



Dirección Nacional de Investigación

Revista Científica de Investigación



**INVESTIGACIÓN E
INNOVACIÓN
PARA LA SEGURIDAD Y
SOBERANÍA ALIMENTARIA
EN BOLIVIA**



Dirección Nacional de Investigación
Revista Científica de Investigación
Año 2, Número 3 - Volumen 1. Gestión de 2014

Investigación e innovación para la seguridad y soberanía alimentaria en Bolivia

**El Estado desarrolla y promueve la investigación inherente
al manejo, conservación y aprovechamiento de los recursos
naturales y la biodiversidad**

“El Estado, las universidades, las empresas productivas y de servicio públicas y privadas, y las naciones y pueblos indígena originario campesinos, desarrollarán y coordinarán procesos de investigación, innovación, promoción, divulgación, aplicación y transferencia de ciencia y tecnología para fortalecer la base productiva e impulsar el desarrollo integral de la sociedad, de acuerdo con la ley. “

*(Capítulo sexto, Sección IV, art. 103 de la
Constitución Política del Estado Plurinacional de Bolivia)*

“El INIAF, es la única instancia de investigación acreditada, en actividades de intercambio científico y tecnológico, a nivel nacional e internacional, relacionadas con temas agropecuarios y forestales. Asimismo, implementará, impulsará y articulará las políticas nacionales, departamentales, municipales y locales, en el ámbito de la investigación e innovación agropecuaria y forestal”

*(Artículo 3. Misión, D.S. 29611 de 25 de Junio de 2008,
Estado Plurinacional de Bolivia)*





ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA
MINISTERIO DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS
INSTITUTO NACIONAL DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL

INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PARA LA SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIA EN BOLIVIA

La Paz - Bolivia
2014



Evo Morales Ayma

PRESIDENTE DEL ESTADO PLURINACIONAL DE BOLIVIA

Nemesia Achacollo Tola

MINISTRA DE DESARROLLO RURAL Y TIERRAS

Víctor Hugo Vásquez Mamani

VICEMINISTRO DE DESARROLLO RURAL AGROPECUARIO

Hans Franklin Mercado Ríos

DIRECTOR GENERAL EJECUTIVO - INIAF

Luis Weimar Acosta Arce

DIRECTOR NACIONAL DE INVESTIGACIÓN - INIAF

Teléfonos y Fax 591-2-2441153/2-2441608/2-2113629

www.INIAF.gob.bo - contacto@INIAF.gob.bo

Casilla Postal 4793

Calle Batallón Colorado Nro. 24

Edificio El Cóndor – Piso 16

La Paz – Bolivia



COMITÉ CIENTÍFICO REVISOR DEL INIAF

Dr. Luis Acosta Arce Ph.D.
Ing. Alvaro Otondo Maldonado M.Sc.
Ing. Juan José Vicente Rojas M.Sc.
Dra. Carmen Cabrera Montecinos M.Sc.
Ing. José Campero Maraño M.Sc.

PROFESIONALES DE LA DIRECCION NACIONAL DE INVESTIGACION, INIAF

Personal INIAF - DIRECCIÓN NACIONAL DE INVESTIGACIÓN

Ing. Hans Mercado Ríos Director General Ejecutivo	Dr. Luis Acosta Arce Director Nacional de Investigación
Ing. Alvaro Otondo Maldonado Responsable Unidad de Recursos Genéticos	Dra. Carmen Cabrera Montecinos Especialista en Recursos Genéticos
Ing. Juan José Vicente Rojas Profesional en Recursos Genéticos - Biotecnología	Ing. José Campero Maraño Profesional en Recursos Genéticos – Políticas
Ing. Yuri Zurita Responsable Unidad de Investigación	Ing. Mirco Peñaranda Morante Especialista en Investigación
Villam Aguilera Poma Técnico en Investigación	

