.97	0.91	1.14
Diámetro de tallo medio (cm)	v05	1.24	0.92	0.84	1.06
Diámetro de tallo apical (cm)	v06	1.24	0.96	0.87	0.97
Número de frutos por planta	v26	224.63	162.13	92.34	61.30
Número de frutos para semilla por planta	v27	134.81	97.32	55.50	36.65
Rendimiento de fruto para semilla (kg/planta)	v28	2.13	1.33	0.83	0.84
Rendimiento de fruto (kg/planta)	v29	3.54	2.21	1.43	1.41
Rendimiento de fruto (t/ha)	v30	14.75	9.21	5.94	5.87
Porcentaje de germinación	v34	73.67	78.05	51.20	26.67
Número de semillas por gramo	v39	151.66	150.95	146.70	112.34
Rendimiento de semilla (kg/planta)	v40	0.05	0.03	0.02	0.01
Rendimiento de semilla (t/ha)	v41	0.23	0.12	0.08	0.06
Porcentaje de emergencia	v43	66.67	61.43	46.00	50.00
Días a la floración	v44	65.33	62.00	65.20	87.00
Días a la fructificación	v45	72.33	69.00	72.20	94.00
Días a la madurez comercial	v46	114.00	110.86	113.00	136.00
Días a la madurez fisiológica	v47	140.33	135.43	133.60	175.00

Respuesta de variables cualitativas

Existe mayor correlación positiva del primer componente principal cualitativo con las variables posición del estigma con relación a las anteras (v11), longitud de pétalos (v12), hábito de crecimiento (u1), color del tallo (u3); y correlación negativa con las variables forma del fruto (v15), cuello en la base del fruto (v18) y corrugación de corte transversal del fruto (v22). la correlación positiva con el segundo componente principal cualitativo está el número de pedicelo por axila (v10) y negativa con número de lóbulos por fruto (v24) y pubescencia del tallo (u2).

Entre tanto las variables forma del margen del cáliz antesis (v09), color del fruto al estado maduro (v13), persistencia del fruto (v14), forma del fruto a la inserción con el cáliz (v16), forma del ápice del fruto (v17), pubescencia en la hoja (u4), color de la hoja (u5) y pungencia del fruto (u6) las correlaciones son menores en los dos primeros componentes principales cualitativos.

El cluster 1 tiene afinidad con valores menores cualitativos frente al cluster 3, así mismo los cluster 2 y 4 son intermedias en relación al primer componente principal cualitativo. Algunos ecotipos del cluster 4 tienen valores mayores cualitativos y menores en el cluster 1 dentro del segundo componente principal cualitativo. Nótese la conformación de los clusters tiene la relación de 9, 2, 2 y 3 ecotipos en el grupo 1, 2, 3 y 4.

En el Cuadro 3, el cluster 1 presenta estigma inclinado, intermedio la longitud de los pétalos, fruto acampanulado-bloque, fruto corrugado, hábito de crecimiento compacta, pubescencia del tallo abundante y el tallo verde. Los otros clusters presentan variación en estas variables. Por otra parte estas características están gobernadas por pocos genes (Stanfiel, 1986), en ese sentido se observa varias clases dentro cada variable cualitativa.

Cuadro 3. Distribución de frecuencia (%) de variables cualitativas con mayor variación explicada por grupos o cluster.

Variable	Clases	Cluster				Total
		1	2	3	4	
Posición del estigma con relación a las anteras (v11)	3 Inclinado	56.25	12.50	0.00	6.25	75.00
	5 Al mismo nivel	0.00	0.00	12.50	12.50	25.00
Longitud de pétalos(v12)	1 Corto	25.00	0.00	0.00	6.25	31.25
	2 Intermedio	31.25	12.50	6.25	6.25	56.25
	3 Largo	0.00	0.00	6.25	6.25	12.50
Forma del fruto (v15)	1 Elongado	6.25	0.00	0.00	0.00	6.25
	2 Ovalado	0.00	12.50	0.00	0.00	12.50
	3 Redondo	0.00	0.00	12.50	0.00	12.50
	4 Acampanulado	18.75	0.00	0.00	0.00	18.75
	5 Cónico	6.25	0.00	0.00	6.25	12.50
	6 Bloque	18.75	0.00	0.00	6.25	25.00
	7 Variado	6.25	0.00	0.00	6.25	12.50
Corrugación de corte transversal del fruto (v22)	0 Liso	0.00	0.00	12.50	0.00	12.50
	3 Levemente corrugado	6.25	12.50	0.00	12.50	31.25
	5 Intermedio	43.75	0.00	0.00	6.25	50.00
	7 Muy corrugado	6.25	0.00	0.00	0.00	6.25
Hábito de crecimiento (u1)	3 Prostrada	18.75	0.00	0.00	0.00	18.75
	5 Compacta	37.50	12.50	0.00	6.25	56.25
	7 Erecta	0.00	0.00	12.50	6.25	18.75
	9 combinada	0.00	0.00	0.00	6.25	6.25
Pubescencia del tallo (u2)	3 Escaso	0.00	0.00	0.00	6.25	6.25
	5 Intermedio	25.00	6.25	6.25	12.50	50.00
	7 Abundante	31.25	6.25	6.25	0.00	43.75
Color del tallo (u3)	1 Verde	56.25	0.00	6.25	12.50	75.00
	2 Púrpura	0.00	12.50	6.25	6.25	25.00



Conclusiones

Se observó variación debido a la expresión de las variables cuantitativas y cualitativas en los 16 ecotipos. Los ecotipos fueron agrupados en cuatro, donde el cluster 1 presenta mayor rendimiento de fruto y semilla.



Literatura citada

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION
ISTA. 2003. International Rules for Testing Seed. Seed; Sci. and Technology. 13 p.

IPGRI, 1995. Descriptores de *Capsicum* sp. International Plant Genetic Resources Institute. 51 p.

KRUSKAL, J.B. 1964. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. *Psychometrika*. 29(1): 1-27.

LIZAKOWOSKI, I. 2000. Curso especializado en ciencias y tecnología de semillas. Tutoría a distancia Módulo 8 Análisis de semilla. La Paz. 83 p.

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

NAVIA, O. 2004. Estrategias de manejo integrado del cultivo de locoto (*Capsicum pubescens*) en Bolivia. PROINPA-FDTA VALLES. Cochabamba Bolivia. 15 p.

PEREZ, L. C. 2001. El sistema estadístico SAS. Madrid. Pearson Educación S. A. 619-650 p.

PLA, L. 1986. Análisis multivariado; Métodos de componentes principales. Washington EEUU. OEA. 95 p.

STANFIEL, W. 1987. Genética. Traducida por Patricia Ramos. Mc Graw-Hill. México DF. 551 p.

STEEL Y TORRIE, 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill. México DF, México.

EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBOLLA (*Allium cepa* L.) TOLERANTE A FLORACIÓN EN CONDICIONES DE ALTIPLANO

Jesús Dávila¹, Julio Cesar Laura², Hans Mercado³

¹⁻³ Programa Nacional de Hortalizas, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal

² Becario tesista Universidad Pública del Alto UPEA

jfdr_davila@hotmail.com hans_mercado@yahoo.es



RESUMEN

La cebolla es una especie bianual que necesita temperaturas frías para inducir a la emisión de escapos florales. Este es un efecto fisiológico no deseado cuando se trata de producción comercial de bulbos, ya que éste factor compite con la bulbificación y afecta al rendimiento. De acuerdo a la demanda de productores, se hace necesario contar de una variedad de cebolla con tolerancia a floración prematura y adaptada a las condiciones medio ambientales del altiplano boliviano; Con este propósito el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), a través del Programa Nacional de Hortalizas ha desarrollado dos líneas promisorias de cebolla roja con tolerancia a floración. Con el fin de evaluar el comportamiento agronómico de dichas líneas de cebolla, se realizó un ensayo en el Centro Experimental de Kallutaca dependiente de la UPEA ubicada en el altiplano paceño, en el que se compararon las líneas promisorias de cebolla con una variedad testigo. Al término del ensayo, la Línea Promisoria de cebolla LP2 sobresalió al mostrar el mejor rendimiento de bulbos comerciales alcanzando a 39.3 t ha⁻¹. La variedad testigo presentó el mayor porcentaje de plantas florecidas con un 22.4%, mientras que ambas líneas promisorias presentaron un porcentaje de 2.8%, expresando de esta manera gran tolerancia a la emisión de escapos florales por efecto de frío. Estos dos materiales se encuentran en etapa de desarrollo final para lo cual se prevé su designación como variedad a corto plazo.

Palabras clave: Líneas promisorias, *Allium cepa*, tolerancia a floración prematura, evaluación agronómica.



ABSTRACT

The onion is a biennial plant that requires low temperatures to induce flowering. This physiological response is unwanted for commercial production and affects production yield. According to highlands farmers, it's necessary to identify varieties blossom tolerant and adapted to the environmental conditions of the Bolivian Altiplano, the National Institute of Agricultural and Forestry Innovation (INIAF), through the National Horticulture Program has developed red onion genetic lines with tolerance to this factor. In order to evaluate the agronomic performance of these lines, an essay in Kallutaca Experimental Center located in the highlands of La Paz was performed, where two promising lines of onion and control were compared. Line 2 showed upstanding performance on commercial bulbs production (39.3 t ha⁻¹). Control variety showed the highest percentage of flowered plants with 22.4 %, while promising lines presented both a percentage of 2.8 %, showing great tolerance to floral induction by cold. Genetic Lines are still under continuous breeding and selection procedures, which is expected to become as variety in short-term.

Keywords: Promising lines, *Allium cepa*, Tolerance to premature bolting, Agronomic performance.

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente y por factores geográfico-ambientales, Bolivia produce cebolla de variedades rojas y rosadas en dos épocas, primavera-verano y otoño-invierno; para esto casi en su generalidad el agricultor produce su propia semilla pero de manera inadecuada, lo cual repercute en la mala calidad de semilla, por ende bajos rendimientos y sobre todo afectando a la mezcla varietal.

El altiplano boliviano, por las condiciones ambientales que lo caracterizan, no se puede producir semilla de cebolla, por ello los agricultores están condicionados al uso de semilla de otras zonas o latitudes, cuyo efecto más negativo es la floración prematura como respuesta fisiológica de este cultivo al recibir la calidad de frío propia de la región, lo que constituye en una necesidad el desarrollar una variedad tolerante a este factor fisiológico no deseado y que además proporcione un buen rendimiento y calidad en la producción.

Si bien en Bolivia se cuenta con variedades rojas propias (criollas), que permiten abastecer al mercado durante gran parte del año, es evidente que los productores del altiplano aún tienen los rendimientos más bajos con relación a otras zonas productoras. Este bajo rendimiento en producción de bulbos se debe principalmente al uso de variedades de cebolla no adecuadas para las condiciones de temperatura que se presentan en esta región.

Por lo mencionado, el INIAF trabajó desde hace varios años en la obtención de una variedad de cebolla denominada Globosa, la cual es cultivada en la época primavera - verano en los valles y otras zonas que cuentan con las condiciones ambientales que requiere la variedad. Es así que dentro del programa de mantenimiento de esta variedad se cuenta con 50 líneas genéticas.

A partir de estas líneas de mejoramiento se busca adaptar este material también para zonas más frías (altiplano), para lo cual a partir de la campaña 2011-12 se realizó pruebas de adaptabilidad de esta variedad en zonas frías, propiamente en la comunidad de Calapata y Conchiri en Oruro, de donde se obtuvo dos líneas promisorias con tolerancia a floración prematura.

Materiales y métodos

Las especies alógamas como es el caso de la cebolla presentan un alto grado de heterocigosis, esto ofrece, desde el punto de vista de mejoramiento, la posibilidad de realizar selección negativa de aquellos genes indeseados y aumentar la frecuencia de aquellos de interés o también explorar mediante cruzamientos la incorporación en una nueva variedad con características de interés. (Ramírez, 2006).

La estrategia del proyecto de mejoramiento de cebolla se basó en realizar la selección de familias de medios hermanos a partir de 50 líneas de cebolla de la variedad Globosa desarrollada por el INIAF.

En este proceso de selección se observó respuesta significativa principalmente en la tolerancia a floración prematura en dos líneas, de las cuales fueron seleccionados bulbos con caracteres favorables en poblaciones abiertas.

Evaluación agronómica

La evaluación de las dos líneas promisorias se realizó durante los meses de septiembre de 2013 a enero de 2014, en el Centro Experimental "Kallutaca", perteneciente a la Universidad Pública de El Alto, ubicado a 28 km de la ciudad de La Paz, ubicada a 16°31' LS y 68°18' LO y a una altitud de 3908 m, con un clima en general frío y seco, temperatura promedio anual de 7.1°C, y con precipitación promedio anual de 612 mm.

En el trabajo desarrollado para evaluar los materiales genéticos, se consideraron las siguientes variables: rendimiento, tolerancia a floración prematura, porcentaje de plantas con bulbos comerciales, porcentaje de plantas con bulbos no comerciales, peso individual de bulbo, longitud y diámetro de bulbo, número de hojas y altura de planta.

Análisis estadístico

El experimento fue conducido en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Los datos fueron evaluados de acuerdo al análisis de varianza (ANVA) usando el programa SAS (SAS Institute Inc., Cary, NC), y la prueba Duncan al 0.05 de probabilidad fue usada para la comparación múltiple entre medias de tratamientos.



Resultados y discusión

En la figura 1 se muestran los datos climáticos de temperatura durante los meses de desarrollo del ensayo, como se puede observar se generaron condiciones propicias para la inducción a floración prematura en las plantas de cebolla, pues durante la mayoría de los meses se tuvo una temperatura promedio por debajo de los 10°C, lo cual según Brewster (2008) se encuentra dentro del intervalo óptimo correspondientes al periodo de vernalización de 8 a 12°C, aunque existen grandes variaciones entre variedades con intervalos óptimos de 15-21°C y de 3-4°C (Sinadurai, 1970)

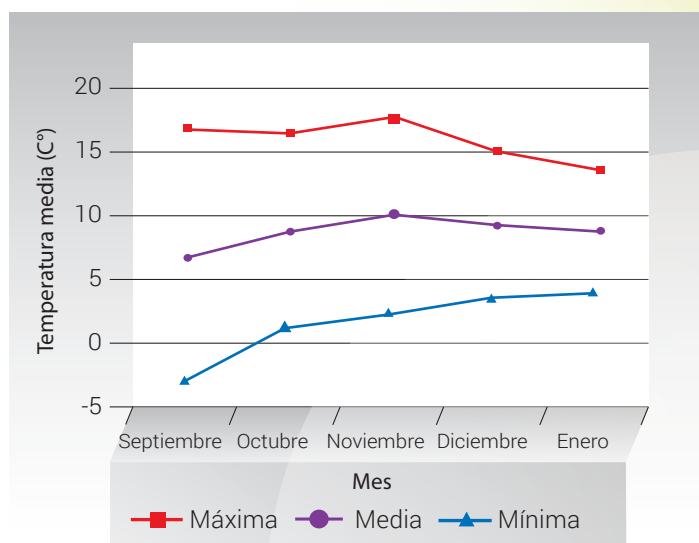


Figura 1. Temperaturas mensuales 2013-2014

Análisis de varianza

El análisis de varianza de 15 variables evaluadas para tres genotipos de cebolla se presenta en el Cuadro 1. Se observó significancia estadística para la mayoría de las variables estudiadas, excepto para las variables Número de hojas (v02), Diámetro de bulbo (v07), Número de bulbos podridos (v12) y Peso de bulbos no comerciales (v13), lo que sugiere que estas variables poseen baja interacción genotipo-ambiente.

Cuadro 1. Análisis de la Varianza para 3 genotipos de cebolla

Variables	CM	p-valor	CV (%)
v01 Altura de planta (cm)	50.88*	0.0268	3.5
v02 Número de hojas	0.14	0.9361	11.2
v03 Número de plantas florecidas	413.44**	0.0001	14.9
v04 Porcentaje de plantas florecidas	382.85**	0.0001	14.8
v05 Peso de bulbo (g)	0.01**	0.0619	15.0
v06 Longitud de bulbo (mm)	592.89**	0.0001	2.2
v07 Diámetro de bulbo (mm)	102.26	0.0632	5.2
v08 Número de bulbos comerciales	489.05**	0.0033	6.4
v09 Peso de bulbos comerciales (kg)	143.03**	0.0003	5.7
v10 Número de bulbos brotados	230.78**	0.0002	16.0
v11 Número de bulbos bifurcados	145.92*	0.0142	25.5
v12 Número de bulbos podridos	0.32	0.7689	36.9
v13 Peso de bulbos no comerciales	0.33	0.5560	24.1
v14 Número total de bulbos	277.73**	0.0007	2.4
v15 Peso total de bulbos	70.84**	0.0034	6.5

* Significativo ($P < 0,05$)

** Altamente Significativo ($P < 0,01$)

En el cuadro 2 se muestran los resultados de prueba de medias para tres genotipos de cebolla en 15 variables estudiadas.

La Línea Promisoria 2 (LP2) presentó la mayor altura de planta (v01) con 67.9 cm, lo que indica una mayor adaptación a las condiciones medio ambientales.

Para la evaluación de la tolerancia a floración prematura se tomaron en cuenta el número de plantas florecidas (v03) y su equivalencia en porcentaje (v04). Como se puede notar existió una diferencia categórica entre las líneas promisorias con respecto a la variedad testigo, habiendo esta última presentado un porcentaje de plantas florecidas del 22.4% mientras que las líneas presentaron ambas un porcentaje de 2.8%. Este comportamiento refleja el potencial genético de las líneas promisorias, frente al testigo, para adaptarse a condiciones ambientales específicas.

Cuadro 2. Prueba de medias Duncan para 3 genotipos de cebolla

Variables	Línea Promisoria 1	Línea Promisoria 2	Testigo	Promedio
v01 Altura de planta (cm)	61.1 b	67.9 a	60.4 b	63.2
v02 Número de hojas	13.1 a	12.8 a	12.7 a	12.8
v03 Número de plantas florecidas	3.0 b	3.0 b	23.3 a	9.8
v04 Porcentaje de plantas florecidas	2.8 b	2.8 b	22.4 a	9.4
v05 Peso de bulbo (g)	240 ab	320 a	220 b	260
v06 Longitud de bulbo (mm)	52.1 b	77.4 a	75.2 a	68.2
v07 Diámetro de bulbo (mm)	82.5 a	82.2 a	72.3 b	79.0
v08 Número de bulbos comerciales	63.5 a	71.6 a	46.6 b	60.5
v09 Peso de bulbos comerciales (kg)	18.4 b	27.5 a	14.0 c	20.0
v10 Número de bulbos brotados	1.5 b	1.0 b	6.2 a	2.9
v11 Número de bulbos bifurcados	19.1 a	12.6 a	5.2 b	12.3
v12 Número de bulbos podridos	2.6 a	3.2 a	2.9 a	2.9
v13 Peso de bulbos no comerciales (kg)	1.5 b	0.9 b	6.3 a	2.9
v14 Número total de bulbos	88.1 a	90.4 a	72.7 b	83.7
v15 Peso total de bulbos (kg)	19.8 b	28.4 a	20.2 b	22.8

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$)

Al comparar los resultados de peso individual de bulbo (v05), la LP2 obtuvo el mayor valor con 320 g seguido de la Línea Promisoria 1 (LP1) y del testigo con 240 g y 220 g respectivamente.

El resultado de prueba de medias para la variable longitud de bulbo (v06) muestra los mayores valores para la LP2 y el testigo con 77.4 mm y 75.2 mm respectivamente, muy por debajo de ellos se encuentra la LP1 con 52.1 mm.

En cuanto al diámetro de bulbo (v07) la LP1 y LP2 obtuvieron resultados estadísticamente similares con 82.5 y 82.2 mm, la variedad testigo presentó el menor diámetro de bulbo con 72.3 mm.

Para las variables número de bulbos comerciales (v08) y peso de bulbos comerciales (v09) la variedad testigo obtuvo los más bajos resultados con un promedio de 46.6 bulbos comerciales y un peso

14 kg. La LP1 y LP2 presentaron resultados estadísticamente iguales para el número de bulbos comerciales con 63.5 y 71.6 bulbos respectivamente, a pesar de esta igualdad la LP2 produjo un mayor peso de bulbos comerciales con 27.5 kg y la LP1 le sigue en producción con 18.4 kg, esto se debe a la diferencia obtenida en el peso individual de bulbo de cada línea.

De los resultados de pruebas de medias se puede indicar lo siguiente en cuanto a las causas de descarte de bulbos (Figura 2): En la variedad testigo la causa principal se debió a la floración prematura lo cual insidió en la formación de bulbos de calidad, también se puede observar una mayor pérdida por bulbos brotados en la variedad testigo en comparación con las líneas promisorias, esto está ampliamente relacionado con la incidencia de floración prematura por las horas frío recibidas en el estado juvenil de la planta, lo cual afecta al ingreso del bulbo en estado de dormancia.