Personal INIAF – Unidad de Recursos Genéticos

Ing. Javier Claire Encargado E.E. Toralapa	Ing. Edwin Iquize V. Profesional en Sistematización y Manejo de Datos Recursos Genéticos
Ing. Carolina Alanoca Q. Profesional en Conservación Ex Situ RRGG granos altoandinos	Ing. Armando Mamani M. Profesional en Conservación In Situ RRGG granos altoandinos
Ing. Enrique Patzi Q. Profesional en conservación Ex Situ de RRGG Cereales y Leguminosas	Ing. Roger Rioja B. Profesional en Conservación In Situ de RRGG Cereales y Leguminosas
Ing. Ariel Antelo Técnico en Conservación Ex Situ de RRGG Forestales	Ing. Víctor García Profesional en Conservación In Situ de RRGG Forestales
Ing. Johnny Portugal Profesional en Conservación Ex Situ de RRGG Frutales	Ing. Edson Foronda G. Técnico en Conservación In Situ de Tubérculos y Raíces Andinas
Ing. Rosario Elena Lucero Técnico en Conservación y Producción In Vitro de RRGG	Ing. Ana María Flores Profesional en Conservación Ex Situ de RRGG Hortalizas
Ing. Genaro Condori Profesional en Conservación In Situ de RRGG de Pastos	Ing. José Luis Quispe Huanca Profesional en Conservación In Situ de RRGG Camélidos
Tec. Agr. Ruth Guzmán Quena Técnico III en Conservación Ex situ de Recursos Genéticos de Tubérculos y Raíces Andinas	Lic. Claudia Cornejo López Enlace Administrativo E.E. Toralapa

COMITÉ EDITOR

Dr. Luis Acosta Arce Ph.D.
Ing. Alvaro Otondo Maldonado M.Sc.
Ing. Juan José Vicente Rojas M.Sc.
Dra. Carmen Cabrera Montecinos M.Sc.

PRIMERA IMPRESIÓN 1000 EJEMPLARES
Diseño: Ricardo L. Rivera M.
ISSN 2308-250X
Depósito legal: 4-3-16-13 P.O.
Key title: Info INIAF
© Copyright: 2014

REVISTA CIENTÍFICA DE INVESTIGACIÓN INFO-INIAF "INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN PARA LA SEGURIDAD Y SOBERANÍA ALIMENTARIA EN BOLIVIA" NÚMERO 3, VOLUMEN 1.
--

Los editores han sido cuidadosos de reproducir los artículos publicados en esta revista. Pero las ideas y opiniones de los artículos son de entera responsabilidad de los autores. Se permite la reproducción total o parcial por cualquier medio de los artículos de la presente Revista, con la debida autorización y cite de la fuente respectiva, se agradecerá el envío de un ejemplar.

DIRECCIÓN OFICINA CENTRAL:
Calle Batallón Colorados No. Piso 16. Edificio El Cóndor. La Paz-Bolivia

ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE TORALAPA:
Km 71, Carretera antigua Cochabamba – Santa Cruz. Municipio de Tiraque, Comunidad Cebada Jichana, Cochabamba-Bolivia

Esta publicación cuenta con el apoyo del Banco Mundial en Bolivia, DANIDA, COSUDE

Presentación

El Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal - INIAF fue creado mediante Decreto Supremo N° 29611, bajo tuición del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras – MDRyT, a partir del cual se constituye en la instancia de investigación acreditada en actividades científicas y de intercambio tecnológico tanto a nivel nacional como internacional, además de ser el impulsor y articulador de las políticas en los ámbitos de investigación e innovación agropecuaria y forestal, todo enmarcado en pro de la seguridad y soberanía alimentaria. Por otra parte debemos señalar La Ley N° 144 “LEY DE REVOLUCIÓN PRODUCTIVA COMUNITARIA AGROPECUARIA” que en su artículo 21 (POLÍTICA DE INNOVACIÓN AGROPECUARIA Y FORESTAL) inciso 2 señala que el INIAF “deberá generar tecnologías, establecer lineamientos y gestionar las políticas de innovación agropecuaria y forestal, para contribuir a la seguridad con soberanía alimentaria, en el marco del diálogo de saberes y conocimientos de la intra e interculturalidad y respeto mutuo...”; debemos mencionar también que la Ley 144 en su artículo 13. (POLÍTICA DE FORTALECIMIENTO DE LA BASE PRODUCTIVA) inciso 4. (Recursos Genéticos) señala al INIAF como la “instancia encargada de garantizar la conservación y administración *in situ* o en el lugar de origen y *ex situ* o fuera del lugar de origen de los recursos genéticos de la agrobiodiversidad, parientes silvestres y microorganismos de las diferentes eco regiones del país, con la finalidad de evitar la erosión genética y asegurar su disponibilidad como fuente de variabilidad genética y primer eslabón de la producción agropecuaria”.