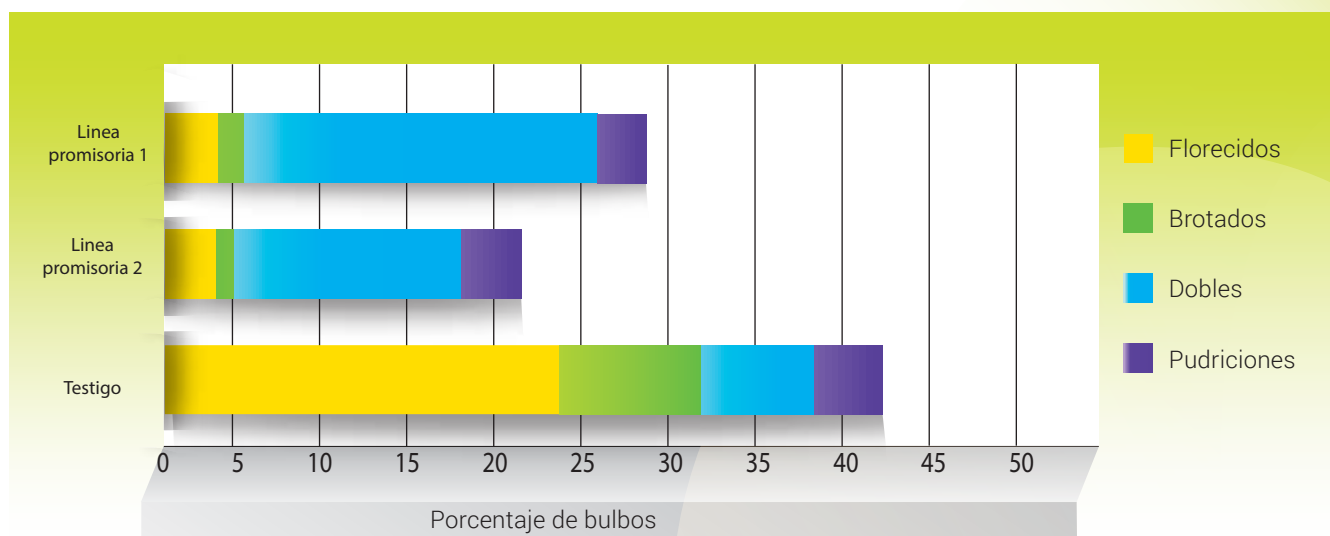


Figura 2. Porcentaje de pérdidas y causas de descarte en tres genotipos de cebolla

En las líneas promisorias la causa principal de descarte fueron bulbos dobles, con 19.1 bulbos para la LP1 y 12.6 bulbos para la LP2, aunque este resultado es negativo también es signo de resistencia al frío, pues según Brewster (2008) este tipo de cebollas puede soportar ambientes aún más fríos lo que reduciría el porcentaje de bulbos dobles.

La evaluación del rendimiento se hizo extrapolando el rendimiento por unidad experimental a toneladas por hectárea, la LP2 produjo el mayor rendimiento de bulbos comerciales con 39.3 t ha⁻¹, le siguen la LP1 y la variedad testigo con resultados estadísticamente similares de 26.2 y 20 t ha⁻¹ respectivamente, estos resultados están por encima del promedio nacional de 8 a 9 t ha⁻¹.

Aunque no se evaluó en este trabajo el tiempo de conservación en almacén de bulbos, se puede afirmar por trabajos anteriores que existe mayor tiempo de vida en almacenaje para variedades tolerantes a floración prematura (Alemzadesh Ansarim, 2007), este punto se evaluará en futuros ensayos previendo una respuesta positiva por parte de las dos líneas promisorias desarrolladas por el INIAF.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, se concluye lo siguiente:

1. La Línea Promisoria 2 sobresalió por su rendimiento de bulbos comerciales, que fue de 39.3 t ha^{-1} , 97% más que el rendimiento de la variedad testigo.
2. La variedad testigo fue la más susceptible a floración prematura por efecto de acumulación de frío, a diferencia las líneas promisorias que mostraron gran tolerancia a la inducción floral por acumulación de horas frío.
3. Para lograr una buena producción de cebolla es importante elegir adecuadamente la variedad a cultivar, la que debe estar muy bien adaptada a las condiciones medioambientales del altiplano boliviano.

Este material aún se encuentra en etapa de evaluación final. Se prevé realizar ensayos en diferentes ambientes fríos para evaluar su estabilidad y comprobar su adaptación a diferentes condiciones productivas principalmente del altiplano.

Se espera que a corto plazo sean protegidas y licenciadas a productores semilleristas para su posterior multiplicación.

Literatura citada

- ALEMZADESH ANSARIM N., 2007. Effect of onion cultivars on storage losses under hot conditions. *J. Applied Int. Hortic. Iniadi*, 9: 38-40.
- BREWSTER J. L., 2008. Onions and Other Vegetable Alliums. 2° CAB Int., Wallingford, Oxon, UK. 455 p.
- MDRyT, 2012. Compendio agropecuario. Observatorio Agroambiental y Productivo. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Bolivia. 528 p.
- RAMÍREZ L., 2006. Mejora de plantas alógenas. Universidad de Navarra. España.
- SINNADURAI S., 1970. A note on the bulbing and flowering habit of the Bawku onion. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 47, 77-79.

RESISTENCIA GENÉTICA DE HÍBRIDOS DE TOMATE [*Solanum lycopersicum* L.(Mill .)] AL VIRUS DEL BRONCEADO (TSWV)

Julio Gabriel¹, Daniel Sanabria², Silene Veramendi¹,
Giovanna Plata¹, Ada Angulo¹, Mario Crespo¹

¹ Fundación PROINPA, Casilla 4285, Cochabamba, Bolivia. E-mail: s.veramendi@proinpa.org

² Facultad de Bioquímica, Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia



RESUMEN

La presente investigación se realizó en el invernadero y laboratorio de la Fundación PROINPA en Cochabamba - Bolivia en el 2012. El objetivo fue evaluar la resistencia y susceptibilidad de plantas a los virus Tomato spotted wilt virus – TSWV, Tomato chlorotic spot virus – TCSV y Groundnut ringspot virus – GRSV en 10 híbridos de tomate mediante evaluación fenotípica y del patrón molecular (marcador SCAR Sw- 421), que distingue los homocigotos y heterocigotos resistentes del susceptible. Los resultados mostraron que el marcador SW-421 se co-localizó con el gen Sw-5 de resistencia a TSWV. Se observó la presencia de la banda de resistencia (R) para TSWV a 940 bp en las variedades PROINPA 2 y PROINPA 9 en estado homocigoto dominante (Sw-5/Sw-5). Las variedades PROINPA 1, PROINPA 3, PROINPA 4, PROINPA 5, PROINPA 6 y PROINPA 10, mostraron la banda resistencia (H) a TSWV a 900-940 bp en estado heterocigoto (Sw-5/Sw-5+). Solamente la variedad PROINPA 7 (Redonda), el padre 71 89S LACHING SW-5 y la variedad Shannon mostraron el gen de susceptibilidad (S) al TSWV a 900 bp en estado homocigoto recesivo (Sw-5+/Sw-5+). Los análisis de severidad y de DAS-ELISA fueron confirmados con el análisis molecular.

Palabras clave: DAS-ELISA, severidad, homocigosis, heterocigosis, susceptibilidad, alelo.



ABSTRACT

This research was conducted at the PROINPA Foundation's greenhouse and laboratory in Cochabamba, Bolivia in 2012. Its objective was to evaluate the resistance and susceptibility to Tomato spotted wilt virus – TSWV, Tomato chlorotic spot virus – TCSV and Groundnut ringspot virus – GRSV in 10 tomato hybrids. Phenotypic and molecular pattern (SCAR marker SW-421) evaluations were performed in order to differentiate homozygous and heterozygous resistant from susceptible plants. Results showed that molecular marker Sw421 is co-located with the TSWV-resistance Sw-5 gene. A TSWV-resistance band (R) was observed at 940 bp and showed the homozygous presence of the Sw-5 allele (Sw-5/Sw-5) in PROINPA 2 and PROINPA 9 varieties. PROINPA 1, PROINPA 3, PROINPA 4, PROINPA 5, PROINPA 6 and PROINPA 10 varieties, showed a TSWV resistance band (H) at 900-940 bp in the heterozygous state (Sw-5/Sw-5+). Only PROINPA 7 (Redonda), the male parent 71 LACHING 89S Sw-5 and the variety Shannon showed TSWV susceptibility gene (S) at 900 bp in the homozygous-recessive state (Sw-5+/Sw-5+). The results of the severity analysis and of DASELISA were confirmed by the molecular analysis.

Keywords: DAS-ELISA, severity, homozygous, heterozygous, susceptibility, allele.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades causadas por virus son consideradas un obstáculo para el cultivo del tomate ya que causan pérdidas significativas en la producción. En Bolivia, como lo indica una reciente investigación (Plata 2011) el Tomato spotted wilt virus – TSWV, el Tomato chlorotic spot virus – TCSV y el Groundnut ringspot virus – GRSV son los más importantes virus causantes del Tospovirus (virus del bronceado o peste negra), y confirma lo ya indicado por Abad (2005). Similar situación se ha reportado en otros países como Brasil, donde además tienen al *Crysanthemum stem necrosis virus* – CSNV que afecta al tomate (Lima *et al.* 2002, Ferraz *et al.* 2004, Lau *et al.* 2006). Se debe mencionar que la resistencia genética del tomate al virus TSWV se ha visto en distintas accesiones en el género *Lycopersicum* (García y Lozoya 2004, Robertson y Labato 2007). La resistencia en el cultivar Stevens es controlado por un gen, denominado Sw-5 con interacción alélica dominante (Rosello *et al.* 1998, Stevens *et al.* 1992, Juliatti y Maluf 1995). Referente a la resistencia al virus es posible piramidar múltiples alelos de resistencia. En el caso de TSWV, el marcador SCAR SW-421 podría ser una herramienta importante para la SAM. El objetivo del presente estudio fue evaluar la resistencia y susceptibilidad de plantas en híbridos de tomate por evaluación fenotípica y del patrón molecular a través del marcador SCAR (Sw-421), que distingue los homocigotos (Sw-5/Sw-5) y heterocigotos (Sw-5/Sw-5+) resistentes del susceptible (Sw-5+/ Sw-5+).

Materiales y métodos

El estudio se realizó en la campaña 2012 en el invernadero y laboratorio de biología molecular de la Fundación PROINPA. Se utilizaron 10 híbridos y 2 parentales de tomate obtenidos en el programa de mejoramiento genético de la Fundación PROINPA (Gabriel *et al.* 2013). Se utilizó el marcador Sw-421 que fue compendiado en una lista de marcadores potenciales que están ligados y co-localizados con el gen de resistencia al tospovirus Sw-5 en un mapa referencial de papa y tomate (Tanksley *et al.* 1992, Brommonschenkel y Tanksley 1997, Foolad 2007, Moon y Nicholson 2007, Rodrigues do Nascimento *et al.*, 2009).

Se colectaron folíolos jóvenes y sanos de 10 híbridos y 2 parentales de tomate, provenientes de invernadero y almacenadas a -20°C. El ADN genómico total fue extraído a partir del material vegetal molido mediante el método CTAB 2X (hexadecil bromuro de trimetil amonio) desarrollado por Doyle y Doyle (1990). La calidad y concentración del ADN obtenido fue evaluado después de la tinción con bromuro de etidio en geles de agarosa al 1% y transluminador UV marca Biorad. Para el análisis de PCR se siguió el protocolo desarrollado por Rodrigues do Nascimento *et al.* (2009) con algunas modificaciones, donde la mezcla de reacción contenía 15 ng de ADN genómico, buffer PCR 10X, 0,2 mM dNTP, 1 pmol.µl⁻¹ de cada iniciador y 0,025 U.µl⁻¹ de la enzima Tag polimeraza. Las condiciones de reacción consistieron en 94°C por 5 min, 35 ciclos de 94°C por 1 min, 60°C por 45 s y 72°C por 60 s. (T100 Thermal Cycler marca BioRad).

Los productos de amplificación fueron separados en geles de agarosa. La presencia o ausencia del marcador molecular validado en cada híbrido, se anotó y almacenó en archivos con formato EXCEL para su posterior análisis. Para el experimento se utilizaron 65 plantas sanas de tomate con 90 días de edad distribuidas en 13 subgrupos de 5 plantas cada una.

Para la inoculación del virus se siguió el protocolo recomendado por López *et al.* (2003). Como testigos se utilizaron 6 plantas entre las mismas accesiones, las cuales se trataron únicamente con el abrasivo y el buffer fosfato, y se las mantuvo en otro invernadero durante todo el experimento. Se realizó la serología a 3 plantas infectadas y con sintomatología en invernadero, y se confirmó un DAS-ELISA positivo (+) para una única planta, las otras 2 presentaron resultado negativo (-). En las plantas inoculadas en invernadero se realizaron evaluaciones de severidad con la escala recomendada por López *et al.* (2003) para ubicar las características de severidad de sintomatología producida por TSWV.



Resultados y discusión

Análisis de la resistencia

Los resultados mostraron que los híbridos cuyo padre fue la especie silvestre 70 89R Sw-5/Sw-5 (*Solanum peruvianum*) portador del gen Sw-5 en estado homocigoto transfirió exitosamente el gen de resistencia a TSWV. Cabe mencionar que tampoco se observó síntomas típicos de GRSV y TCSV, lo cual se confirmó con la prueba de DAS-ELISA que no detectó la presencia de estos virus. Se observó que el híbridos PROINPA 7 (Platus x 71 89S LACHING Sw-5) mostró un síntoma leve de atrofiamiento en el crecimiento (escala 1), y fue positivo en la prueba de DAS-ELISA con un valor de 0.139 de absorbancia, esto está indicando que este híbrido fue susceptible a TSWV. En cambio, el híbrido PROINPA 6 (Martha x 71 89S LACHING Sw-5), no mostró síntomas de severidad a TSWV, y no reaccionó en la prueba de DAS-ELISA, lo que indicó que probablemente éste híbrido tiene algún grado de resistencia y el gen está en estado heterocigótico (Sw-5/Sw-5+), pero si mostró reacción al GRSV y TCRV, denotando que tuvo susceptibilidad a ambos tipos de virus. Al parecer la resistencia conferida y que está en estado heterocigoto fue conferida por la progenitora materna Martha.

Análisis molecular

La temperatura de hibridación (T_m) del iniciador al ADN genómico se realizó en una PCR de gradiente, determinándose una T_m de 60°C como la más óptima y en la cual se logró una mejor amplificación, visualizándose la banda de interés para el marcador Sw-421 a los 940 bp. El análisis molecular mostró que las variedades PROINPA 2 y PROINPA 9 tienen el gen de resistencia (R) a TSWV en estado homocigoto dominante (Sw-5/Sw-5) y se la encontró a los 940 bp. Las variedades PROINPA 1, PROINPA 3, PROINPA 4, PROINPA 5, PROINPA 6, PROINPA 8 y PROINPA 10, tienen el gen de resistencia (H) a TSWV en estado heterocigoto (Sw-5/Sw-5+) y se las ubicó entre 900-940 bp. Solamente la variedad PROINPA 7, el padre 71 89S LACHING Sw-5 y la variedad Shannon mostraron tener el gen de susceptibilidad (S) al TSWV en estado homocigoto recesivo (Sw-5+/Sw-5+) y se la detectó a 900 bp (Figura 1).



Figura 1. La visualización de las bandas se realizó en un gel de agarosa al 1.8% en un transluminador UV marca Biorad. Leyendas; 1: Proinpa 1, 2: Proinpa 2, 3: Proinpa 3, 4: Proinpa 4, 5: Proinpa 5, 6: Proinpa 6 (Jasuka), 7: Proinpa 7, 8: Proinpa 8, 9: Proinpa 9, 10: Proinpa 10, 11: Parental 89R Sw-5/Sw-5, 12: Parental 89S LACHING SW-5, 13: Shannon; C-: Control negativo de reacción, bp: pares de bases.

Cabe mencionar que investigaciones realizadas por Boiteux y De Giordano (1993) encontraron que el mismo gen de resistencia al TSWV le confiere resistencia a GRSV y TCSV, lo cual nos hace ver la gran importancia de incorporar genes de especies silvestres emparentadas con el tomate. En nuestra investigación los análisis han mostrado que aparentemente se ha logrado el control efectivo de los tres virus con el gen Sw-5 introducido de *Solanum peruvianum* en algunos de los híbridos evaluados.

Sin embargo, debemos estar conscientes de que la enfermedad evoluciona, y tenemos la experiencia previa que tenemos que aprender a convivir con la enfermedad, por lo que la solución más práctica será la búsqueda y selección de nuevas fuentes de resistencia natural que sean eficaces contra las nuevas variantes de TSWV.

En nuestro trabajo observamos que la evaluación fenotípica confirmó la eficiencia en el proceso de inoculación y mostro reacción diferencial de los genotipos de acuerdo a la presencia o ausencia del alelo Sw-5. El marcador molecular permitió la identificación de homocigotos (Sw-5/Sw-5) y heterocigotos (Sw-5/Sw-5+) en las plantas resistentes, resultados similares fueron encontrados por Rodrigues do Nascimento *et al.* (2009) al evaluar progenies isogénicas segregantes de tomate.

Por último debemos mencionar que en Bolivia en recientes investigaciones realizadas por Plata (2011) encontró que los virus causantes del virus del bronceado o peste negra en invernadero está asociada principalmente al serotipo II: Groundnut Ring Spot Virus (GRSV) y al Tomato Chlorotic Spot Virus (TCSV) y en menor proporción al Tomato Spot Wilt Virus (TSWV). En este sentido, nuestra investigación tiene una contribución valiosa, debido a que muy probablemente en los nuevos híbridos se ha logrado incorporar el valioso gen de resistencia al complejo "virus del bronceado o peste negra" del tomate.



Conclusiones

1. El marcador SW-421 se co-localizó con el gen Sw-5 de resistencia a TSWV.
2. Se observó la presencia de la banda de resistencia (R) para TSWV a 940 bp en estado homocigoto dominante (Sw-5/Sw-5) y a 900-940 bp en estado heterocigoto (Sw-5/Sw-5+) y a 900 bp en estado homocigoto recesivo (Sw-5+/Sw-5+).
3. Los análisis de severidad y de DAS-ELISA fueron confirmados con el análisis molecular.



Literatura citada

- ABAD JA, MOYER JW, KENNEDY GG, HOLMES GA, CUBETA MA (2005) Tomato spotted wilt virus on potato in Eastern North Carolina. *Am J Pot Res* 255-261.
- BOITEUX LS, DE GIORDANO LB (1993) Genetic basis of resistance against two Tospovirus species in tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Euphytica* (71):151-154.
- BROMMONSCHENKEL SH, TANKSLEY SD (1997) Map-based cloning of the tomato region that spans the Sw-5 tospovirus resistance gene in tomato. *Mol General Gen* 256: 121-126.
- DOYLE JJ, DOYLE JL (1990) A rapid total DNA preparation procedure for fresh plant tissue. *Focus* 12:13-15.
- FERRAZ E, RESENDE LV, LIMA GSA, SILVA MC, FRANÇA JGE, SILVA DJ (2004). Redenção: nova cultivar de tomate para a indústria resistente a geminivírus e tospovírus. *Horticultura Brasileira* (21):578-580.
- FOOLAD MR (2007) Genome mapping and molecular breeding of tomato. *Int J Plant Gen*: 52.
- GABRIEL J, LÓPEZ E, MAGNE J, ANGULO A, LUJÁN R, LA TORRE J, CRESPO M (2013). Genetic basis of inheritance for morphological, agronomic and agro-industries characteristics in hybrid tomato *Solanum lycopersicum* L. (Mill). *J Selva Andina Biosph*. 1(1): 37-46.
- GARCIA PE, LOZOYA GE (2004) Genes de resistencia a enfermedades en plantas. *Rev Mex Fit* 22: 414 – 422.
- JULIATTI FC, MALUF WR (1995) Controle genético da resistência do tomateiro a um isolado de tospovirus (TSVW): análise de plantas individuais. *Fitopatologia Brasileira* (20): 39-47.
- LAU D, OLIVEIRA JCF, LAU EY, BROMMONSCHENKEL SH (2006) Hipersensibilidade e necrose sistêmica em *Nicotiana benthamiana* transformada com o gene de resistência Sw-5 de tomateiro. *Fitopatologia Brasileira* (31): 247-253.
- LIMA GSA, LAU D, PICOLI EAT, ASSUNÇÃO IP, BROMMONSCHENKEL SH, OTONI WC (2002) Reação de genótipos de berinjela a quatro espécies de tospovírus. *Summa Phytopathologica* (28): 242-247.
- LOPEZ-LAMBERTINI P, BIDERBOST E, DI FEO L, MOLLINEDO VA (2003) Relación entre concentración viral y la tolerancia al TSWV determinada por el gen "platense" en tomate. *Fitopatología (Perú)* 1 (38): 23-31.
- MOON H, NICHOLSON JS (2007) AFLP and SCAR markers linked to tomato spotted wilt virus resistance in tobacco. *Crop Breeding & Genetics* (47): 1887-1894.
- PLATA G (2011) Caracterización de enfermedades virales en el cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*) bajo condiciones de invernadero. Tesis de Maestría, Posgrado, Facultad de Ciencia Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas", UMSS, Cochabamba, Bolivia. 104 p.
- ROBERTSON LD, LABATE JA (2007) Genetic resources of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and wild relatives. Page 26 – 76 in Razdan, M.K. and Mattoo, A.K. (eds), *Genetics improvement of Solanaceous crops; volume 2: Tomato*. Science Publishers, Enfield, NH, USA.
- RODRIGUES DO NASCIMENTO I, MALUF WR, FIGUEIRA AR, CÍCERO BESERRA MENEZES CB, VILELA DE RESENDE JT, FARIA MV, WILLIAN D (2009) Marker assisted identification of tospovirus resistant tomato genotypes in segregating progenies. *Sci Agric (Piracicaba, Braz.)* 3 (66): 298-303.
- ROSELLO S, DÍEZ MJ, NUEZ F (1998) Genetics of tomato spotted wilt virus resistance coming from *Lycopersicon peruvianum*. *Eur J Plant Path* (104): 499-509.
- STEVENS MR, SCOTT SJ, GERGERICH RC (1992) Inheritance of a gene for resistance to tomato spotted wilt virus (TSWV) from *Lycopersicon peruvianum* Mill. *Euphytica* 59: 9-17.
- TANKSLEY SD, GANAL MW, PRINCE JP, DE VICENTE MB, BONIERBALE MW, BOUN P, FULTON PM, GIOVANNONI JJ, GANDILLO S, MARTIN GB, MESSESGUER R, MILLER JC, MILLER L, PATERSON AH, PINEDA O, RODER M, WING RA, WU W, YOUNG ND (1992) High density molecular linkage maps of the tomato and potato genome; biological inferences and practical applications. *Genetics* 132: 1141-1160.

HERENCIA DEL RENDIMIENTO, DÍAS A LA MADUREZ, DURACIÓN EN ANAQUEL Y SU RELACIÓN CON CARACTERES AFINES EN HÍBRIDOS DE TOMATE [*Solanum lycopersicum* L. (Mill.)]

Edy López¹, Julio Gabriel², Ada Angulo², Jury Magne², Rubén Luján², Jaime La Torre¹, Mario Crespo²

² Facultad de Ciencia Agrícolas, Pecuarias, Veterinarias y Forestales, Universidad Mayor de San Simón.

¹ Fundación PROINPA, Casilla 4285, Cochabamba, Bolivia: j.gabriel@proinpa.org



RESUMEN

Fueron evaluados en invernadero 30 híbridos de tomate con el objetivo de determinar las relaciones genéticas afines al rendimiento, el número de días a la madurez y días de duración en anaquel. Con el diseño genético de Carolina del Norte I, se estimó los componentes genéticos y la aptitud combinatoria general de cada progenitor masculino. Se hizo análisis de correlación, componentes principales y correspondencia múltiple. Los resultados mostraron que Isola x 70 fue mejor para textura. Messapico x 70, Anasac x 71, Shannon x 71, San Marzano x 70 y Naxos x 70 fueron los mejores para °GBrix. Para número de días a la madurez Harzfever F1 x 70 fue la mejor, Atlantico x 70 fue la mejor para tamaño y ancho de fruto. Para longitud de fruto Incas x 70 y Halay x 70 fue la mejor para rendimiento. El pH fue aditivos y la textura de fruto, los °GBrix y el número de días a la madurez fueron dominantes. En el rendimiento, tamaño, longitud y ancho de fruto hubo efectos aditivos y dominantes. El parental 70 mostró genes para menor pérdida de textura, mayor ganancia de °GBrix, mayor pérdida de pH, mayor tamaño y rendimiento de fruto. El parental 71 mostró genes para menor número de días a la madurez, mayor longitud y mayor ancho de fruto. La correlación fue moderada y negativa para tipo de crecimiento de planta, forma predominante de fruto, color exterior del fruto maduro y número de lóculos. El primer componente principal está relacionado con textura de fruto, °GBrix, tamaño, longitud y ancho de fruto. La correspondencia múltiple mostró que en los híbridos predominaron frutos redondos con pericarpio y parte externa de color rojo.

Palabras claves: Anaquel, genes, efectos aditivos, efectos dominantes, heredabilidad.



ABSTRACT

Under greenhouse, 30 tomato hybrids were evaluated in order to determine the genetic relationships between the various characters related to the yield, the number of days to maturity and days of shelf life. Crosses with a genetic design from North Carolina I, determined the genetic components and general combining ability of each male parent. Correlations were estimated, as well as principal component and multiple correspondence analyses were performed. Results showed that Isola x 70 was the best for texture. For the best crosses brix were: Messapico x 70, Anasac x 71, Shannon x 71, San Marzano x 70 and Naxos x 70. Atlantico x 70 for number of days to maturity. Harzfever F1 x 70 for size and fruit width. For fruit length, Incas x 70 and Halay x 70 for yield. It was also noted that the pH is controlled by additives and fruit texture effects, the brix and the number of days to maturity, dominant effects are involved. In yield, size, length and width of fruit are additive and dominant effects involved. The parent 70 carries genes for less loss of texture, higher gain brix, greater loss of pH, higher size and fruit yield. The parent 71 is the carrier of genes for fewer days to maturity, greater length and larger width of the fruit. Correlation analysis showed a moderate and negative type of relationship between plant growth and fruit predominantly, was observed between dominant form of fruit, exterior color of the ripe fruit and number of loculos. The first main components, was related to fruit texture, brix degrees, size, length and width of fruit. In multiple correspondence analyses indicated that the hybrids evaluated predominated hybrids with round fruits with pericarp and the outside coloured red.

Keywords: Shelf, genes, additive effects, dominant effects, heritability.

INTRODUCCIÓN

La identificación y selección de líneas parentales son necesarias para ser utilizadas en cualquier programa de hibridación para producir genotipos potencialmente valiosos para combinar y poder lograr los efectos de genes deseados en una línea homocigótica. La información relativa de los distintos tipos de acción génica, la magnitud relativa de la variación genética, y la combinación de las estimaciones de habilidad combinatoria son parámetros importantes y vitales para lograr la composición genética de los cultivos (Hannan *et al.* 2007). Esta importante información podría proveer de una estrategia esencial para los mejoradores de tomate en la selección de las mejores combinaciones parentales para continuar el proceso de mejoramiento. Sprague (1966) y Griffing (1956), afirman que los efectos de ACG son de acción génica aditiva y los efectos de ACE son acción génica no aditiva (dominante o epistático). Algunos encontraron la predominancia de la ACG podría ser más importantes que la ACE (Khan *et al.* 1991, Yaqoob *et al.* 1997), entre tanto otros sugirieron que la ACE es más importante (Ortiz y Golmirzaie 2004, Biswas *et al.* 2005). El presente estudio tuvo como objetivo determinar las relaciones genéticas entre los distintos caracteres afines al rendimiento, el número de días a la madurez y días de duración en anaquel de híbridos de tomate.

Materiales y métodos

El experimento se implementó el año 2011 en un invernadero de la Fundación PROINPA en la zona de El Paso en Cochabamba (2.617 msnm). Se utilizó 30 híbridos de tomate obtenidos en la Fundación PROINPA del cruzamiento de 21 líneas parciales (tres ciclos de autofecundación), una línea silvestres de *Solanum lycopersicum* con resistencia al tospovirus o peste negra (TSWV): 70 (89R Sw-5/Sw-5) y una líneas susceptible a tospovirus: 71 (895 Laching Sw-5) (Gabriel *et al.* 2013).

El suelo se preparó manualmente y se aplicó fertilizante nitrofoska. Las platabandas fueron de 28,50 m de largo. Para el almácigo las bandejas fueron desinfestadas con una solución de agua y cloro (50 mL de Cl/1 L de agua) durante 5 a 10 min. Se preparó sustrato con cascarilla de arroz, tierra vegetal y arena fina que se esterilizó en una caldera a vapor durante 35 minutos a 90°C.

El trasplante se realizó en sistema tresbolillo a una distancia de 0,46 m entre hoyos dentro de la hilera y a 0,60 m entre surcos. Se hizo el control de malezas, plagas y enfermedades.

En los híbridos determinados, la poda se realizó en tres ramas principales y en las indeterminadas, en dos ramas principales. El tutoraje se realizó después de la poda. Para el análisis de anaquel se recolectaron 18 frutos por híbrido en estadio fenológico de pintonas. Se hizo siete tratamientos (0, 3, 6, 9, 13, 16 y 21 días en anaquel) para evaluar la duración en anaquel y composición química de los frutos. Las variables morfológicas, agronómicas y agroindustriales, fueron evaluadas según el IPGRI (2008). Para anaquel se implementó el experimento en un diseño completamente aleatorio. Para las variables morfológicas, agronómicas y de resistencia el experimento se implementó en diseño de bloques completos al azar con submuestreo con cuatro repeticiones.

Sobre la base del modelo utilizado se realizaron análisis de varianza para probar hipótesis acerca de los efectos fijos, aleatorios y comparaciones de medias de los híbridos, utilizando el Proc GLM del SAS (SAS 2004). El análisis genético se hizo con el Diseño I de Carolina de Norte, en el que cada progenitor masculino se apareó con m hembras (Martinez-Garza 1988), para estimar las varianzas genéticas, la aptitud combinatoria general (ACG) del macho y la herencia en sentido estrecho (h^2) y amplio (H^2). Finalmente se realizaron análisis de correlación, de componentes principales (cuantitativas) y de correspondencia múltiple (cualitativas) (López e Hidalgo 2003).



Resultados y discusión

Análisis de varianza en anaquel

El ANVA mostró diferencias significativas ($P < 0,05$) entre híbridos para las variables pérdida de textura de fruto y ganancia en °GBrix. El pH no mostró diferencia significativa. La comparación de medias, para la variable PTxT, mostró que el híbrido con menor pérdida de textura o mayor firmeza de fruto fue Isola x 70. Los híbridos con mayor ganancia en °GBrix fueron Magnus x 71, Anasac x 71, Shannon x 71, San Marzano x 70 y Naxos x 70.

Componentes de la varianza genética en anaquel

Las varianzas genéticas (Tabla 1) para pérdida en pH mostró $\sigma_A^2 > 0$, y había efectos aditivos. La pérdida de TxT y ganancia en °GBrix la $\sigma_A^2 > 0$, y había efectos de dominancia. Considerando la importancia de los efectos genéticos no aditivos (γ) para las variables pérdida en textura de fruto y ganancia en °GBrix, los efectos de dominancia fueron un número infinito de veces más importantes que los efectos aditivos. En la pérdida en pH los efectos aditivos fueron más importantes. Resultados similares reportó Gragera (2003), quien encontró una mayor expresión de genes con efectos aditivos para pH ($d/a = 0,03$) en tomates de industria de España y los efectos de dominancia ($d/a = 2,76$) fueron más importantes para G°Bx y TxT. La H^2 fue alta para ganancia en G°Bx, lo que indica una amplia variación genética y baja variación ambiental. La h^2 para estas variables fue cero, confirmando que estarían gobernados por efectos de dominancia.

Resultados similares fueron reportados por Hernández (2013), que observó una $H^2 > 0,5$ y una baja $h^2 < 0,5$ para G°Bx. Moreno-Maldonado *et al.* (2002), encontraron una $h^2 > 0,45$ para G°Bx, indicando que los efectos aditivos son de importancia. Esto sugiere que este carácter estaría gobernado por efectos aditivos y de dominancia. Pereira da Costa *et al.* (2009) encontraron una $h^2 < 0,1$ similar a nuestro trabajo para TxT. En cambio, la H^2 fue moderada ($H^2 = 0,39$), confirmando que los efectos de dominancia son más importantes. Para pH, las H^2 y h^2 fueron bajas e idénticas, indicando que no existen efectos de dominancia para esta variable y que está influenciada por el ambiente. Moreno-Maldonado *et al.* (2002) hallaron una $h^2 > 0,45$, indicando una baja influencia del medio ambiente.

ACG de los machos para la prueba en anaquel

El progenitor 70 mostró la menor ACG para pérdida de TxT de fruto, mayor ACG para ganancia en G°Bx y pérdida en pH, sugiriendo que sería portador de genes para menor pérdida de firmeza de fruto, ganancia en G°Bx y mayor pérdida en pH en anaquel durante 21 días. Esto confirma lo encontrado por Lagos (2012), en tomate de Colombia y Ecuador, donde las varianzas de la ACG fueron < 1 para pH, G°Bx y TxT (uniformidad genética).

Tabla 1. Estimación de componentes de varianza genética y heredabilidad de 18 híbridos de tomate en anaquel. El Paso, 2011.

Parámetros genéticos	Variables		
	PTxT	G°Bx	PpH
σ_A^2	0,000	0,000	0,002
σ_B^2	0,023	0,031	0,000
H^2	0,347	0,559	0,118
h^2	0,000	0,000	0,118
γ^2	Infinito	Infinito	0,000

PTxT = Pérdida de Textura de fruto, G°Bx = Ganancia en grados brix, PpH= pérdida de pH; σ_A^2 = Varianza aditiva, σ_B^2 = varianza de dominancia, H^2 = heredabilidad en sentido amplio y h^2 = heredabilidad en sentido estrecho. $\gamma > 1$ = efectos dominantes importantes; $\gamma = 1$ efectos aditivos y dominantes importantes; $\gamma < 1$ efectos aditivos importantes.

Análisis de varianza morfológico y agronómico

El ANVA mostró diferencias altamente significativas ($P < 0.01$) para número de días a la madurez, longitud de fruto, ancho de fruto, tamaño de fruto y rendimiento.

La comparación de medias mostró que Harzfever F1 x 70 alcanzó el menor cantidad de días a la madurez, Atlántico x 70 obtuvo el mayor tamaño de fruto, Incas x 70 exhibió la mayor longitud de fruto, Atlántico x 70, Anasac x 70, Arthalica x 70 y Suso F1 x 70 obtuvieron el mayor ancho de fruto y Halay x 70 tuvo mayor rendimiento de fruto.

Componentes de varianza genética para variables morfológicas y agronómicas

Los componentes de varianza genética (Tabla 2), para número de días a la madurez mostraron que $\sigma_A^2 > 0$. Esto indica que este carácter está gobernado por efectos de dominancia. La importancia de los efectos genéticos (γ), mostró que los efectos de dominancia son un infinito número de veces más importantes que los efectos aditivos. En cambio, para tamaño de fruto, longitud de fruto, ancho de fruto y rendimiento las σ_A^2 y $\sigma_B^2 > 0$, lo cual indica que efectos de dominancia y aditivos son importantes.

Los valores altos de H^2 (Tabla 3) para tamaño, longitud y ancho de fruto, muestra alta variabilidad genética y bajo efecto ambiental. Las h^2 fueron bajas para todas las variables en general, lo cual indica que los efectos aditivos son de poca importancia, sugiriendo que la selección sería más efectiva a través del tamaño, longitud y ancho de fruto. Los valores altos para H^2 y bajos para h^2 confirman que los efectos de dominancia son más importantes que los efectos aditivos.

ACG para machos de variables morfológicas y agronómicas

Las ACG estimadas para los dos progenitores machos mostraron una amplia diferencia en el comportamiento de los progenitores en las diferentes variables de respuesta. El progenitor 71 mostró la menor ACG para número de días a la madurez, sugiriendo que este progenitor sería el portador de genes para menor número de días a la madurez. El progenitor 70 mostró las mayores ACG para el tamaño de fruto y peso de fruto, sugiriendo que el parental tendría genes para mayor tamaño y rendimiento de fruto.

Tabla 2. Estimación de componentes de varianza genética y heredabilidad para cinco variables evaluadas en 30 híbridos de tomate. El Paso, 2011.

Parámetros genéticos	Variables				
	NoDM	TmF	LnF	AnF	Y
σ_A^2	0,000	0,071	0,807	10,833	0,035
σ_B^2	16736	20984	25350	21115	0,115
σ_H^2	0,349	0,705	0,711	0,671	0,232
σ_h^2	0,000	0,022	0,022	0,227	0,055
γ^2	Infinito	5,440	5,600	1,390	1,812

PTxT = Pérdida de Textura de fruto, G°Bx = Ganancia en grados brix, PpH= pérdida de pH; σ_A^2 = Varianza aditiva, σ_B^2 = varianza de dominancia, H^2 = heredabilidad en sentido amplio y h^2 = heredabilidad en sentido estrecho. $\gamma > 1$ =efectos dominantes importantes; $\gamma = 1$ efectos aditivos y dominantes importantes; $\gamma < 1$ efectos aditivos importantes.

Estudios en tomates mexicanos realizados por Gaspar-Peralta et al. (2012) coinciden con los resultados encontrados con $H^2 > 0,5$ para longitud de fruto y baja para peso de fruto. Por otro lado, para ancho de fruto valores semejantes de $H^2 = 0,66$ fueron estimados por Hernández (2013).

Por otra parte, el progenitor 71 mostró las mayores ACG para longitud y ancho de fruto; por tanto, este parental tendría genes para mayor longitud y ancho de fruto. Los valores de mejora de ACG con el parental 70 para Y y TmF son 0,114 y 0,005; por tanto, este parental contribuye con 114 gramos al rendimiento por planta y en 0,13 mm al tamaño de los híbridos. En cambio, con el parental 71 los valores de mejora son 0,555 y 0,484 para LnF y AnF, lo cual significa que este progenitor contribuye con 555 y 484 micrómetros a la longitud y ancho de fruto de los híbridos respectivamente. Asimismo, este parental contribuye con la reducción de 1,8 días para NoDM.

Análisis de correlación de variables cuantitativas y cualitativas

En el análisis de variables cuantitativas en anaquel no hubo correlación significativa.

En el análisis de caracteres cualitativos morfológicos existe una correlación significativa entre las variables tipo de crecimiento de la planta (TCP) y forma predominante del fruto (FPF). Esta correlación fue moderada y negativa ($r = -0,62$). Esto nos indica que la FPF del fruto depende del TCP. En las indeterminadas predominan los frutos redondos y redondos achatados (92%) y el 5% fueron redondos alargados. Por otra parte, la variable FPF se correlacionó negativa y moderadamente con la variable color externo del fruto maduro (CFM) ($r = -0,51$). Esto significaría que entre los frutos alargados predomina el color naranja y entre los frutos redondos los colores rojo y rosado. También esta variable FPF se correlacionó moderada y negativamente con la variable número de lóculos (NOL) ($r = -0,41$). Esto nos indica que en los frutos alargados predomina la presencia de tres lóculos por fruto y que en los frutos redondos predomina la presencia de cuatro lóculos en la mayoría de los híbridos. Estos resultados concuerdan con los reportados por Medina y Lobo (2001), que encontraron de 2 a 3 lóculos/fruto en frutos alargados y de 4 a 5 lóculos/fruto en frutos redondeados en la mayoría de las introducciones evaluadas.

En los caracteres cuantitativos morfológicos se encontró una correlación moderada y positiva entre las variables LnF con AnF ($r = 0,67$), esto significaría que a mayor longitud de fruto sería más ancho el fruto. Por otra parte, TmF estuvo moderadamente y positivamente correlacionada con LnF ($r = 0,56$) y AnF ($r = 0,55$). Por tanto, los híbridos con mayor tamaño de fruto exhibieron mayor ancho y longitud de fruto.

Análisis de componentes principales (ACP)

Se retuvo dos componentes cuyo valor propio fue ≥ 1 y que expresaron más del 70 % de la varianza total (Pla 1996, López e Hidalgo 2003). En anaquel el primer componente contribuyó con el 41,19 % de la varianza total. Las variables PTxT y G°Bx aportaron positivamente. El segundo componente contribuyó con el 34,28 % de la varianza total, en el cual la variable pH aportó positivamente. Este componente distinguió a los híbridos con mayor pérdida en pH.

En el análisis de morfológico el primer componente contribuyó con el 52,35% del total de la varianza. Esto indica que este componente identificó a los híbridos con mayor tamaño de fruto, longitud de fruto y ancho de fruto. El segundo componente contribuyó con el 17,53% de la varianza total, en el cual la variable "Y" aportó positivamente. La variable NoDM, contribuyó en forma negativa, este componente distinguió a los híbridos con mayor rendimiento y precocidad.

Análisis de correspondencia múltiple

El análisis de correspondencia múltiple mostró que los híbridos Messapico x 70, Anasac x 70 y Martha x 71 se agruparon al presentar frutos redondos alargados con un color exterior naranja y la carne del pericarpio del mismo color. Otros híbridos que se diferenciaron fueron los híbridos Tristar x 70, Isola x 70, Platus x 70, San Marzano x 71 y IPA 6SF al presentar forma redonda y un color exterior y la carne del pericarpio rojo.



Conclusiones

En la textura de fruto y ganancia en °GBrix están involucrados efectos de dominancia, en el pH efectos aditivos. En el número de días a la madurez hay efectos de dominancia. En el tamaño de fruto, longitud de fruto, ancho de fruto y rendimiento de fruto hay efectos aditivos y de dominancia.

Las h^2 para anaquel fueron bajas. La H^2 fue alta para ganancia en grados °GBrix, moderada para textura y baja para pH.

El parental 70 es portador de genes para menor pérdida de textura de fruto, mayor ganancia en °GBrix, mayor pérdida en pH, mayor tamaño de fruto y mayor rendimiento.

El primer componente agrupa a híbridos con menor pérdida de textura de frutos y mayor contenido de grados brix y el segundo agrupa a los híbridos con mayor pérdida de pH.

La correspondencia múltiple determinó que la forma predominante de los frutos se relaciona con el color exterior y el color del pericarpio.



Literatura citada

- BISWAS MK, MONDAL MAA, HOSSAIN M, ISLAM R (2005) Selection of suitable parents in the development of potato hybrids in Bangladesh. *Chinese Potato J.* 19:193-197.
- GABRIEL J, SANABRIA D, VERAMENDI S, PLATA G, ANGULO A, CRESPO M (2013) Resistencia genética de híbridos de tomate [*Solanum lycopersicum* L. (Mill.)] al virus del bronceado (TSWV). *Agron. Costarricense* 37 (1): 61-69.
- GRAGERA J (2003) La mejora genética de tomate de industria, en el servicio de investigación y desarrollo tecnológico de la junta de Extremadura. Guadajira, Valencia, España. 2003; 43p.
- GRIFFING B (1956) Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system. *Aust J Biol Sci.* 9:463-493.
- HANNAN MM, BISWAS MK, AHMED MB, HOSSAIN M, ISLAM R (2007) Combining Ability Analysis of Yield and Yield Components in Tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.). *Turk J Bot.* 31:550-563.
- HERNÁNDEZ A (2013) QTLs y heterosis en jitomate en una población F2 derivada de una cruce interespecífica. Tesis de Maestría, Colegio de Posgraduados, Montecillo, Mexico. 65 p.
- IPGRI (2008) Descriptores para el tomate (*Lycopersicon spp.*). Bogotá, Colombia. 49 p.
- SAS INSTITUTE INC (2004) SAS/STAT Users Guide, Version 9.2, Fourth Edition, Vol. 2, SAS Institute Inc., Cary, N.C.
- KHAN, M.A.; CHEEMA, K.L.; MASOOD, A.; SADAQAT, H.A (1991) Combining ability in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *J Agric Res.* 29:311-318.
- LAGOS LK (2012) Evaluación del potencial genético de algunos parentales de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* cav. Sendt.) a partir de un dialélico parcial circulante, tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia –Facultad de Ciencias Agropecuarias. Palmira, Colombia. 79 p.
- LÓPEZ FT, HIDALGO R (2003) Análisis Estadístico de datos de Caracterización morfológica de recursos genéticos. Instituto Internacional de recursos fitogenéticos Cali – Colombia. 89 p.
- MARTINEZ-GARZA A (1998) Diseños experimentales: Métodos y elementos de teoría. Editorial Tri llas, México, DF. México. 756 pp.
- MEDINA C, LOBO (2001) Variabilidad morfológica en el tomate pajarito (*Lycopersicon esculentum* var. *Cerasiforme*) precursor del tomate cultivado. *Revista Corpoica.* 3 (2): 39-50
- MORENO-MALDONADO M, PEÑA-LOMELI A, SAHAGUN-CASTELLANOS J, RODRÍGUEZ-PÉREZ J, MORA-AGUILAR R (2002) Varianza aditiva, heredabilidad y correlaciones en La variedad M1-Fitotecnia de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista, Fitotecnia* 25 (3). 20 p.
- ORTIZ R, GOLMIRZAI AM (2004) Combining ability analysis and correlation between breeding values in true potato seed. *Plant Breeding* 123:564-567.
- PEREIRA DA COSTA J, MARTÍNEZ V, RODRÍGUEZ G, PRATTA G, ZARZOLI R (2009) Influencia de genes exóticos sobre la firmeza de fruto y precocidad del fruto de tomate. U.N. de Rosario. Argentina. 18 p.
- PLA L (1986) Análisis multivariado: método de componentes principales. OEA, Washington, EE.UU. p. 3-15.
- SPRAGUE, G.F. (ed). (1966) Plant Breeding. Ames, IA, USA: Iowa State University Press.
- YAQOUB M, HASSAN G, MAHMOOD G, SHAH NH (1977). Combining ability studies for some quality traits in cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *J Pure Appl Sci.* 16:47-50.

INCREMENTO DE LA UNIFORMIDAD DE CARACTERES CUALITATIVOS DE LÍNEAS DE CAROTE (*Cucurbita pepo* L.) EN LA PROGENIE S₃

Hans Mercado, Mario Colque, Ever Machaca

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal
ever.machaca@iniaf.gob.bo



RESUMEN

La endocría ha sido utilizada en programas de mejoramiento para fijar genotipos favorables de interés agronómico y para reducir el porcentaje de heterocigotos en la población. En cucurbitáceas, la endocría es considerada una estrategia obligatoria en la selección de progenitores deseados. El objetivo de este trabajo fue el de evaluar líneas de carote en función de caracteres cualitativos y de la genealogía de la progenie S₃. Se observó amplia variabilidad fenotípica en las poblaciones originales de carote (S₀) en cuanto a la forma y color de los frutos. También se observó gran variación en las características de las hojas y en el hábito de crecimiento de las plantas. Las líneas endocriadas mostraron un incremento de la uniformidad promedio en cada generación del 4.6%, respecto a los caracteres de presión de selección. La línea LC16 es la que mayor uniformidad expresó en la generación S₃ (84.2%), mientras que la línea LC20 fue la de menor uniformidad (70.2%). Las líneas seleccionadas poseen caracteres complementarios, útiles para la obtención de una futura variedad híbrida, sintética o simple.

Palabras clave: *Cucurbita pepo* L., líneas endogámicas, uniformidad, caracteres cualitativos.



ABSTRACT

The inbreeding has been used for breeding programs to secure favorable genotypes of agronomic interest and reduce the proportion of heterozygotes in the population. On cucurbitaceae, inbreeding is considered a required strategy in selecting good parents. The aim of this study was to evaluate zucchini lines according to qualitative characteristics and the genealogy of the S₃ progeny. Wide phenotypic variability was observed in the original zucchini populations (S₀) such as form and color of fruits. Large variation was also observed in the characteristics of the leaves and the growth habit of plants. Inbreeding developed lines showed 4.6% of uniformity average increase in each generation respect to the selection pressure characteristics. LC16 is the line that expressed more uniformity in S₃ generation (84.2%), while LC20 was the lowest line uniformity (70.2%). The selected lines have complementary characters, useful for obtaining a hybrid, synthetic or a new single variety.

Key words: *Cucurbita pepo* L, inbred lines, uniformity, qualitative characteristics.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de carote o calabacín presenta un gran potencial como alternativa agrícola, debido a la gran versatilidad en usos alimenticio, medicinal, agroindustrial y decorativo. A nivel nutricional los calabacines aportan carbohidratos, vitaminas (A, B2; α -tocoferol, C y E), aminoácidos, flavonoides y minerales (K^+ , Ca^{2+} , P), además de que tienen un bajo contenido energético (17 kcal por 100 g de pulpa) (Galiano, 2006).

Desde el punto de vista varietal, en Bolivia existen pocas variedades comerciales de carote (Ancasi, 2014). Las variedades introducidas han venido perdiendo su uniformidad y potencial productivo, debido a la permanente contaminación de polen por cruzamiento natural entre los tipos cultivados, lo que contribuye a una gran variabilidad en las características observadas a nivel de agricultor, variación que también se expresa en la consiguiente pérdida de calidad y valor comercial de los frutos.

Por lo anterior, el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH) dependiente del INIAF, inició un proyecto de mejoramiento genético en esta especie, con el objeto de desarrollar variedades de polinización abierta o híbridos, como una forma de contribuir a un incremento de su producción, especialmente a nivel de pequeños productores hortícolas. Hasta la fecha se ha logrado obtener cinco líneas endogámicas de carote. En el presente trabajo de investigación estas líneas fueron evaluadas en función de caracteres cualitativos y de la genealogía de la progenie S3.

Materiales y métodos

Este trabajo fue realizado en el CNPSH, en Sipe Sipe, Cochabamba (17° 22' 17" S; 66° 19' 29" O; altitud 2555 msnm), entre las campañas 2010-2011 y 2013-2014. La base de la población fueron 500 plantas (So) obtenidas a partir de cruces naturales interespecíficos de *Cucurbita pepo* x *Cucurbita* máxima y de cruces entre subespecies de *Cucurbita pepo*.

En esta población de plantas existía una gran variabilidad en cuanto a la forma y color de los frutos. También se observó gran variación en las características de las hojas y en el hábito de crecimiento de las plantas.

En la primera campaña se realizó la selección y polinización controlada (autofecundaciones) de 100 plantas individuales con características morfológicas típicas del calabacín, de las cuales al final de la evaluación de los frutos se obtuvieron 30 líneas S1 de acuerdo a la metodología descrita por Whitaker y Robinson (1986) y Vallejo y Estrada (2002).

Durante la segunda campaña se evaluaron las líneas S1 y se formaron líneas S2. En la tercera campaña se evaluaron las líneas S2 y se formaron líneas S3. Finalmente en la cuarta campaña se evaluaron las líneas S3 y se formaron líneas S4. En cada generación cada línea contó con una población de al menos 50 plantas.

Al inicio del trabajo las evaluaciones sobre las líneas se hicieron en base a seis descriptores para *Cucurbita pepo* L. propuestos por la UPOV (2007) con el fin de ejercer presión de selección sobre las líneas. Estos caracteres fueron: el porte de la planta, incisiones en el limbo, superficie relativa cubierta por manchas plateadas en el limbo, color principal de la epidermis en fruto joven, forma general del fruto, y distribución del color verde secundario entre el acostillado del fruto. A partir de la tercera campaña se fueron complementando descriptores cuantitativos y cualitativos entre los que destacan la ramificación de la planta y el color de la pulpa del fruto maduro (Whitaker y Robinson, 1986).

Del análisis descriptivo de los datos se obtuvieron frecuencias absolutas, frecuencias relativas, y la moda. Para realizar la comparación de la uniformidad entre generaciones se utilizó la media geométrica de las frecuencias de la moda en función de las líneas y caracteres evaluados en común. Para visualizar un aumento o disminución en la uniformidad de las líneas se realizó el análisis de regresión en base a la información generada en las tres generaciones.

Resultados y discusión

Generación S1

De las 30 líneas evaluadas 3 presentaron hábito de crecimiento rastrero y en varias líneas se registró hasta un 50% de frutos de forma elíptica u ovalada. En base a los 6 descriptores evaluados se seleccionaron 6 líneas con características típicas del calabacín, buscando que tengan frutos alargados (cilíndricos, en forma de botella o en forma de maza) y crecimiento semirastrero o arbustivo. Esas líneas fueron: LC15, LC16, LC17, LC20, LC21 y LC27. Como se indicó anteriormente, pese a que todas las plantas S0 manifestaron características deseables para el mejoramiento en carote, en esta generación se observó el efecto de la segregación en los genotipos de todas las líneas, ya que se desconocía el estado de heterocigotos de cada una. Para la obtención de la semilla se realizó una selección dentro líneas, donde se seleccionaron entre 3 a 5 plantas en función de la uniformidad de la línea. La semilla cosechada se mezcló para ser representativa de la población (King *et al.*, 2012).

Generación S2

En esta generación no se encontraron plantas con hábito de crecimiento rastrero, esto se explica debido a que este rasgo es de herencia simple (Whitaker y Robinson, 1986) por tanto es fácil de fijar en generaciones tempranas a través de selección de líneas endogámicas.

De las líneas evaluadas, LC15 mostró una alta proporción de frutos ovalados (40%) por lo cual se determinó no seleccionar esta línea para continuar el trabajo de mejoramiento.

Se espera que el método de mejora que se está utilizando fije esta característica rápidamente, ya que la forma del fruto en cucurbitáceas es controlada por un gen dominante incompleto, resultando en un fruto elongado (OO), ovalado (Oo) o esférico (oo) (King *et al.*, 2012).

Como se observa en la Figura 1, ocurrió un bajo incremento general de la uniformidad con relación a la generación anterior, siendo LC27 la línea de mayor incremento con un 20.5% mientras que la línea LC16 tuvo un descenso del 7%. Para la obtención de semilla se repitió el procedimiento utilizado para las líneas en la generación S1.

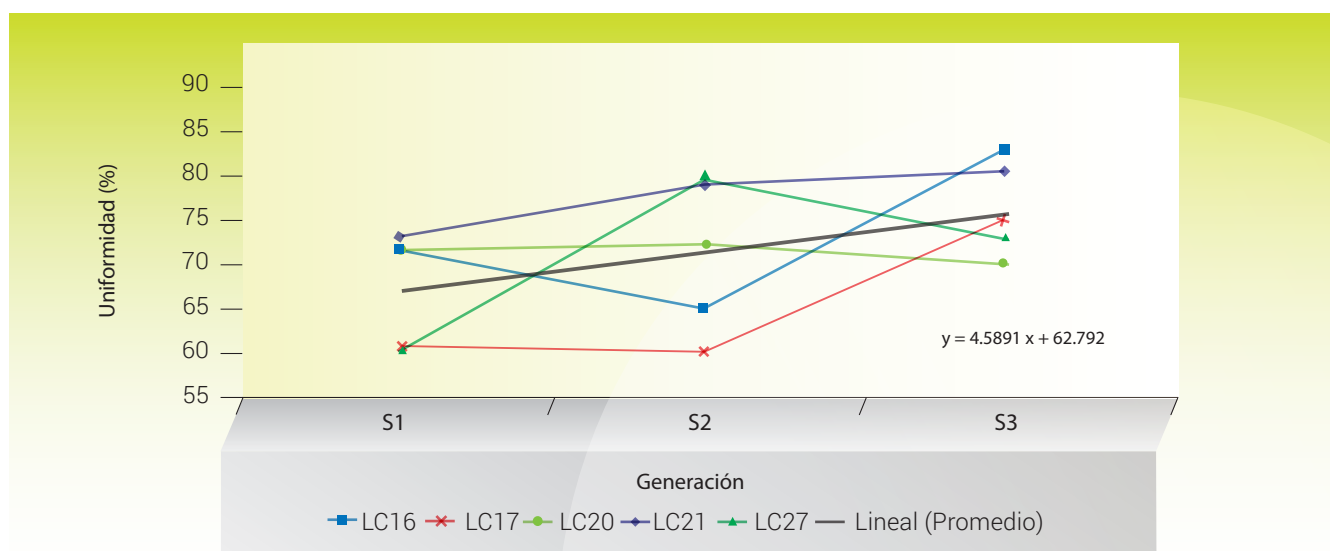


Figura 1. Uniformidad promedio para 5 líneas de carote en función de la generación

Generación S3

De acuerdo a lo esperado la diferencia entre líneas se fue incrementando, mientras que dentro las líneas se fueron uniformando caracteres (Bos y Caligari, 2008). En el Cuadro 1 se muestran las características de las líneas S3 en base a la frecuencia de la moda.

Cuadro 1. Características de presión de selección de la progenie S3 de cinco líneas de carote

CÓDIGO	LC16	%	LC17	%	LC20	%	LC21	%	LC27	%
PPL	semirastrero	88	semirastrero	100	semirastrero	100	semirastrero	93	semirastrero	100
RAM	presente	81	presente	96	ausente	82	ausente	80	ausente	60
ILB	poco profundas	96	poco profundas	89	poco profundas	100	poco profundas	100	medias	67
SCP	pequeña	96	muy pequeña	89	muy pequeña	100	muy pequeña	100	muy pequeña	100
FFR	en forma de maza	96	elíptica	78	en forma de maza	45	cilíndrica	67	en forma de maza	47
COP	verde	85	verde oscuro	52	verde oscuro	59	verde oscuro	60	verde claro	67
DCV	rayas	54	rayas	59	bandas	50	manchas	80	rayas	73
CPF	amarillo	100	amarillo	68	crema	67	naranja	80	crema	100

Leyenda: PPL: Porte de la planta, RAM: Ramificación de la planta, ILB: Incisiones en el limbo, SCP: Superficie relativa cubierta por manchas plateadas en el limbo, FFR: Forma general del fruto, COP: Color principal de la epidermis en fruto joven, DCV: Distribución del color verde secundario entre el acostillado del fruto, CPF: Color de la pulpa del fruto maduro.

La línea LC16 presentó caracteres diferenciados respecto a la ramificación de la planta, la superficie cubierta por manchas plateadas en el limbo y el color principal en fruto joven. La línea LC17 se distinguió por la presencia de ramificación de la planta y por la forma elíptica de sus frutos, al ser esta forma de fruto un carácter no deseado en carote, no se continuó con el mejoramiento de esta línea, ya que tampoco mostró otro carácter que lo distinga totalmente de las otras líneas. Los caracteres que distinguieron a la línea LC20 fueron la presencia de bandas en el color secundario del fruto y un color de pulpa crema. En cuanto a la línea LC21 esta se caracterizó por tener la forma de fruto cilíndrica, presencia de manchas en el color secundario del fruto y por tener un color de pulpa naranja, esta característica la hace interesante para futuras evaluaciones nutricionales en vista de la asociación del color con el contenido de carotenoides (King *et al.*, 2012).

En la línea LC27 se observaron hojas con incisiones medias, color principal del fruto verde claro y un color de pulpa del fruto crema.

En la Figura 1 se puede observar el comportamiento del promedio geométrico de uniformidad de las líneas en las diferentes generaciones, en este gráfico se pudo evidenciar que la línea LC16 es la que mayor uniformidad expresó en la última generación evaluada (84.2%), mientras que la línea LC20 fue la de menor uniformidad (70.2%). Del análisis de regresión se determinó un promedio de 4.6% de ganancia en la uniformidad en cada generación.

Las líneas que fueron seleccionadas para continuar el programa de mejoramiento (LC16, LC20, LC21 y LC27) tienen como propósito complementarse en lo que respecta a los caracteres evaluados, puesto que el propósito de este trabajo es la obtención de líneas puras con alto grado de homocigosis para la obtención de una nueva variedad. El número necesario de generaciones para alcanzar la uniformidad, dependerá del grado de heterocigosis de la población original. Por experiencias de trabajos similares se sabe que dicha condición se alcanza en cucurbitáceas entre la S5 y S8 (Ramírez, 2006).

Las líneas avanzadas se pueden usar directamente como variedades cuando éstas muestran superioridad a la población original en productividad y calidad (Cramer y Wehner, 1999), por lo cual a partir de la quinta campaña se comenzará con la evaluación de cruzamientos entre líneas y la evaluación individual de las líneas en base a comparación agro-nómica, con el fin de obtener una variedad híbrida, sintética o simple.

Conclusiones

1. Se observó amplia variabilidad fenotípica en las poblaciones originales de carote (S0), lo que ofrece una oportunidad para efectuar mejoramiento en el cultivo, aunque se deberá hacer selección a un mayor número de generaciones.
2. El método de selección por autofecundaciones sucesivas mostró eficiencia en la formación de líneas puras hasta la progenie S3, ya que se alcanzó al menos un 70% de uniformidad en las variables de presión de selección.
3. Se corroboró que los caracteres de herencia simple o con dominancia incompleta son los más fáciles de fijar en generaciones tempranas utilizando la selección de líneas endogámicas.
4. Las cuatro de cinco líneas de carote seleccionadas poseen caracteres complementarios, útiles para la obtención de una futura variedad híbrida, sintética o simple.

Literatura citada

- ANCASI, D. J. 2014. Comercialización de semillas de hortalizas en Bolivia (entrevista). Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas. Cochabamba.
- BOS, I. AND CALIGARI, P. 2008. Selection Methods in Plant Breeding. 2 ed. Springer Science. The Netherlands. 471 p.
- CRAMER, C. S. AND WEHNER, T. C. 1999. Little heterosis for yield and yield components in hybrids of six cucumber inbreds. Euphytica, v.110, p.99-108.
- GALIANO, C. 2006. Menús para estar sanos y no engordar. 5 ed. Espasa. 458 p.
- KING, S. R., DAVIS A. R. AND WEHNER T. C. 2012. Classical genetics and traditional breeding. In: Wang Y. H., Behera T. K. and Kole C. (eds.). Genetics, Genomics and Breeding of Cucurbits. Science Publishers.
- RAMÍREZ, L. 2006. Mejora de plantas alógamas. Departamento de Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra. España. 34 p.
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES (UPOV). 2007. Directrices para la ejecución del examen de distinción, la homogeneidad y la estabilidad en Calabacín (*Cucurbita pepo* L.) TG/119/4. Ginebra, Suiza. 42 p.
- VALLEJO, C. F. Y ESTRADA, S. E. 2002. Mejora genética de plantas. Universidad Nacional de Colombia sede Palmira. 402 p.
- WHITAKER, T. W. AND ROBINSON, R. W. 1986. Squash breeding. In: Basset, M. J. (Ed.) Breeding vegetable crops. Westport: Avi Publishing Company. Cap.6. p.209-242.

SELECCIÓN PARTICIPATIVA DE NUEVAS VARIEDADES DE TOMATE DETERMINADO [*Solanum lycopersicum* L. (Mill .)] PARA LOS VALLES DE COCHABAMBA Y SANTA CRUZ

Julio Gabriel¹, Ada Angulo¹, José Velasco¹, Celier Nuñez²

¹ Fundación PROINPA, Casilla 4285, Cochabamba, Bolivia. E-mail: a.angulo@proinpa.org

² Facultad de Ciencia Agrícolas, Pecuarias, Veterinarias y Forestales,
Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba, Bolivia



RESUMEN

Entre los años 2012 y 2014 se evaluó y seleccionó participativamente cuatro híbridos determinados de ENZA ZADEN (Pawnee, Watonga, Morelia y Caddo) frente a Lía un testigo local ampliamente cultivado (de HASERA) con los objetivos de i) Evaluar y seleccionar participativamente nuevas variedades híbridas de tomate determinado en campo, ii) Evaluar en poscosecha los principales componentes asociados con las características organolépticas y de conservación en anaquel. Las parcelas se implementaron en nueve comunidades de los Valles Mesotérmicos de Santa Cruz y Cochabamba y tres comunidades del Valle Bajo de Cochabamba, en el que participaron unos 500 agricultores en los tres años de investigación. Los resultados mostraron que Pawnee y Watonga (tipo beef) fueron las mejores, pero no mejor que la variedad híbrida Lía en términos de resistencia a tospovirus (TSWV) y preferencia para el mercado. Los agricultores coinciden en que los tomates redondos sufren más en el transporte al mercado (muy sensibles al golpe), que los tomates tipo pera como Lía. En anaquel se observó que los híbridos Lía, Pawnee y Morelia fueron las que mejor duración tuvieron en 21 días en anaquel.

Palabras clave: Híbrido, anaquel, resistencia, mercado, tospovirus.



ABSTRACT

In the years 2012 to 2014 was evaluated and participatory selected four hybrids determined of ENZA ZADEN (Pawnee, Watonga, Morelia and Caddo) vs. Lia a local witness widely cultivated (of HASERA) with the objectives of i) Evaluate and participatory selecting new hybrids varieties tomato field, ii) evaluate the main components associated with conservation and organoleptic characteristics postharvest shelf. The plots were implemented in nine communities Mesothermic Valleys of Santa Cruz and Cochabamba and three Lower Valley communities of Cochabamba, in which 500 farmers participated in the three years of research. The results showed that Pawnee and Watonga (beef type) were the best, but not better than the hybrid variety Lia in terms of resistance to tospovirus (TSWV) and preference for market. Farmers agree that round tomatoes suffer more in the transport market (very sensitive to the coup), the type pear tomatoes as Lia. Shelf was observed that Lia, Pawnee and Morelia were the best hybrids had lived in 21 days shelf.

Keywords: Hybrid, shelf, resistance, market, TSWV.

INTRODUCCIÓN

Bolivia tiene varias zonas y épocas de producción entre los 250 hasta los 2700 msnm. Santa Cruz tiene la mayor superficie de producción, seguido por Cochabamba, Tarija, La Paz y Chuquisaca. En general, se siembran variedades de hábito determinado tanto híbridas como abiertas (polinización libre), exceptuando los departamentos de La Paz y Chuquisaca donde sólo se siembran variedades abiertas (Vásquez y Gallardo, 2012). Sin embargo, a alturas entre 1.000 hasta los 2.500 msnm se logra un balance adecuado de temperaturas frescas y luminosidad, siendo estas las condiciones necesarias para el color intenso y alto contenido de azúcares y otros sólidos del fruto (Suarez y Gonzáles 2013). La producción total promedio de tomate en Bolivia es de 50.186 t/año. El consumo anual es de 90.627 t/año-1 (el consumo per cápita por año en Bolivia es de 8,53 kg). Esto muestra que hay una demanda insatisfecha de 40.441 t. El rendimiento promedio es de unas 13 t/ha-1 siendo uno de los más bajos en Latinoamérica (Vásquez y Gallardo 2012), a pesar de que se cultivan variedades híbridas de tomate determinado; y que estas continuamente están siendo desplazadas por otras con mejores características, por lo que los objetivos de la investigación fueron: i) Evaluar y seleccionar participativamente nuevas variedades híbridas de tomate determinado en campo, ii) Evaluar en poscosecha los principales componentes asociados con las características organolépticas y de conservación en anaquel.

Tabla 1. Híbridos de tomate determinado, utilizados para la investigación.

No.	Variedad	Origen	Características agronómicas
1	Watonga	ENZA ZADEN	Vigoroso, híbrido de alto rendimiento, excelente calidad de consumo, resistencia moderada a TSWV
2	Morelia	ENZA ZADEN	Buena cobertura de hojas, uniforme, rojo atractivo, firme, forma pera del fruto, resistencia moderada a TYLCV
3	Pawnee	ENZA ZADEN	Precoz, frutos grandes, resistente al agrietamiento, resistencia moderada a TYLCV
4	Caddo	ENZA ZADEN	Planta compacta, uniforme, alta calidad de frutos, resistencia moderada a TYLCV
5	Lía ^T	HASERA	Planta compacta, frutos tipo pera, resistencia moderada a TSWV

T=Testigo; ENZA ZADEN: Empresa holandesa; HASERA: Empresa israelí, TSWV: Tospovirus (virus del bronceado), TYLCV: Begomovirus (Virus del rizado amarillo del tomate).

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en dos ciclos.

Primer ciclo

Se implementó una parcela de investigación en los Valles Mesotérmicos de Omereque a 18° 06' de latitud Sud, 64° 54' y 1.610 msnm (Cochabamba) y dos en San Isidro a 18° 02', 64° 25' y 1582 msnm (Santa Cruz).

Segundo ciclo

Se implementó parcelas de validación en los Valles Mesotérmicos de Santa Cruz: Los Negros, Hierba Buena, Aguas Claras, Barrio Nuevo, La Colonia, Mataral y Venadillo, todas ubicadas a 18° 06' de latitud sud, 64° 12' de longitud oeste y 1.436 msnm y en tres localidades del Valle Bajo de Cochabamba en la zona de El Paso: Aransaya Este, Aransaya Oeste y Mosoj Rancho, todas ubicadas a 17° 20' de latitud Sud y 66° 15' de longitud Oeste y 2.660 msnm.

Se utilizó cuatro variedades híbridas de tomate determinado de la Empresa ENZA ZADEN de Holanda (ENZA ZADEN 2014) y un testigo de la Empresa HASERA de Israel (500 semillas/variedad) (Tabla 1), que fueron pre-germinadas durante tres días en cámaras húmedas.

En el primer ciclo los almácigos fueron realizados por los agricultores de las zonas de investigación. Para el segundo ciclo en Santa Cruz los almácigos fueron realizados en las plantineras de la Asociación de Productores de Plantines de Los Negros, que entregaron los plantines a sus socios para las pruebas respectivas. Los almácigos para el Valle Bajo de Cochabamba fueron preparados en invernaderos de la Fundación PROINPA. En todos se utilizó bandejas de plástico de 128 alveolos de 15 x 20 cm con hoyos de 10 cm, las cuales se desinfestaron con agua y detergente y se utilizó sustrato desinfestado de cascarilla de arroz, tierra vegetal, lama libre de sales y estiércol descompuesto. Al mes después del almácigo se realizó el trasplante de las plantas a campo en diseño de bloques completos al azar en arreglo de filas y columnas con cuatro repeticiones (Majumdar y Tamhane 1996), que posteriormente se analizó en series de experimentos (Martínez-Garza, 1988).

Durante el desarrollo del cultivo se controló las malezas y plagas como la mosca blanca (*Frankliniella sp.*), pulguilla (*Epitrix sp.*), gusanos cortadores (*Agrostis sp.*) y polilla del tomate (*Tuta absoluta*), se aplicó insecticidas sistémicos como el Imidacloprid (impacto) a una dosis de 10 g/20 L, Lambda-cihalotrina (karate) a una dosis de 15 cc/20 L, clorfenapir (surfire) a una dosis de 10 cc/20 L de agua respectivamente. Para las enfermedades de suelo causantes de damping off se aplicó el fungicida de contacto captan (merpan) a una dosis de 60g/20 L, en campo se utilizó un fungicida sistémicos como el metalaxyl (ridomil) y fungicidas de contacto el clorotaloni (bravo 500) y mancozeb+cymoxanil (curathane) a una dosis de 70 g/20 L, 60 g/20 L y 25 cc/20 L, respectivamente, para el control de enfermedades fungosas foliares causadas por *Phytophthora infestans* (mildiu) y *Alternaria solani* (tizón temprano). Finalmente se utilizó un bactericida a base de kasugamicina (*kasumin*) para el control de la peca bacteriana (*Clavibacter michiganensis ssp. michiganensis*) a una dosis de 40 cc/20 L, aplicado en el estadio de fructificación.

Durante todo el ciclo del cultivo se realizó ocho aplicaciones y dos aporques, el primer aporque se hizo a los 15 días después del trasplante, el segundo a los 45 días después del trasplante (se fertilizó con 15-15-15 a razón de 10 g por planta). En el follaje se aplicó un fertilizante foliar (20-20-20) a razón de 60 g/20 L a intervalos de 15 días. En la poda se dejaron cuatro ramas principales. El tutoraje se realizó después de la poda. Para evaluar las características industriales se implementó un experimento en diseño completamente aleatorio con submuestreos cada siete días durante 21 días en anaquel, para esto se recolectaron 12 frutos pintones de tamaño y peso parecido. Las variables de respuesta fueron: el rendimiento ($t\cdot ha^{-1}$), el peso de frutos (g), la textura (kg) que se evaluó con texturómetro, el grado brix que se midió con un refractómetro y el pH se determinó con un Ph-metro (IPGRI 2008). Sobre la base de los modelos utilizados se realizaron análisis de varianza para probar hipótesis de los efectos fijos, efectos aleatorios y comparaciones de medias mediante contrastes de un grado de libertad para determinar las variedades híbridas con mejores características agronómicas e industriales. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el proc mixed, proc glm, proc corr y proc reg de SAS (SAS, 2004).

Las evaluaciones participativas se realizaron en floración y cosecha con agricultores y consumidores, utilizando técnicas como el orden de preferencia y la matriz de preferencia (Ashby 1991). La aplicación de estas metodologías participativas permitió observar actitudes favorables de los involucrados, quienes expresaron interés en formar parte del proceso con sus criterios y toma de decisiones sobre la selección de las variedades híbridas de tomate que respondan a sus necesidades (INIAP, 2001).

Resultados y discusión

Primer ciclo de selección

Las mejores variedades seleccionadas participativamente fueron Pawnee y Watonga, ambas redondas. Sin embargo, no fueron mejores que la variedad Lía, que es tolerante al virus del bronceado o tospovirus (TSWV). Sobre la base del primer ciclo de selección se planificó el segundo ciclo de selección para otras zonas.

Segundo ciclo de selección

Evaluación del rendimiento en campo

El análisis del rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$), mostró que el C.V. fue de 14,09% y el R^2 fue de 0,80, indicando esto que hubo un buen control de las fuentes de variación y el modelo fue apropiado para este tipo de experimentos. El coeficiente de determinación (R^2) denotó que el 80% de la varianza está explicada por los por datos obtenidos y apenas el 20% de la varianza se debe a factores ambientales. El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para Loc, esto indica que los ambientes fueron diferentes. Hubo también diferencias significativas ($P < 0,05$) en la interacción Var * Loc, denotando esto que al menos una de las variedades interaccionó con los ambientes. El análisis de medias de rendimiento ($t \cdot ha^{-1}$) para las variedades de tomate en las tres localidades (Figura 1) mostró que algunas variedades tuvieron diferencias significativas ($P < 0,05$) entre las localidades, así por ejemplo la variedad Watonga interacciona con los ambientes y mostró los mayores rendimientos ($14 t \cdot ha^{-1}$) en la localidad de Aransaya Este, respecto de las localidades de Aransaya Oeste ($8 t \cdot ha^{-1}$) y Mosoj Rancho ($5 t \cdot ha^{-1}$).

Es notorio observar que Watonga fue superior en rendimiento ($14 t \cdot ha^{-1}$) en la localidad de Aransaya Este en referencia al testigo Lía ($10 t \cdot ha^{-1}$), pero no se observó diferencias significativas entre estas variedades en las otras localidades. Las variedades Morelia, Pawnee y Lía no mostraron diferencias significativas entre localidades, lo que indica que no interaccionan con los ambientes. En cambio, Caddo sí mostró diferencias significativas de rendimiento (3 a $12 t \cdot ha^{-1}$) entre localidades, siendo también una variedad que interacciona con los ambientes.

Evaluación en anaquel

En el ANVA de anaquel, se observó que los C.V. para peso (g), textura (kg), grados brix y pH fueron de 11,70%, 10,98%, 40,01% y 2,10% respectivamente, indicando esto que el modelo utilizado para el análisis fue el apropiado para este tipo de experimentos. Los coeficientes de determinación (R^2) fueron de 0,96, 0,84, 0,59 y 0,88 respectivamente, denotando esto que el 59 a 96% de la varianza está explicada por los por datos obtenidos y apenas el 4 a 40% de la varianza se debe a factores ambientales. El análisis de varianza para peso (g), textura (kg) y pH mostró diferencias altamente significativas ($P < 0,01$) para Var y Tiempo, pero no hubo diferencias para la interacción Var*Tiempo. Esto está indicando que las variedades no tuvieron el mismo comportamiento del peso (g), textura (kg) y pH en el tiempo, observándose que al menos una de las variedades fue diferente a las otras respecto de las variables evaluadas.

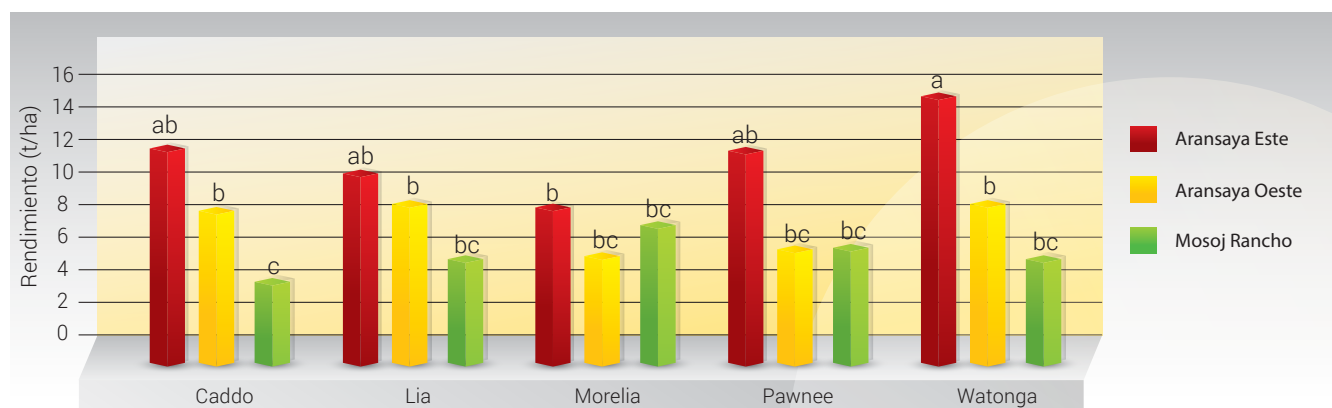


Figura 1. Rendimiento promedio en $t \cdot ha^{-1}$ de variedades híbridas de tomate en tres localidades. Cochabamba, 2014.

El análisis de medias para peso de fruto (g) en anaquel (Figura 2) mostró diferencias significativas ($P < 0,05$) entre variedades, observándose que el mayor peso de fruto fue para Watonga (120 g) respecto de las variedades Lía (100 g), Caddo (90 g) y Pawnee (85 g) que no fueron significativamente diferentes entre sí, pero fueron significativamente diferentes a la variedad Morelia que tuvo el menor peso de fruto (60 g).

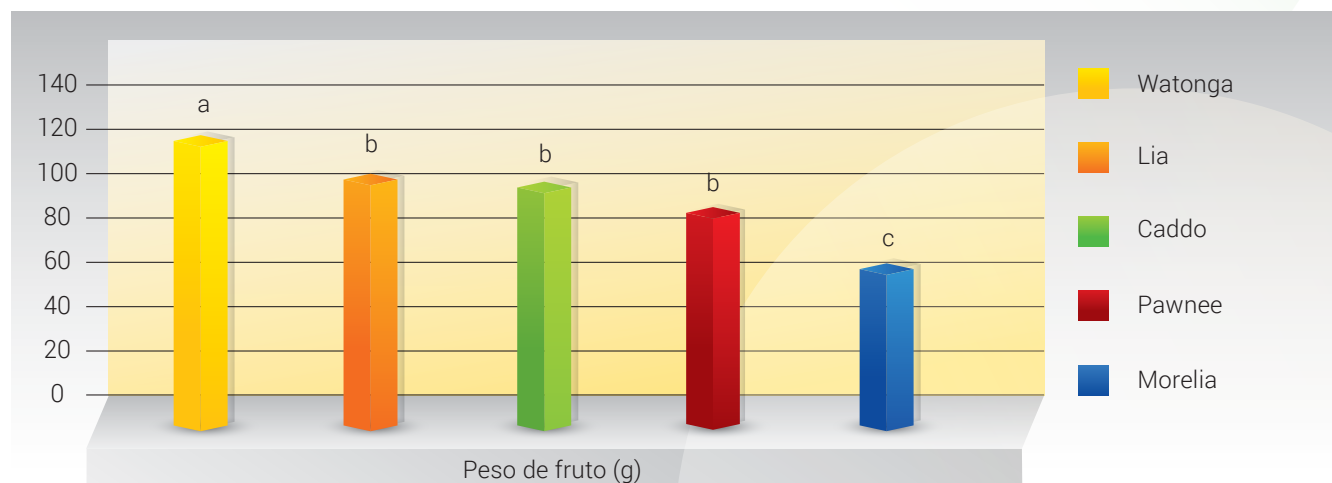


Figura 2. Peso de fruto (g) en anaquel de cinco variedades de tomate durante 21 días. Cochabamba, 2014.

Se realizó un análisis de regresión lineal del peso de fruto (g) respecto de los días después de la cosecha en anaquel, observando un ajuste significativo ($P < 0,05$) de la línea de tendencia para todas las variedades. Fue notorio observar que todas las variedades pierden peso de fruto, y que la pérdida de peso en el tiempo está relacionada con el peso del fruto (g). La variedad Watonga es la que menos pérdida mostró en el tiempo, observando se que al inicio tuvo 130 g de peso de fruto, llegando a 95 g a los 21 días en anaquel. La variedad Lía tuvo 110 g al inicio y terminó con 90 g a los 21 días en anaquel.

Respecto a la textura (kg) que es la capacidad del fruto de estar firme en el tiempo (Figura 3), se observó que Lía fue superior y significativa ($p < 0,05$) para textura (5 kg) que las variedades Caddo (2 kg) y Watonga (2 kg). No hubo diferencias significativas con Pawnee (4 kg) y Morelia (4 kg). Esto está indicando que Lía, Pawnee y Morelia tienen una buena capacidad de mantener la firmeza de sus frutos por el tiempo de 21 días.

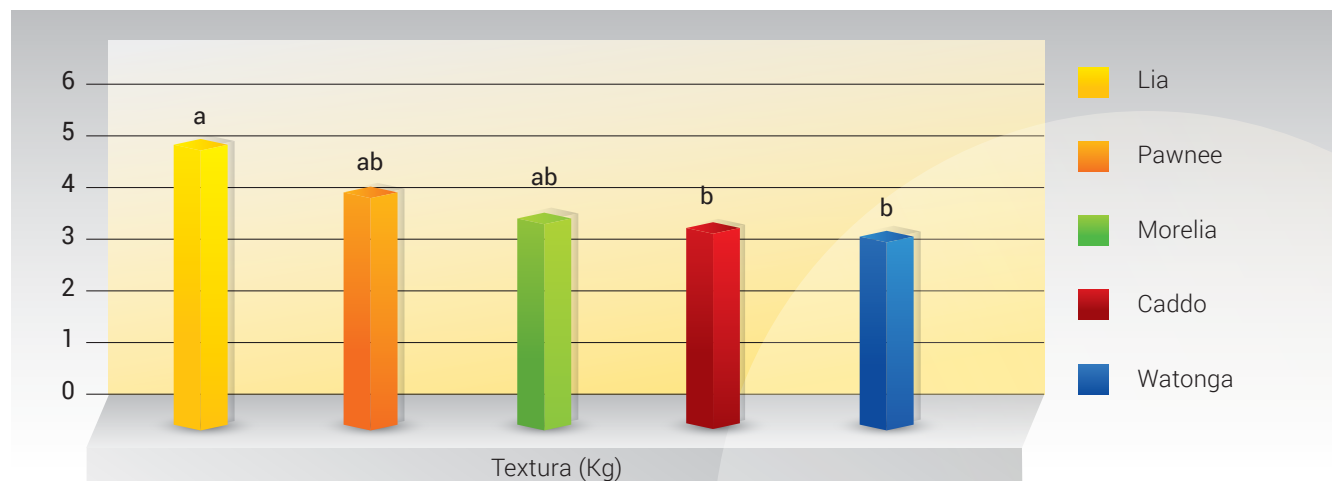


Figura 3. Textura de fruto (Kg) en anaquel de cinco variedades de tomate durante 21 días. Cochabamba, 2014.

La regresión lineal para textura (kg) respecto de los días después de la cosecha en anaquel, tuvo un ajuste significativo ($p < 0,05$) a una tendencia lineal en el tiempo. Lía es la que mejor firmeza tuvo en anaquel después de 21 días.

El análisis de regresión lineal para pH de los días después de la cosecha en anaquel, se ajusta significativamente a la línea de tendencia lineal para todas las variedades. Pawnee tuvo menor incremento de pH (3,90 a 4,70) a los 21 días. Lía tuvo un incremento de pH de 4,30 a 5,95. Watonga incrementó su pH de 4,15 a 5,10.

El análisis de correlación de Pearson para las variables evaluadas en anaquel (Tabla 3) mostró una correlación negativa moderada significativa entre grados brix y pH (-0,49). Esto estaría indicando que a medida que incrementa los azúcares en el fruto baja el pH. En las demás variables no se observó correlaciones importantes.

Conclusiones

1. La mejor variedad híbrida fue Lía, seguida de Pawnee y Watonga.
2. Las mejores variedades híbridas seleccionadas participativamente fueron Pawnee, Watonga y Lía.
3. En anaquel los híbridos Lía, Pawnee y Morelia fueron las mejores.
4. El mercado de Bolivia prefiere las variedades tipo pera y bola pera. Sin embargo, Las variedades redondas son mejor pagadas, pero tienen poca demanda.

Literatura citada

- ASHBY JA (1991) Manual Para la Evaluación de Tecnología con Productores. Proyecto de Investigación Participativa en Agricultura (IPRA), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 102 p.
- ENZA ZADEN (2014) Vegetable seed catalogue. Enkuizen, The Netherlands. 168 p.
- GABRIEL J, LÓPEZ E, MAGNE J, ANGULO A, LUJÁN R, LA TORRE J, CRESPO M (2013) Genetic basis of inheritance for morphological, agronomic and agro-industries characteristics in hybrid tomato *Solanum lycopersicum* L. (Mill). J Selva Andina Biosph. 1(1):37-46.
- INIAP (2001) Participación y Género en la Investigación Agropecuaria. Guía de Investigación Participativa y análisis de Género para técnicos /as del sector Agropecuario. Quito, Ecuador. 128 p.
- IPGRI (2008) Descriptores para el tomate (*Lycopersicon* spp.). Bogotá, Colombia. 49 pp.
- MAJUMDAR D, TAMHANE AC (1996) Row-column designs for comparing treatments with a control. J Stat. Plan. Inf. 49: 387-400
- MARTINEZ-GARZA A (1998) Diseños experimentales: Métodos y elementos de teoría. Editorial Trillas, México, DF. México. 756 pp.
- SAS INSTITUTE INC. (2004) SAS/STAT Users Guide, Version 9.2, Fourth Edition, Vol. 2, SAS Institute Inc., Cary, N.C.
- SUAREZ S Y GONZÁLES C (2013) Desarrollo y valoración de recursos genéticos de *lycopersicon* spp. Para su utilización en mejoramiento genético de solanáceas frente a estrés biótico y abiótico. CIAT, Bogotá, Colombia. 45 p.
- VÁSQUEZ V, GALLARDO G (Ed.) (2012) Compendio Agropecuario; observatorio agroambiental y productivo 2012. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, Estado Plurinacional de Bolivia, La Paz, Bolivia. 403 p.

ANÁLISIS DE LA DISTINCIÓN, HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD DE LA NUEVA VARIEDAD DE BETARRAGA (*Beta vulgaris* L.) CAPERUCITA

Hans Mercado*, Jesús Dávila, Ever Machaca

Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal
hans_mercado@yahoo.es



RESUMEN

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) otorga los títulos de derecho de obtentor para las nuevas variedades, siguiendo las directrices de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). Una nueva variedad puede ser registrada si cumple con los requisitos de ser diferente, homogénea y estable (DHE). El objetivo de este estudio fue determinar si la variedad candidata de betarraga 'Caperucita' cumple con el requisito de ser DHE, necesario para ser registrada. Los ensayos fueron realizados en los inviernos de 2011 y 2012 en Sipe Sipe, Cochabamba. La unidad experimental fue de parcelas de 450 plantas. Se incluyeron dos variedades de uso público: 'Súper Morada' y 'Detroit Dark Red'. Se estudiaron 27 características morfológicas de planta, hoja y raíz. Se realizó la descripción varietal de cada variedad. La nueva variedad Caperucita manifestó características propias para el color rojo de las nervaduras, ampollado del limbo, anchura de la base del peciolo, forma de la punta de la raíz, color principal de la pulpa de la raíz y para la intensidad del color principal de la pulpa. Los resultados indicaron que la variedad candidata a ser registrada fue diferente a las notoriamente conocidas, presentó homogeneidad y se mantuvo estable. Por lo tanto, Caperucita cumple con los requisitos de DHE establecidos para la obtención del título de derecho de obtentor.

Palabras clave: *Beta vulgaris* L., registro de variedad, examen DHE.



ABSTRACT

The National Institute of Agricultural and Forestry Innovation (INIAF) gives the grants titles for new varieties, following the guidelines of the International Union for the Protection of New Varieties of Plants (UPOV). A variety can be registered if it meets the requirement of being different, uniform and stable (DUS). The aim of this work was to determine whether the beet variety 'Caperucita' was DUS so as to be eligible to be registered. The trials were conducted during the winter of 2011 and 2012 in Sipe Sipe, Cochabamba. The experimental unit was conformed of 450 plants. The study also included two varieties of public use: 'Súper Morada' and 'Detroit Dark Red'. Twenty seven morphological characteristics of plant, leaf and root were studied. A varietal description was recorded for each variety. The new variety Caperucita manifested own characteristics for red color of nervures, blistered of the limbo, width of the petiole base, root tip shape, main color of the root flesh, and for intensity main color of flesh. The results indicate that the candidate variety is different from previously registered varieties, and that it is homogeneous and stable. Therefore, Caperucita meet the DUS requirements to obtain the Grant of the breeder's right.

Key words: *Beta vulgaris* L., variety register, DUS test.

INTRODUCCIÓN

La etapa inicial del mejoramiento genético de una especie es la selección, formación y evaluación de variedades con características deseables; y la fase final, para la liberación de una variedad nueva, exige realizar la descripción varietal donde se establezca que la variedad a liberar es distinta, homogénea y estable (DHE) en relación a las variedades que se encuentran en el mercado de semillas (UPOV, 2008).

Por lo expuesto anteriormente, es necesario utilizar las guías técnicas para la descripción varietal, expedidas por organismos nacionales e internacionales como el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) y la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV). Las guías incluyen el conjunto de descriptores y observaciones que permiten caracterizar a una variedad vegetal para su identificación y distinción, que es parte esencial para la inscripción de variedades vegetales o para solicitar la emisión de título de obtentor ante dependencias oficiales (UPOV, 2008).

La importancia de la descripción varietal radica en su necesidad para poder registrar la variedad ante organismos oficiales, promover su difusión y realizar adecuadamente su multiplicación, manteniendo su pureza genética; esto con la finalidad de ofrecer certeza al obtentor de una nueva variedad y el que hará uso del material registrado; por lo cual el presente trabajo tuvo como objetivos la descripción varietal y las pruebas de Distinción, Homogeneidad y Estabilidad (DHE) con propósitos de registro de la nueva variedad de betarraga "Caperucita", generada en el programa de mejoramiento de hortalizas del INIAF.

Materiales y métodos

El ensayo se realizó en los predios del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH), dependiente del INIAF, ubicado en Villa Montenegro, Municipio de Sipe Sipe, en el departamento de Cochabamba.

La variedad de betarraga Caperucita se sembró como candidata a ser inscrita en el Catálogo Nacional de Variedades, la cual presenta características fenológicas, agronómicas y de calidad sobresalientes. Las variedades comerciales Súper Morada y Detroit Dark Red, fueron utilizadas como testigos por ser variedades de uso público. Los ensayos se llevaron a cabo en el invierno de 2011 y de 2012, la unidad experimental fueron parcelas de 450 plantas para cada variedad. La metodología utilizada fue la que establece las directrices para la ejecución de exámenes de DHE de remolacha de mesa de la UPOV (UPOV, 2008).

Análisis de DHE

La examinación de la distinción se realizó en relación con todas las variables notoriamente conocidas, efectuando una comparación individual sistemática entre variedades. Para el análisis de las variables cuantitativas, se utilizó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 8,2 (SAS, 2001), se obtuvo el análisis de varianza y la comparación de medias por prueba de rangos múltiples de Tukey. Para el análisis de las variables cualitativas, se utilizó el paquete estadístico InfoStat versión 2010 (InfoStat, 2010), se obtuvo el análisis de varianza no paramétrico (Kruskall - Wallis), frecuencias absolutas, frecuencias relativas y la moda.

La homogeneidad se evaluó en base a la variación en la expresión de los caracteres pertinentes de las variedades, a reserva de la variación previsible habida cuenta de las particularidades de su reproducción sexuada (alógama).

Para el análisis de las variables cuantitativas, se utilizó el método de la varianza relativa, el cual se basa en el establecimiento de límites de tolerancia relativa para el nivel de la variación mediante la comparación con las variedades comparables o los tipos ya conocidos. Para el análisis de las variables cualitativas, se utilizó el método de las plantas fuera de tipo.

El número de plantas fuera de tipo de una variedad candidata no deberá ser significativamente superior al encontrado en las variedades comparables ya conocidas (UPOV, 2010).

En la práctica no es frecuente que se conduzcan exámenes de la estabilidad que brinden resultados tan fiables como los obtenidos en el examen de la distinción y la homogeneidad. No obstante, la experiencia ha demostrado que en muchos tipos de variedades, cuando una variedad haya demostrado ser homogénea, también podrá considerarse estable (UPOV, 2000).

La UPOV sugiere el uso de las técnicas de análisis multivariado para generar información complementaria para la toma de decisiones en lo que respecta a las pruebas DHE (UPOV, 2000). Dadas las ventajas de un análisis integral de la matriz de datos generada en el presente estudio, basada en la evaluación de 6 variables cuantitativas y 21 cualitativas, se analizó la variación entre y dentro variedades mediante el Análisis de Coordenadas Principales, usando el coeficiente de similitud Gower el cual permite el análisis de variables mixtas. Del análisis multivariado se pudo obtener la distancia genética entre poblaciones que va de 0 a 1, donde 1 expresa que dos poblaciones son completamente distintas entre sí en base a las variables estudiadas.



Resultados y discusión

En los descriptores cualitativos de betarraga (Cuadro 1), se observó diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$) entre la variedad candidata Caperucita y las variedades testigo Súper Morada y Detroit Dark Red, para el porte del peciolo, porte del limbo, forma del limbo, color rojo de las nervaduras, ondulación del margen, ampollado del limbo y anchura de la base del peciolo. También se hallaron diferencias altamente significativas en los descriptores de raíz: forma en la sección longitudinal, forma de la punta, acorchado, color principal de la pulpa, intensidad del color principal de la pulpa y prominencia de anillos.

Los resultados para descriptores cuantitativos muestran diferencias altamente significativas ($p \leq 0,01$) entre la variedad candidata Caperucita y las variedades Súper Morada y Detroit Dark Red para longitud de hoja, longitud de limbo, anchura de limbo, longitud de raíz, anchura de raíz y la relación entre la longitud y anchura de raíz.

En la prueba de rango múltiple Tukey ($p \leq 0,05$) para los descriptores cuantitativos (Cuadro 2), se observó que la variedad Súper Morada tuvo los mayores valores para la longitud de hoja (43,83 cm) y longitud de limbo (19,58 cm); para el descriptor anchura de limbo las variedades Detroit Dark Red y Súper Morada obtuvieron resultados estadísticamente similares con 10,21 cm y 10,30 cm respectivamente; para la longitud de raíz la variedad Detroit Dark Red presentó el valor más alto con 6,53 cm; la variedad Caperucita fue la de mayor anchura de raíz con 6,68 cm; la variedad Detroit Dark Red obtuvo el más alto valor para la relación longitud y anchura de raíz con 1,27.

La variedad candidata evaluada se considera diferente como lo muestran los resultados comparativos de los descriptores (Cuadro 1 y 2), cumpliendo así con lo estipulado por la UPOV ya que para su objeto de registro establece que en al menos en una característica tiene que diferir con las variedades de referencia, para dar cumplimiento con el parámetro de distinción, así también para fines de protección de una variedad.

Cuadro 1. Descriptores cualitativos que diferencian la variedad Caperucita, de los testigos Súper Morada y Detroit Dark Red, 2012

Descriptor	Súper Morada	Detroit Dark Red	Caperucita
Hoja: Porte del peciolo	erecto	semierecto	semierecto
Hoja: Porte del limbo	erecto	semierecto	semierecto
Limbo: Forma	elíptica media	elíptica ancha	elíptica media
Limbo: Color rojo de las nervaduras	fuerte	fuerte	media
Limbo: Ondulación del margen	media	fuerte	media
Limbo: Ampollado	débil	débil	media
Peciolo: Anchura de la base	media	media	estrecha
Raíz: Forma en sección longitudinal	elíptica transversal media	circular	circular
Raíz: Forma de la punta	media	puntiaguda	redondeada
Raíz: Acorchado	puntiaguda	ausente o muy débil	ausente o muy débil
Raíz: Color principal de la pulpa	purpura	purpura	rojo
Raíz: Intensidad del color principal de la pulpa	oscuro	oscuro	medio
Raíz: Prominencia de anillos	media	débil	débil

Cuadro 2. Comparación de medias en tres variedades de betarraga, 2012

Variedad	Raíz: Longitud (cm)	Raíz: Longitud (cm)	Raíz: Anchura (cm)	Raíz: Longitud (cm)	Raíz: Anchura (cm)	Raíz: Longitud/ Anchura
Súper Morada	43,83 A	19,58 A	10,30 A	4,23 C	5,90 B	0,72 C
Detroit Dark Red	36,53 B	17,48 B	10,21 A	6,53 A	5,30 C	1,27 A
Caperucita	38,75 B	15,73 C	9,33 B	5,55 B	6,68 A	0,84 B
DMS	2,5	1,2	0,8	0,5	0,5	0,1

Columna con la misma letra son estadísticamente iguales ($p \leq 0,05$); DMS= diferencia mínima significativa; Test Tukey.

El análisis de la homogeneidad mediante el método de plantas fuera de tipo para descriptores cualitativos reveló que la variedad candidata Caperucita posee gran uniformidad en la mayoría de sus caracteres, los descriptores que expresaron homogeneidad fueron, el porte del peciolo, porte del limbo, forma del limbo, color del limbo, intensidad del color verde del limbo, ondulación del margen, color principal de la cara inferior del peciolo; para los descriptores de raíz, posición en el suelo, forma en la sección longitudinal, acorchado, color externo, color principal de la pulpa, intensidad del color principal de la pulpa y prominencia de anillos en la raíz.

En el análisis de la varianza relativa para descriptores cuantitativos se observó uniformidad en la totalidad de variables evaluadas, lo que también indica buena estabilidad para la variedad Caperucita, puesto que variables cuantitativas son mayormente afectadas por el medio ambiente.

Mediante el Análisis de Coordenadas Principales se pudo evaluar conjuntamente los 27 descriptores para el cultivo de betarraga en tres variedades; como se observa en la Figura 1, la variedad Caperucita está claramente diferenciada de la variedad Súper Morada con una distancia genética de 0,83 y de la variedad Detroit Dark con una distancia de 0,81.

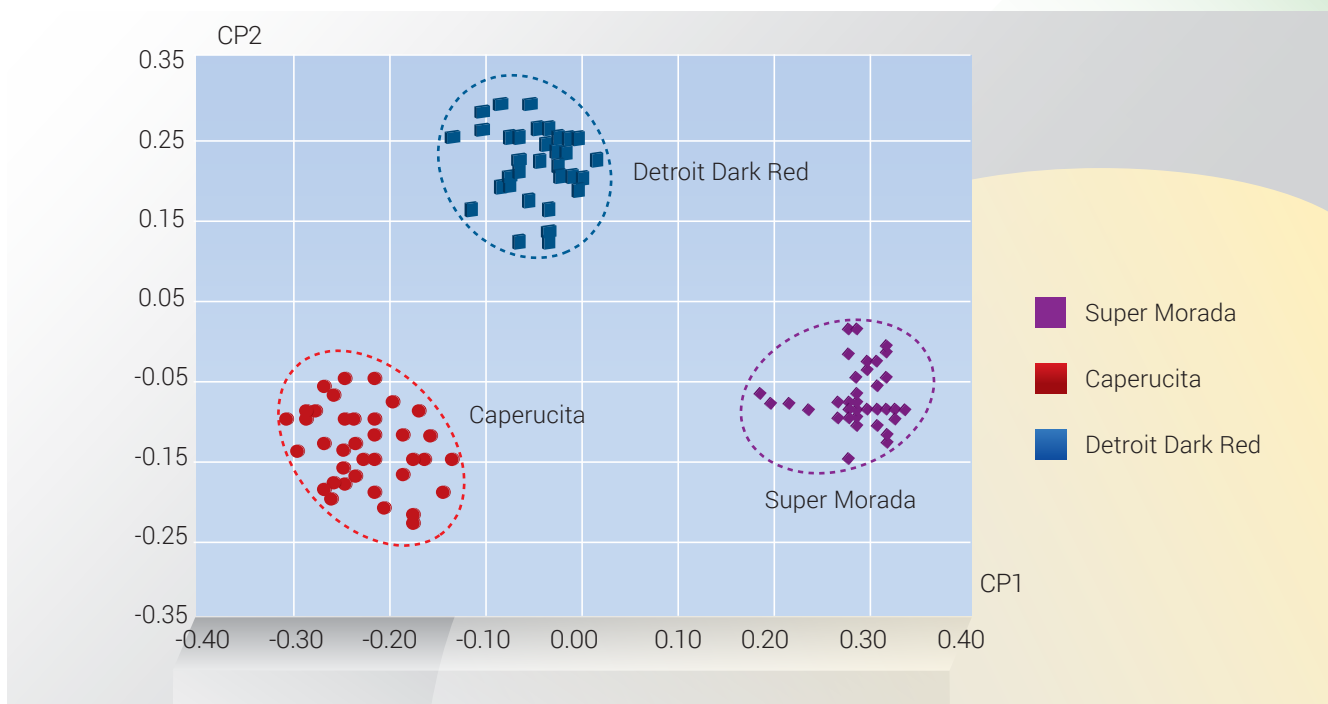


Figura 1. Análisis de Coordenadas Principales para 27 descriptores de tres variedades de betarraga, 2012

Conclusiones

La variedad Caperucita mostró ser claramente distinta de las variedades testigo Súper Morada y Detroit Dark Red en 19 de los 27 descriptores evaluados, manifestando características propias del genotipo para el color rojo de las nervaduras, ampollado del limbo, anchura de la base del peciolo, forma de la punta de la raíz, color principal de la pulpa de la raíz y para la intensidad del color principal de la pulpa.

Con el análisis de la homogeneidad se observó el comportamiento de la variedad Caperucita como variedad homogénea y estable para 23 de los 27 descriptores evaluados. Habiendo mostrado uniformidad en los descriptores más relevantes, forma en sección longitudinal de la raíz, color externo de la raíz y prominencia de anillos en la raíz.

Literatura citada

- DI RIENZO J.A., CASANOVES F., BALZARINI M.G., GONZÁLEZ L., TABLADA M., ROBLEDO C.W. InfoStat versión 2012. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- SAS INSTITUTE. 2001. SAS/STAT release 8,2. SAS Inst., Cary, NC.
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES (UPOV). 2000. Introducción general revisada a los principios rectores para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad de las obtenciones vegetales. Ginebra, Suiza. 54 p.
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES (UPOV). 2008. Directrices para la ejecución del examen de distinción, la homogeneidad y la estabilidad en remolacha de mesa (*Beta vulgaris* L.). TG/60/7. Ginebra, Suiza. 24 p.
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES (UPOV). 2010. Diseño de ensayos y técnicas utilizadas en el examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad. TGP/8. Ginebra, Suiza. 129 p.

EVALUACIÓN DE LA DISTINCIÓN, HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD EN EL CULTIVO DE ZANAHORIA (*Daucus Carota* L.) VARIEDAD ALTIPLANO

Shirley P. Rojas¹ Hans Mercado² Jesús Dávila³

¹ Consultor en Investigaciones;

²⁻³ Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal
shirley_rojasledezma@hotmail.com

RESUMEN

En la producción de zanahoria (*Daucus carota* L.), los horticultores bolivianos se ven afectados por la falta de nuevas variedades que sean aptas para producir en regiones templadas a frías o en épocas de otoño – invierno sin que estas por efectos fisiológicos lleguen a florecer prematuramente, lo cual conlleva a zanahorias de mala calidad corchosas y amargas. En ese sentido, años atrás el INIAF-CNPSH obtuvo una nueva variedad de zanahoria denominada “Altiplano” cuya característica es su tolerancia a producir en zonas y épocas frías sin que esta manifieste floración, ofertando de esta manera al agricultor una alternativa en su producción, disminuyendo pérdidas económicas por descarte. Sin embargo para registrar como una nueva variedad, se hace necesario realizar las pruebas de DHE, en ese cometido fueron implementadas parcelas de evaluación en tres departamentos de Bolivia; Oruro, en las localidades de Conchiri y Calapata, Cochabamba en la localidad de Cebada Jich’ana y Chuquisaca en las localidades de Tojlasa y Villa Charcas, donde se pudo describir las características propias de la variedad como: color del corazón o xilema naranja, relación del color corteza-xilema también naranja, pero lo más importante es que muestra una tendencia a subida de flor de carácter débil, menor al 5%, y un rendimiento promedio de 42 tn/ha. Por otro lado, los caracteres registrados no presentaron una variación significativa, se alcanzó el 74% de homogeneidad total de un grupo de 29 caracteres registrados en follaje, hoja, raíz y planta, resultado que nos lleva a afirmar que la producción de zanahoria fuera de época si es posible utilizando la semilla de la nueva variedad de zanahoria “Altiplano”.

ABSTRACT

Production of carrot (*Daucus carota* L.), the Bolivian horticulturalists are affected by the lack of new varieties that are suitable for production in temperate to cold regions or in times of autumn - winter without they reach these physiological effects prematurely flower which leads to poor quality carrots Corky and bitter. In this regard, several years ago INIAF-CNPSH obtained a new variety of carrot called "Altiplano" whose characteristic is the produce in cold periods and areas without that this expresses flowering faults, offering of this way the farmer an alternative in its production, decreasing economic losses by discarding. However to register as a new variety, it is necessary to conduct assessments for DHE, which was implemented in three departments of Bolivia; testing as: Oruro in Conchiri and Calapata, Cochabamba locations in the town of barley Jich’ana and Chuquisaca in localities Tojlasa and Villa ponds, where you could describe the characteristics of the variety as: heart or xylem colour is orange, relationship also orange corteza-xilema, color but the most important is that presents a weak flower rising trend, i.e. less than 5% of the total number of plants that are grown on a plot, the average performance of 42 tn premature flowering which presents / has. On the other hand, registered characters did not show significant variation, reached 74% of total a group of 29 characters in foliage, leaf, root and plant, result that leads us to say that carrot production out of time if possible using the seeds of the new variety of carrot "Altiplano" homogeneity.

INTRODUCCIÓN

La producción anual mundial supera al millón de hectáreas siendo los principales países productores de zanahoria: China, Estados Unidos, Rusia, Polonia y Japón, los cuales en conjunto producen un poco más del 50% del total mundial. En Bolivia anualmente se producen aproximadamente 7.000 hectáreas, siendo Cochabamba, Tarija y Oruro los principales departamentos productores (Ministerio de Agricultura, 2001).

La zanahoria es una hortaliza de climas templados cultivada en nuestro país por medianos y pequeños productores pero con poco uso de tecnología cuyos rendimientos se ven afectados por diferentes factores como: el uso de semillas de mala calidad y la producción en épocas inapropiadas. Una de las características fisiológicas de esta especie, es que cuando se expone a fríos fuertes en la etapa vegetativa (productiva), se ve afectada por la floración prematura (tendencia a subida de flor), anomalía que debe evitarse ya que produce una migración de las reservas de la raíz hacia la parte aérea provocando una raíz fina, fibrosa corchosa, de gusto amargo y decolorada (García, 2002). En un porcentaje significativo del cultivo, causa serias mermas en el rendimiento y calidad, el cual afecta significativamente a los ingresos del agricultor.

En ese sentido, hace más de una década que el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas, dependiente del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF empezó a seleccionar materiales que sean tolerantes a la floración prematura y que permita cultivarlas en invierno en zonas que no tengan fríos intensos. Luego de haber obtenido esa variedad, esta debe cumplir normas nacionales e internacionales para ser registrada como variedad.

Estas normas fueron establecidas por el Programa Nacional de Semillas (PNS) bajo la denominación de certificación boliviana, a través del registro nacional de variedades ahora dependiente del INIAF, cuyo requisito más importante es la de realizar las Pruebas de Distinción, Homogeneidad y Estabilidad (DHE), como sugiere la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV) con el objetivo de proteger el uso racional y adecuado de esta nueva variedad de zanahoria.

Materiales y métodos

Esta investigación fue realizada en tres departamentos de Bolivia, la fase de producción en los meses de septiembre a abril, del 2009 a 2010. La investigación se la realizó en las localidades de Conchiri y Calapata dependientes del municipio de Soracachi pertenecientes a la provincia Cercado del departamento de Oruro; Cebada jich'ana dependiente del municipio y la provincia de Tiraque del departamento de Cochabamba; Tojlasa dependiente del municipio de Culpina de la provincia Sud Cinti y Villa Charcas dependiente del municipio de Incahuasi de la provincia Nor Cinti ambas pertenecientes al departamento de Chuquisaca.

El material vegetal utilizado fue proporcionado por el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH).

La metodología que se utilizó para la ejecución del ensayo fue la establecida por las normas bolivianas y la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV), siguiendo concretamente las directrices para la ejecución del examen de la distinción, homogeneidad y estabilidad en el cultivo de zanahoria.

Las evaluaciones se realizaron en la fase de producción del cultivo cuando presento una madurez fisiológica completa (cosecha), el registro de datos de caracterización se realizó en 40 plantas por cada parcela de forma aleatoria en cada una de las 6 parcelas obteniendo un total de 240 plantas, posteriormente se procedió a realizar la caracterización del cultivo de zanahoria de la variedad Altiplano.

Metodología de distinción

Cuando se verificó que la nueva variedad presenta características distintivas frente a otra variedad notoriamente conocida en nuestro medio (Chantenay-Montenegro1).

Metodología de Homogeneidad y Estabilidad.

Dicha prueba se realizó en un total de 240 plantas, de las cuales se pudo determinar el número de plantas expresaron el mismo carácter en porcentaje, logrando diferenciar las plantas fuera de tipo y en algunos casos la similitud que existió es muchas de las características expresadas. Para afirmar que la variedad de zanahoria "Altiplano" es estable, se recurrió al criterio emitido por la UPOV que menciona: "cuando una variedad demuestra ser **homogénea** consecuentemente esta es **estable**".

Evaluación del rendimiento del cultivo.

En acuerdo con técnicos del INIAF-CNPSH y cooperadores de cada una de las localidades, se determinó realizar las evaluaciones necesarias para obtener el rendimiento del cultivo y de esta forma identificar el valor agronómico de la variedad (Altiplano). Cabe mencionar que la UPOV también especifica que si el caracterizador pretende realizar evaluaciones complementarias están permitidas. Las mismas se realizaron en muestreos de 3 m².



Resultados y discusión

Los resultados obtenidos están en función a la expresión de los caracteres establecidos por la UPOV. En campo se realizó el registro de datos a la madurez completa de las diferentes partes de la planta; características morfológicas que presenta la zanahoria "Altiplano".

Al realizar el mejoramiento genético mediante la presión de selección masal positiva, el principal objetivo fue el de obtener un nuevo material que no presente floración al producirlo fuera de época, el cual fue alcanzado satisfactoriamente al lograr que la nueva variedad presente una tendencia a subida de flor débil y más aún que ésta presente una homogeneidad del 100% en la expresión de este carácter en cualquiera de los ambientes en estudio. La nueva variedad también presenta un mejoramiento en la calidad de raíz ya que se logró obtener un color del corazón-xilema naranja y consecuentemente deriva a obtener zanahorias con una coloración de la corteza y corazón del mismo color (naranja).

Por otro lado al realizar una presión de selección positiva también se logró mejorar características en la calidad de zanahorias como: pigmentación antocianica de la epidermis de la raíz, extinción del color verde interior, no tener corazones corchosos, no presencia de corazón amarillo, intensidad uniforme del color de la corteza y el corazón.

Según (FDA, Inc. 1995) la floración es inducida por temperaturas entre 0 y 15 °C por un periodo aproximado de 15 días, cuando la planta tiene 70 días de edad y unos 6 mm de diámetro, sin embargo se logró modificar este criterio gracias a la nueva variedad de zanahoria que se pretende recomendar.

Cuadro 1. Descripción de los caracteres morfológicos de zanahoria “Altiplano”.

Descripción	Carácter	Expresión del Carácter	Homogeneidad
A: FOLLAJE	1.- Anchura del cuello	Medio	60%
B: HOJA	2.- Porte	Semierecto	56%
	3.- Longitud (incluido el pecíolo)	Muy largo	57%
	4.- División	Medio	56%
	5.- Intensidad del color verde	Medio	74%
	6.- Pigmentación antociánica del pecíolo	Ausente	95%
C: RAÍZ	7.- Longitud	Corta	86%
	8.- Anchura	Medio	56%
	9.- Relación longitud/anchura	Medio	73%
	10.- Forma en sección longitudinal	Obtriangular estrecha	64%
	11.- Tendencia a una forma cónica	Medio	62%
	12.- Forma del hombro	Plana redondeada	65%
	13.- Punta (en pleno desarrollo)	Romo	58%
	14.- Color externo	Naranja	100%
	15.- Intensidad del color externo	Medio	91%
	16.- Pigmentación antociánica de la epidermis del hombro	Ausente (*)	72%
	17.- Extensión del color verde de la epidermis del hombro	Ausente o muy	71%
	18.- Anillado de la superficie	pequeño (*)	55%
	19.- Diámetro del corazón en relación con el diámetro total	Medio	64%
	20.- Color del corazón	Medio	74%
	21.- Intensidad del color del corazón	Naranja (* *)	68%
	22.- Color de la corteza	Medio	100%
	23.- Intensidad del color de la corteza	Naranja	88%
	24.- Color del corazón en relación con la corteza	Medio	66%
	25.- Extensión del color verde del interior (en sección longitudinal)	Mismo color (* *)	81%
	26.- Parte fuera del suelo	Ausente o muy pequeño (*)	77%
D: PLANTA	27.- Época de desarrollo del extremo redondeado	Medio	68%
	28.- Época de coloración del extremo (en sección longitudinal)	Medio	68%
	29.- Tendencia a subida de flor	Débil (**)	100%

Fuente: Elaboración propia.

(*) Caracteres que lograron mejorar gracias a los criterios de selección.

(**) Con fondo color amarillo - caracteres que son distintas frente a otras variedades notoriamente conocidas en nuestro medio.

(Oliva, 1987) La raíz es el órgano que se consume, es un órgano de reserva, longitud: 10 a 30 cm, forma cónica o cilíndrica según las variedades. El color de la raíz es anaranjado y su intensidad está en relación con el contenido de caroteno (provitamina A). Las zonas de acumulación de caroteno son en las células más viejas del floema y del xilema.

La característica más distintiva de la zanahoria Altiplano es que la tendencia a subida de flor débil menor al 5%, con relación a otra variedad (zanahoria peruana) mas del 50%.

Luego de obtener un resultado final emitido del estudio de 240 plantas de zanahoria altiplano, éstas presentan una homogeneidad del 74% en la producción de las zanahorias; con respecto a los caracteres que estas expresan (cuadro 1), por lo tanto se concluye que la zanahoria Altiplano sí es homogénea al producirla fuera de épocas y en zonas frías, por lo que según la UPOV cuando una variedad demuestra ser homogénea consecuentemente es estable.

En el (cuadro 2) se expresan los rendimientos en tn/ha de la variedad de zanahoria “Altiplano”, en cada una de las localidades donde se realizó la investigación.

Cuadro 2. Rendimiento de raíces comerciales, no comerciales y totales expresados en tn/ha de cada zona en estudio.

Departamento	localidad	Rend. comercial tn/ha	Rend. no comercial tn/ha	Rend. Total tn/ha
Oruro	Conchiri	47*	10.3	57.6
	Calapata	39.6	8.6	48.3
Cochabamba	Cebada jich’ana	40	7.3	47.3
Chuquisaca	Tojlasa	46.6*	7	53.6
	Villa Charcas	37	4.3	41.3
Promedio total (tn/ha)		42.04	7.5	49.62

Fuente: Elaboración propia (*) Localidades con rendimiento superior a 40tn/ha

Como se puede observar en el cuadro 3, todas las localidades se encuentran dentro del rango de lo recomendado (30-40 tn/ha) por el Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas al momento de comercializar la semilla, pero existen dos localidades que sobrepasaron lo esperado, tal es el caso de Conchiri con 47 tn/ha y Tojlasa con 46.6 tn/ha, pero también son los que presentan la mayor cantidad de raíces no comerciales.

A continuación en el cuadro 3 comparamos rendimientos de la zanahoria Altiplano frente a otra variedad de zanahoria Montenegro-1.

Cuadro 3. Rendimiento tn/ha de zanahoria variedad altiplano Vs variedad (Montenegro – 1)

	Altiplano	Montenegro -1
Rendimiento comercial de zanahoria (tn/ha)	42	31.3

Fuente: Elaboración y obtención propia

Como se puede evidenciar en el cuadro 3, existe una gran diferencia entre el rendimiento comercial de raíces de la variedad altiplano frente ala variedad Montenegro – 1, la diferencia entre ambas es con mas de 10 tn/ha lo cual para el productor representa una pérdida considerable, sin embargo se deberá tomar en cuenta que la variedad Montenegro 1 se cultivó en una época inapropiada, por ello reporto menores rendimientos.



Conclusiones

En función a los resultados obtenidos se concluye que:

La zanahoria variedad Altiplano si es **distinta** a otras variedades con respecto al carácter principal tendencia de subida de flor que es débil (menor al 5% de la parcela) respecto a la variedad peruana que presenta una tendencia a subida de flor alta (más del 50% de la parcela) por lo que presenta una característica distintiva frente a otra variedad notoriamente conocida.

La influencia del ambiente no afectó significativamente en la expresión de los caracteres entre localidades ya que se puede evidenciar una homogeneidad de las localidades de:

Calapata 77%, Conchiri 78%, Tojlasa 73%, Arpaja baja – Villa Charcas y Cebada Jich'ana 74%. Los resultados obtenidos en las diferentes localidades llegaron a homogeneizarse con más del 50%, llegando a obtener una **Homogeneidad** promedio general de todos los caracteres con **74%**. (cuadro 2) Es importante mencionar que al ser la zanahoria una especie alógama, esta puede muchas veces no expresar al 100% los caracteres de los progenitores, sin embargo en la investigación realizada se puede evidenciar que sí demostró homogeneidad al expresar caracteres muy similares en las diferentes localidades y por ende los ambientes. Además para poder decir que la zanahoria Altiplano es estable recurriremos al criterio emitido por la UPOV – TG/1/3* que dice: que cuando una variedad demostró ser homogénea consecuentemente esta es **Estable** (cuadro 2).

Los resultados obtenidos de rendimiento y productividad de zanahoria altiplano de 42 tn/ha pueden ayudar a tener una mejor aceptación en las zonas productoras de zanahoria para la época de otoño-invierno comparada con el rendimiento que alcanzó la variedad Montenegro – 1 con solo 31.3 tn/ha, en el que se puede evidenciar claramente que los rendimientos de la variedad.

Altiplano son superiores con más de 10 tn/ha respecto a la variedad Montenegro – 1 que fue producida en una época no adecuada para esta variedad, cuyas temperaturas relativamente bajas afectaron en una floración prematura, por lo que al obtener plantas florecidas la calidad de las raíces son desfavorables (corazones decolorados corchosos y amargos). Por tal razón se deduce que la nueva variedad de zanahoria Altiplano, si garantiza una producción de zanahoria fuera de época (otoño-invierno) siempre y cuando los fríos no sean tan intensos ya que se logró alcanzar una producción de raíces (cuadro 3 - 4).



Literatura citada

- FAO, 2002. Estadística de la Producción Hortícola. FAO. EE.UU. 55 pag.
- FUNDACIÓN DE DESARROLLO AGROPECUARIO, INC. (FDA), 1995. Serie Cultivo de Zanahoria. Boletín Técnico N°23. Santo Domingo – República Dominicana.
- GARCIA, M. 2006. El cultivo de zanahoria. Universidad de la Republica, Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Vegetal. Montevideo – Uruguay.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, 2001. Estadísticas Agropecuarias Ministerio de Agricultura. La Paz – Bolivia.
- OLIVA, R. 1987. Manual de producción de semillas Hortícolas. Zanahoria. INTA. Argentina.
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES, (UPOV) a), 2007. Directrices para la ejecución del examen de la Distinción, la Homogeneidad y la Estabilidad. TG/49/8 Ginebra.
- UNIÓN INTERNACIONAL PARA LA PROTECCIÓN DE LAS OBTENCIONES VEGETALES, (UPOV) b), 2002. Introducción general al examen de la Distinción, la Homogeneidad y la Estabilidad y a la elaboración de descripciones armonizadas de las obtenciones vegetales. TG/1/3* Ginebra.

EVALUACIÓN DE DIFERENTES CONCENTRACIONES DE 2-ip EN LA MULTIPLICACIÓN *in vitro* DE TRES VARIEDADES DE AJO (*Allium sativum* L.)

Romer Gambarte^{1*}, Gino Aguirre², Mario Colque¹

¹Programa Nacional de Hortalizas - INIAF,
²Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias – UMSS
*Autor Principal: romer_879_cito@hotmail.com

RESUMEN

En la actualidad el cultivo de hortalizas tiene gran importancia en Bolivia. En el caso particular del ajo, uno de los principales problemas es la falta de semilla certificada (partiendo por la semilla pre básica) con la cual obtener alta calidad y productividad en este rubro. Este trabajo, se diseñó con la finalidad de establecer un protocolo que permita una producción masiva de micro bulbillos *in vitro* mediante el cultivo de meristemos apicales empleando 2-ip, para ello se estableció un ensayo aplicado a tres variedades cultivadas en Bolivia (Colorado, Morado y Rosado), todas consideradas criollas. La investigación se implementó en tres fases: Iniciación, Multiplicación y Bulbificación. En la fase de multiplicación se evaluó diferentes concentraciones de la fitohormona 2-ip, durante tres ciclos, evaluando el número de brotes formados en cada variedad, No observando que el ciclo que logro mejor respuesta fue el primero con un promedio de 3.9 brotes formados, o observando diferencia estadística entre variedades, obteniendo 2.2 brotes formados en promedio. Finalmente la concentración de 2-ip con mayor eficiencia fue de 3 cc/l, teniendo en promedio 2.6 brotes formados.

Palabras clave: *Allium sativum* L., cultivo de tejidos, fitohormona 2-ip, microbulbillos

ABSTRACT

Nowadays, growing vegetables is very important in Bolivia. In the particular case of garlic, one of the main problems is the lack of certified seed (including high genetic categories) to help getting high quality and productivity in this sector. This study was intended to establish a protocol that allows mass production of *in vitro* micro bulbils through apical meristems cultivation using 2-ip phytohormone, on that purpose test were applied to three varieties grown in Bolivia (Colorado, Morado y Rosado), all considered creoles. Research was implemented in three phases: Initiation, Multiplication and bulb formation. Multiplication phase evaluate different concentrations of 2-ip during three cycles, observing the number of grown sprouts on each variety. Results showed that the cycle which got best response was first cicle, with 3.9 formed sprouts, no difference between varieties, getting 2,2 formed sprouts as average. Finally 2-ip concentration with better efficiency was 3 cc / l, allowing an average production of micro bulbils of 2.6 formed sprouts per cycle.

Keywords: *Allium sativum* L., tissue culture, phytohormone 2-ip, microbulbs.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el cultivo de las hortalizas, y en especial el cultivo de ajo, ha tomado gran importancia, principalmente por su consumo masivo, atribuyendo este incremento por su agradable sazón culinario y de forma principal quizás por sus cuantiosas propiedades medicinales atribuidas, entre las más sobresalientes están: coadyuva bajando los niveles de colesterol mal, efecto antitumoral, anticoagulante, etc.

En la actualidad, la demanda de ajo en Bolivia se encuentra insatisfecha, por causas como: la falta de apoyo, tecnificación del rubro, etc. Por parte de los productores y el gobierno que poco o nada hacen para mejorar la forma tradicional de producción, que en forma consecuente se traduce en rendimientos muy bajos.

En el medio local, no se cuenta con semilla certificada y sí se cuenta, pues no satisface ni cerca del 20 % de la demanda. Una técnica comúnmente utilizada por los principales países productores, es el cultivo de tejido, también llamado cultivo *in vitro*, que ayuda con la limpieza viral y promueve una multiplicación masiva, ofreciendo semilla de muy buena calidad. Para el caso del ajo en particular, puede ser utilizado un meristemo extraído de un bulbillito (diente- semilla de ajo), el cual formará un callo con varios brotes y finalmente cada brote (*vitro planta*) dará lugar a la formación de un micro bulbillito, siendo semilla básica-pre inicial. Siendo el objetivo general del presente trabajo la obtención de un protocolo para la producción masiva de micro bulbillos *in vitro*.

Materiales y métodos

El presente trabajo se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio de biotecnología de la Facultad de Ciencias Agrícolas Pecuarías Forestales Veterinarias, de la Universidad Mayor de San Simón del departamento de Cochabamba, ubicada en la zona de la Tamborada, km 5.5 de la avenida Petrolera. Geográficamente se ubica a 17° 31' 22" de latitud sur y 66° 11' 45" de longitud este, a una altura aproximada de 2500 msnm, con una temperatura media de 25 °C y una precipitación pluvial de 450 mm.

Material vegetal

Para la investigación se utilizaron tres variedades criollas de ajo, que fueron recolectadas en las principales zonas de producción (Tupiza) de Bolivia.

Metodología

El presente trabajo se realizó en varias fases, pero la evaluación se centró en una en particular, las fases que presidieron al ensayo fueron la fase de preparación, donde se realizó la colecta de las variedades locales de ajo, utilizadas en el ensayo, la fase de establecimiento de los explantes, realizándose en esta fase trabajos como la preparación de medios, esterilización del material vegetal, entre las más sobresalientes. Posteriormente realizándose la evaluación en la fase siguiente (fase de multiplicación), donde se evaluó el número de brotes formados por explante, utilizando tres concentraciones de la citoquinina 2-ip (principal responsable de la formación de brotes), en cada una de las tres variedades locales de ajo. Teniendo como fase complementaria la bulbificación, donde se indujo a un estrés hídrico al explante para que dé lugar a la formación de micro bulbillos, esto se lo realizó, incrementando la concentración de sacarosa para incrementar el potencial osmótico del medio nutritivo. Los compuestos utilizados y las concentraciones de cada uno se mencionan en el cuadro 1.

COMPUESTOS (p/1 l)	Fase de Iniciación	Fase de Multiplicación	Fase de Bulbificación
Sales MS	4.33 g	4.33 g	4.33 g
Myoinositol	100.0 mg	100.0 mg	100.0 mg
Tiamina	0.4 mg	0.4 mg	0.4 mg
Ácido Nicotínico	0.5 mg	0.5 mg	0.5 mg
Adenina	80.0 mg	80.0 mg	80.0 mg
Glicina	2.0 mg	2.0 mg	2.0 mg
Piridoxina	0.5 mg	0.5 mg	0.5 mg
AIA (Ácido indol Butírico)	0.1 mg	0	0
ANA (Ácido naftalenacético)	0	0.15 mg	0
Kin (Kinetina)	0.1 mg	0	0
2-ip (Isopentiladenina)	0	1.0; 2.0; 3.0 mg	2.0 mg
Azúcar	30 g	30 g	30 g
Agar	6.5 g	6.5 g	6.5 g
pH	5.8		

Cuadro 1. Compuestos utilizados en los medios en cada fase

Diseño experimental

Las unidades experimentales fueron evaluadas bajo el diseño completamente aleatorio (DCA), en una serie de experimentos, distribuidos en tres ciclos, con un arreglo factorial completo de 3x3, teniendo un total de 12 tratamientos, con número variado de repeticiones, esto porque estuvo influenciado por el número de explantes establecidos para el primer ciclo y por los ciclos anteriores, para los ciclos segundo y tercero, cada unidad experimental estuvo constituida por un tubo de ensayo que contenía el medio nutritivo adicionado con una de las dosis de 2-ip y un explante de una de las tres variedades de ajo, siendo la variable de respuesta el número de brotes formados en cada unidad experimental.

Descripción de procedimiento en la fase de multiplicación

Una vez culminada la fase de establecimiento, a la sexta semana de la siembra, cada brote apical fue sometido a 3 o 4 cortes longitudinales a través del plano meristematico desde la base hacia el ápice, luego cada porción de explante fue transferido a un medio de multiplicación, eliminándose todo material malformado, clorótico de escaso crecimiento. Este material fue identificado como un solo individuo. En este medio hubo formación de brotes laterales o adventicios produciéndose un macollo con varias plántulas. Cada 6 semanas se subdividieron estas plántulas y se llevaron a medios frescos, durante tres ciclos.

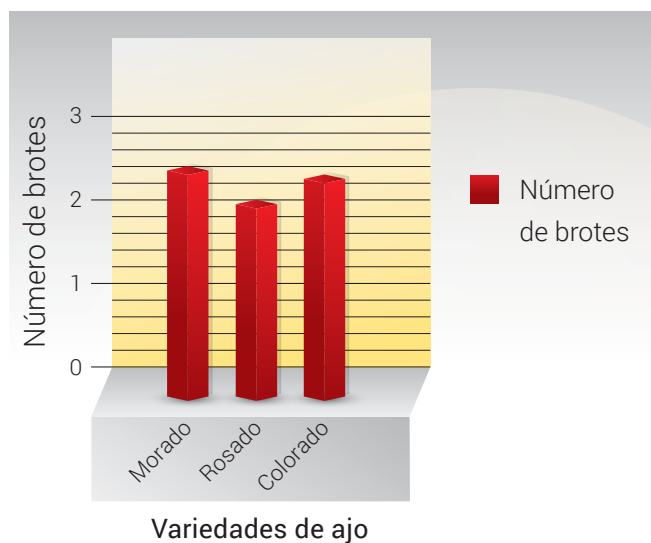
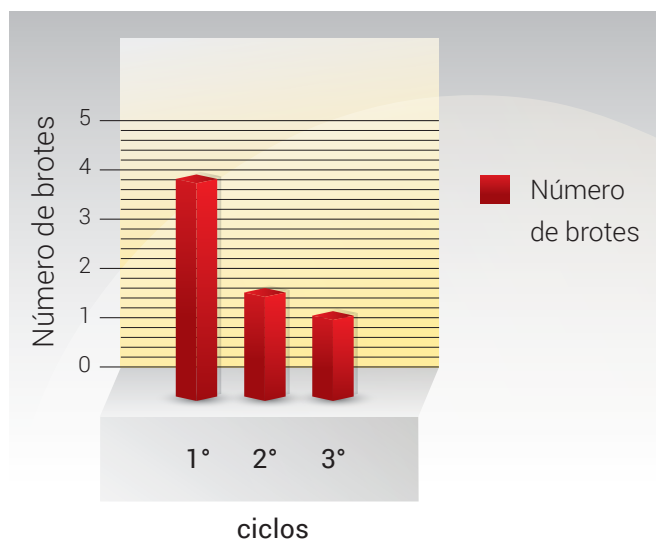
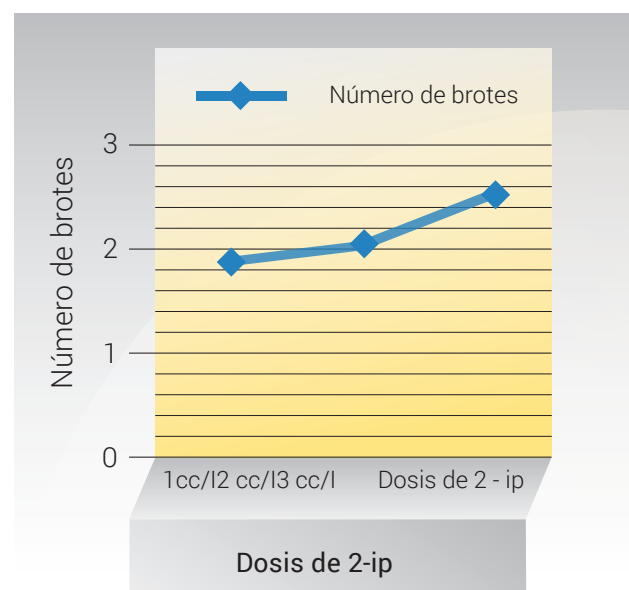


Resultados y discusión

El análisis de varianza (Cuadro 10) demostró que el número de brotes no fue el mismo en cada uno de los ciclos ($Pr < 0.001$), obteniendo el mayor número de estos en el primer ciclo (3.9 brotes), pero en el segundo y tercer ciclo el efecto de estos sobre la formación de brotes no fue diferente (Fig. 1), obteniendo 1.6 y 1.1 brotes, respectivamente. Atribuyendo este comportamiento a diversos factores, teniendo entre los más sobresalientes, una disminución en la producción hormonal endógena de los explantes; una senescencia fisiológica de los explantes y por el tipo de explante (órgano, tejido, porción de la planta que se establece *in vitro*), introducido (Muhitch y Fletcher, 1985), Sánchez *et al* (2009), menciona que la disminución en la producción hormonal endógena de los explantes *in vitro*, está fuertemente relacionada con el número de ciclos que se realiza en dichos explantes, observándose esto en calabazas, donde se evaluó el número de brotes formados durante varios subcultivos (ciclos), obteniendo en el primer y segundo subcultivo la mayor cantidad de brotes formados y en los últimos dos subcultivos la menor formación de brotes por explante de un total de cinco subcultivos realizados, encontrando una tendencia a disminuir la formación de estos conforme al incremento del número de subcultivos que se realizó.

Con respecto a las variedades utilizadas, el análisis de varianza denotó que el número de brotes formados no fueron diferentes entre cada una de estas ($Pr > 0.01$), teniendo simplemente una ligera tendencia a mayor formación con la variedad Morado criollo (Fig. 1), observándose este comportamiento en cada uno de los ciclos realizados ($Pr > 0.01$). Según diferentes autores este comportamiento puede atribuirse a una similitud genética en las tres variedades de ajo estudiadas; a una cercanía en cuanto a grupos fisiológicos pertenecientes (Burba, 2003) y a una misma capacidad en cuanto a una respuesta al balance hormonal exógeno aplicado, Alvarado *et al* (2001), en un ensayo realizado donde evaluó la formación de brotes en tres variedades de ajo (Chino, California y Perla) y diferentes concentraciones de hormonas vegetales, observo un comportamiento similar al obtenido en el presente trabajo, encontrando diferencias mínimas, siendo estadísticamente iguales en la tasa de multiplicación (brotes formados), entre las diferentes variedades evaluadas, el autor atribuye este comportamiento a que las tres variedades poseen la misma capacidad de respuesta al balance hormonal utilizado, en el medio de multiplicación, estando fuertemente influenciado por el componente genotípico.

Fuentes de variación	gl	Valor de x2	Pr > x2
Ciclo	2	129.44	<.0001
Variedad	2	1.14	0.5649
Ciclo * Variedad	4	4.54	0.3379
Dosis	2	6.53	0.0382
Ciclo * Dosis	4	2.16	0.7070
Dosis * Variedad	4	1.16	0.8852
Ciclo*Dosis*Variedad	8	4.95	0.7633



Sin embargo el número de brotes formados fue diferente con las distintas concentraciones de 2-ip ($Pr < 0.05$), aplicadas en las diferentes evaluaciones, observándose un incremento lineal (Fig. 1), siendo la concentración 3 cc/l de 2-ip la que logró el mayor número de brotes formados (2.6), siendo este comportamiento el mismo en cada ciclo estudiando ($Pr > 0.01$), de la misma manera no hubo diferencias significativas en el incremento lineal de las concentraciones de 2-ip en cada variedad evaluada ($Pr > 0.01$). Atribuyendo este resultado a la propiedad del 2-ip en la inducción en la formación de brotes y la proliferación de brotes axilares. En una evaluación realizada por Carhuaricra (2012), determinó que concentraciones elevadas de 2-ip logran la mayor formación de brotes adventicios en ajo morado, coincidiendo con Ravnkar *et al* (1993), y Moriconi *et al* (1990), quienes obtuvieron los mejores resultados cuando utilizaron el 2-ip.



Conclusiones

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos, se concluye:

La tasa de multiplicación (número de brotes) más alta se obtuvo durante el primer ciclo, se observó también una respuesta idéntica en las diferentes variedades y entre las dosis de 2-ip, adicionadas a los medios nutritivos se determinó un incremento lineal, siendo la dosis más alta (3 cc/l), la que mostró mejor resultado.



Literatura citada

ALVARADO, M.R.; MORENO, A.G.; MARTINEZ, M.P. 2001 Obtención de semilla de ajo (*Allium sativum* L) libre de patógenos. V jornada de investigación: Universidad autónoma de zacatecas. Zacatecas – México.

BURBA, J.L. 2003. Producción de ajo. Estación experimental Agropecuaria La Consulta. Proyecto ajo/ INTA-documento 069. Mendoza-Argentina.

CARHUARICRA, K.E.; Olivera, J.S.; Gonzales, J.A.; Rodriguez, J.L. 2012. Introducción y multiplicación in vitro del cultivo de ajo variedad morado barranquino. Revista Perú biol. Facultad de ciencias biológicas UNMSM. Perú.

MORICONI, D.N., CONCI, V.C.; NOME, S.F. 1990. Rapid Multiplication of Garlic (*Allium sativum* L.) *in vitro*. En: Phyton. Berkeley, Estados Unidos. 145-151 p.

MUHITCH, M.; FLETCHER, J. 1985. Influence of culture age and Spd treatment on the accumulation of phenolic compounds in suspension cultures. Plant Physiology 78: 25-28.

RAVNIKAR, M.; ZEL, J.I. 1993. Jasmonic Acid Stimulates Shoot and Bulb Formation of Garlic *In Vitro*. En: Journal of Plant Growth Regulation. 12: 73-77 p.

SÁNCHEZ, M.H.; SÁNCHEZ, C.H.; VILLANUEVA, C.V.; GIL, I.V.; JIMÉNEZ, M.R.; SÁNCHEZ, I.C. 2009. Multiplicación in vitro vía organogénesis en calabaza. Revista Agronomía Mesoamericana. Universidad autónoma Chapingo. Chapingo México.



Acto de Inauguración del 1er. Congreso Boliviano de Horticultura



Autoridades de Gobierno, Autoridades del INIAF,
Comité Organizador e Invitados Internacionales



Viceministro Victor Hugo Vasquez y Autoridades del INIAF,
Comité Organizador e Invitados Internacionales

Profesionales, Productores y Estudiantes



Salón Mara - Conferencias Magistrales



Salón Mara - Conferencia Paralela

Ponencia Oral



Participación durante Ponencia Magistral en MIPE



Salón Tajibo - Conferencias Paralelas

Salón Tajibo - Conferencias Paralelas



Ing. Eduardo Montesinos - Ponencia Oral



Asistencia de Profesionales, Productores y Estudiantes

Feria Agrícola



Participación de Productores e Instituciones



Acto de Clausura del 1er. Congreso Boliviano de Horticultura



Ing. Hans Mercado R. - Director General Ejecutivo INIAF



Acto de Clausura del 1er. Congreso Boliviano de Horticultura
Directores Nacionales - INIAF e Invitados Internacionales



Autoridades del INIAF con participantes del Congreso

Visita a empresa semillera T-Minkan



Autoridades INIAF, Comité Organizador e Invitados Internacionales

Visita a Invernaderos del CNPSH-INIAF



Profesionales, Productores, Estudiantes, Autoridades y Ponentes



Visita a predios productivos de hortalizas del INIAF - CNPSH



Profesionales, Productores, Estudiantes, Autoridades y Ponentes



Contraternización - Organizadores, Ponentes y Magistrales



PROGRAMA OFICIAL 1er. CONGRESO BOLIVIANO DE HORTICULTURA

Jueves, 20 de Noviembre de 2014 Casa Campestre", km 10 Av. Blanco Galindo, Zona Piñami.

Hora	Salón TAJIBO	Salón MARA
08:00	REGISTRO DE PARTICIPANTES E INSCRIPCIONES	
09:00	ACTO DE INAUGURACIÓN Comité Organizador y Autoridades Nacionales	
09:45	PONENCIA MAGISTRAL Hans Mercado Rios - INIAF	
10:15	REFRIGERIO	
11:00	AGROBIODIVERSIDAD AGROECOSISTEMAS DEL PN-ANMI SERRANIA DEL ÑAO COMO CENTRO DE ORIGEN Y DIVERSIDAD DE CULTIVOS NATIVOS. Ariel Angel Céspedes - PROYECTO BEISA3 - USFXCh	MIPE INTEGRACIÓN DE BIOINSUMOS (TERRABIOSA) CON ESTRATEGIAS DE CONTROL DEL MILDIO DE LA CEBOLLA Oscar Navia - FUNDACIÓN PROINPA
12:00	AGROBIODIVERSIDAD CONSERVACION <i>EX SITU</i> DEL GERMOPLASMA DE HORTALIZAS Ana María Flores - INIAF	MIPE RESUCITACIÓN Y SUBSECUENTE MULTIPLICACIÓN DE CÉLULAS ESTRESADAS NO CULTIVABLES DE <i>Ralstonia solanacearum</i> EN AGUA Y SUELO Y SU ROL EN PATOGENICIDAD Sergio Moreira Ascarrunz - INIAF
12:20	PONENCIA MAGISTRAL MIPE Dr. Cisternas Arancibia Ernesto - INIA Chile	
12:30	ALMUERZO	
14:00	AGROBIODIVERSIDAD CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE LA DIVERSIDAD GENÉTICA DE 133 ACCESIONES DE TOMATE (<i>Solanum Lycopersicum Spp.</i>) Shirley Rojas Ledezma - INIAF	MIPE COMPATIBILIDAD <i>IN VITRO</i> DE <i>Trichoderma harzianum</i> y <i>Trichoderma koningiopsis</i> CON DOCE FUNGICIDAS SINTÉTICOS Mayra Claros - FUNDACIÓN PROINPA
14:25	AGROBIODIVERSIDAD CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE 16 ECOTIPOS DE LOCOTO (<i>Capsicum pubescens L.</i>) EN EL VALLE BAJO DE COCHABAMBA. Rosario Huarachi - Universidad Técnica de Oruro – FCAPV	AGRICULTURA FAMILIAR EXPERIENCIA DE DESARROLLO RURAL EN LA HORTICULTURA FAMILIAR DEL PERIURBANO DE BUENOS AIRES, ARGENTINA. María Carolina Feito - CONICET/INTA (Argentina)
14:50	PONENCIA MAGISTRAL AGRICULTURA FAMILIAR REPRESENTANTE FAO	
15:30	REFRIGERIO	
16:15	AGROBIODIVERSIDAD EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE DOS LÍNEAS PROMISORIAS DE CEBOLLA (<i>Allium cepa L.</i>) TOLERANTE A FLORACIÓN EN CONDICIONES DE ALTIPLANO Jesús Dávila Rodríguez - INIAF	AGRICULTURA FAMILIAR PREFERENCIA DE LOS CONSUMIDORES A LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS Y FÍSICAS DE LECHUGAS PRODUCIDAS EN DOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN ÁEREO E HIDROPÓNICO, EN SECTORES URBANOS DE COCHABAMBA Eduardo Lopez Rosse - DEPARTAMENTO DE DEFENSA AL CONSUMIDOR
16:40	AGROBIODIVERSIDAD RESISTENCIA GENÉTICA DE HÍBRIDOS DE TOMATE [<i>Solanum lycopersicum L. (Mill.)</i>] AL VIRUS DEL BRONCEADO (TSWV) Silene Veramendi - FUNDACIÓN PROINPA	AGRICULTURA FAMILIAR ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA EN COMERCIALIZACIÓN DE HORTALIZAS DE ALTO VALOR Arturo Baudoin Salguero - INIAF

Viernes, 21 de Noviembre de 2014 Casa Campestre", km 10 Av. Blanco Galindo, Zona Piñami.

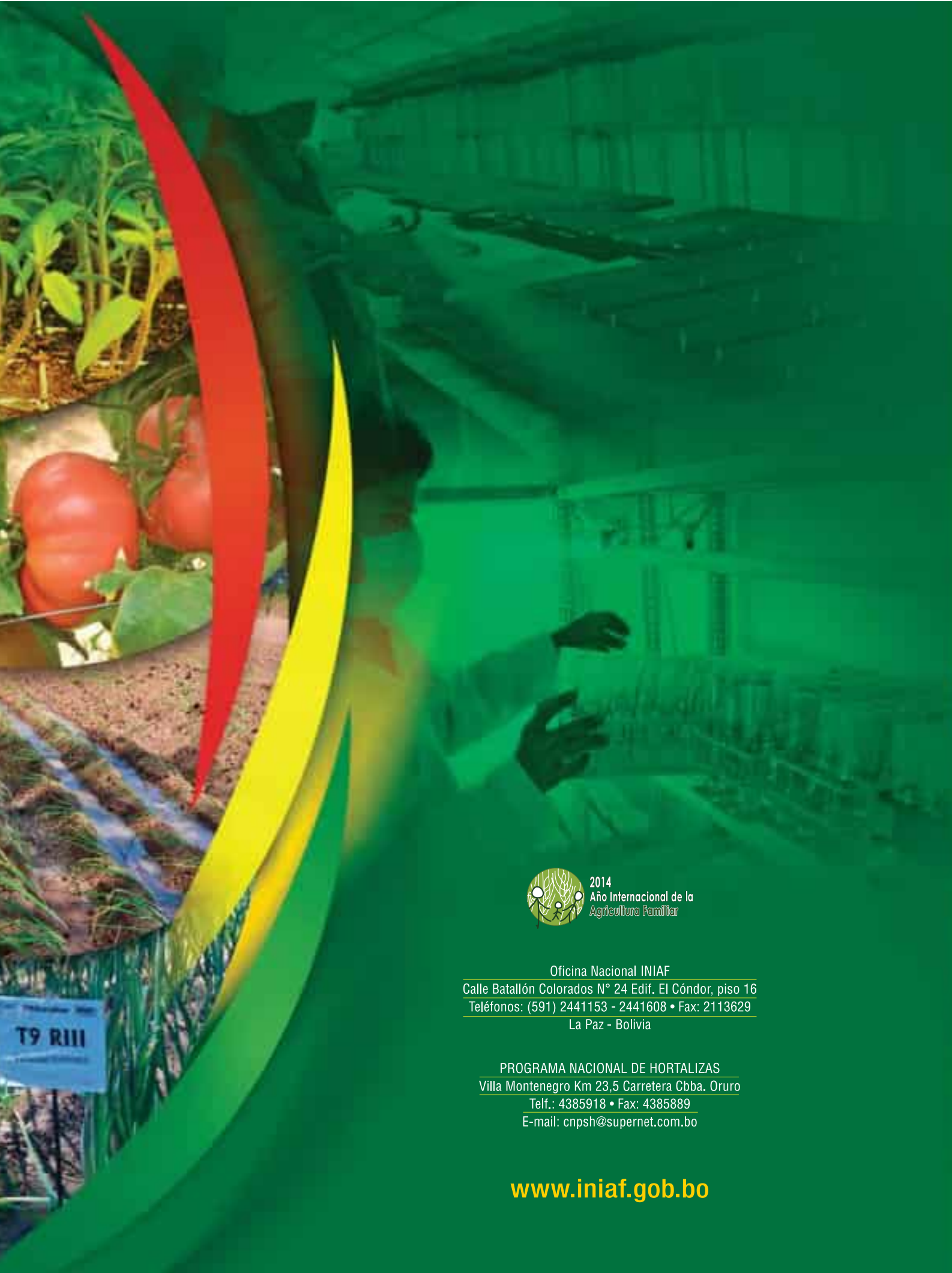
Hora	Salón TAJIBO	Salón MARA	Exteriores
08:00	REGISTRO DE PARTICIPANTES		
09:00	PONENCIA MAGISTRAL MAC Ph.d. Daniel Kirschbaum - INTA Argentina		
09:35	AGROBIODIVERSIDAD HERENCIA DEL RENDIMIENTO, DÍAS A LA MADUREZ, DURACIÓN EN ANAQUEL Y SU RELACIÓN CON CARACTERES AFINES EN HÍBRIDOS DE TOMATE [<i>Solanum lycopersicum</i> L. (Mill.)] Julio Gabriel - FUNDACIÓN PROINPA	MAC DIAGNÓSTICO DE SISTEMAS DE MERCADO DEL COMPLEJO HORTALIZAS EN EL VALLE BAJO-COCHABAMBA Y LOS CINTIS-CHUQUISACA Ricardo Alem - FUNDACIÓN VALLES – COSUDE	
10:00	REFRIGERIO		
10:35	AGROBIODIVERSIDAD INCREMENTO DE LA UNIFORMIDAD DE CARACTERES CUALITATIVOS DE LÍNEAS DE CAROTE (<i>Cucurbita Pepo</i> L.) EN LA PROGENIE S3 Ever Machaca Alejo - INIAF	MAC ANÁLISIS DE CALIDAD DE COMPOST Y VALORACIÓN DE LA APLICACIÓN COMO FERTILIZANTE Y MEJORAMIENTO DE SUELO PARA HORTALIZAS Charlotte Sidler - SWISSCONTACT	
11:00	AGROBIODIVERSIDAD SELECCIÓN PARTICIPATIVA DE NUEVAS VARIEDADES DE TOMATE DETERMINADO [<i>Solanum Lycopersicum</i> L. (Mill.)] PARA LOS VALLES DE COCHABAMBA Y SANTA CRUZ Ada Angulo - FUNDACIÓN PROINPA	MAC PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS HIDROPÓNICAS EN EL SISTEMA NFT DEL CULTIVO DE LA LECHUGA Victor Paye - UPEA - UCB	EXPOSICIÓN FERIA
12:30	ALMUERZO		
14:00	PONENCIA MAGISTRAL MAC Jimmy Claros Arce - EXPERTO BOLIVIANO EN PERÚ		
14:35	AGROBIODIVERSIDAD ANÁLISIS DE LA DISTINCIÓN, HOMOGENEIDAD Y ESTABILIDAD DE LA NUEVA VARIEDAD DE BETARRAGA (<i>Beta vulgaris</i> L.) CAPERUCITA Jesús Dávila Rodríguez - INIAF	MAC SEGURIDAD ALIMENTARIA, INNOVACIONES TECNOLOGICAS PARA LA DISPONIBILIDAD DE HORTALIZAS EN COMUNIDADES INDIGENAS DE LOS MUNICIPIOS DE POCOATA Y CHAYANTA Ricardo Vera - VISION MUNDIAL BOLIVIA	
15:00	AGROBIODIVERSIDAD EFECTO DE TRES CONCENTRACIONES DE 2-IP EN TRES VARIEDADES DE AJO (<i>Allium sativum</i> L.) DURANTE LA FASE DE MULTIPLICACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE MICROBULBILLOS <i>in vitro</i> Romer Gambarte - INIAF	MAC EFECTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE COBERTURA PLÁSTICA O MULCH EN CUATRO ESPECIES DE HORTALIZAS NO TRADICIONALES Arturo Baudoin Salguero - INIAF	
15:20	REFRIGERIO		
16:00	MAC EXPERIENCIAS EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA DE HORTALIZAS EN EL CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE HORTALIZAS (CNPSH) Eduardo Montesinos A. - INIAF	MAC EXPERIENCIAS EN PRODUCCIÓN ECOLÓGICA DE HORTALIZAS EN EL CEASIP Martín Baudoin Hormaeche - CEASIP	
16:25	PONENCIA MAGISTRAL VIDEOS CAMPESINO-A-CAMPESINO: EXPERIENCIAS A NIVEL MUNDIAL PH. D. JEFFREY BENTLEY - AGRO-INSIGHT		
17:00	ACTO DE CLAUSURA Y PLENARIA COMITÉ ORGANIZADOR Y AUTORIDADES NACIONALES		

Sábado, 22 de Noviembre de 2014 Visita de Campo (Opcional) Salida: Plazuela Corazonistas

09:00	SALIDA DE COCHABAMBA	10:45	TRASLADO EN BUS A CNPSH-INIAF	12:00	ALMUERZO
10:00	VISITA A EMPRESA DE SEMILLAS "T-MINKAN" - SORATA	11:00	CENTRO NACIONAL DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE HORTALIZAS CNPSH-INIAF	12:30	TRASLADO EN BUS
				13:15	ARRIBO A COCHABAMBA

AUSPICIADORES DEL 1ER. CONGRESO BOLIVIANO DE HORTICULTURA





2014
Año Internacional de la
Agricultura Familiar

Oficina Nacional INIAF

Calle Batallón Colorados N° 24 Edif. El Cóndor, piso 16

Teléfonos: (591) 2441153 - 2441608 • Fax: 2113629

La Paz - Bolivia

PROGRAMA NACIONAL DE HORTALIZAS

Villa Montenegro Km 23,5 Carretera Cbba. Oruro

Telf.: 4385918 • Fax: 4385889

E-mail: cnpsh@supernet.com.bo

www.iniaf.gob.bo