En este contexto actualmente el INIAF está ejecutando 9 programas de investigación; Hortalizas, Trigo, Papa, Quinoa, Bosques, Ganadería y Forrajes, Maíz, Arroz, Caña de azúcar, que a su vez trabajan de manera conjunta con diferentes Aliados Estratégicos en subproyectos de investigación e innovación, además de otros proyectos que se encuentran en plena implementación en el Fondo de Investigación de INIAF en aquellos rubros que no se encuentren priorizados dentro de los programas mencionados anteriormente, con estos antecedentes el INIAF dentro de su rol articulador tiene a bien presentar la Revista Científica de Investigación Info-INIAF en la que se hace un esfuerzo por recabar, difundir y socializar el conocimiento científico, que se ha generado en estas últimas gestiones tanto en el marco de los programas de Investigación del INIAF como por otros destacados actores en el ámbito científico, las anteriores ediciones de la Revista Info-INIAF se dedicaron a la difusión de trabajos relacionados de manera directa con la conservación, gestión, manejo y uso de los Recursos Genéticos de la Agrobiodiversidad, en esta oportunidad presentamos trabajos de investigación en rubros como trigo, tomate (como productos de los programas de Trigo y Hortalizas), investigaciones sobre mango y otros frutales, estimaciones de parámetros genéticos en cuyes. Siendo éste esfuerzo el primero en su género consideramos que los resultados que muestran las investigaciones fruto de la dedicación por parte de los científicos bolivianos, serán de utilidad a la comunidad científica y académica.



Ing. Hans Mercado Ríos
DIRECTOR GENERAL EJECUTIVO DEL INIAF

Contenido

	Pag.
Variabilidad Fenotípica de 50 Líneas de Trigo Adaptadas a Condiciones Semi-Aridas. Félix Marza; R. Butrón; J. Canelas; B. Huallpa; J. Tenorio; R. Villegas y G. Gutiérrez.	9
Evaluación agronómica de 116 híbridos experimentales de tomate (F1) desarrollados por el INIAF en el Instituto de Investigaciones Agrícolas El Vallecito, Santa Cruz. Cristóbal Mérida; Hans Mercado; Mario Colque.	16
Alternativas de control de los principales problemas fitosanitarios del cultivo de mango (<i>Mangifera indica</i> L.) en la comunidad La Plazuela, Municipio de Irupana, Provincia Sud Yungas, Departamento de La Paz. Evelyn Villanueva Gutiérrez; Sergio Ávila Calero, Sergio Moreira Ascarrunz.	25
Distinción de Rasgos Genéticos en Líneas de Cuyes. Claudia Rivas Valencia; Elizabeth Rico Numbela.	38
Principales cultivos y principales problemas fitosanitarios según los agricultores de la comunidad La Plazuela, Municipio de Irupana, Provincia Sud Yungas, Departamento de La Paz. Vania Barrientos Vera; Sergio Ávila Calero; Krystal Bedregal Flores; Sergio Moreira Ascarrunz.	47
Utilización de germoplasma de trigo del CIMMYT en el INIAF. Félix Marza; F. Quispe; R. Butrón; J. Canelas; B. Huallpa; J. Tenorio; G. Gutiérrez y R. Villegas.	62
Evaluación del porcentaje de germinación y sobrevivencia de accesiones de <i>Capsicum</i> spp. del Banco de Germoplasma del INIAF y la UMRPSFXCH colectadas entre 1983 y 1987 en el departamento de Chuquisaca Ana María Flores; Sandra Romero; Edwin Iquize	68
Evaluación del comportamiento agronómico de dos líneas promisorias de cebolla (<i>Allium cepa</i> L.) tolerantes a floración prematura en condiciones de altiplano, Centro Experimental Kallutaca Julio Cesar Laura; Jesús Dávila; Hans Mercado	79
Selección de líneas de frejol bajo la metodología de evaluación participativa de tecnologías con agricultores en la localidad de Samaipata, Verano 2009/2010. Bolivia Michael Vargas Peñas; José Padilla Ayala; Víctor Choque Colque	86



Variabilidad fenotípica de 50 líneas de trigo Adaptadas a Condiciones Semi-Aridas

Félix Marza¹; *R. Butrón¹; J. Canelas¹; B. Huallpa¹; J. Tenorio¹; R. Villegas¹ y G. Gutiérrez¹

¹Programa Nacional de Trigo, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF),
Av. Blanco Galindo Km 5.5, Casilla 832, Cochabamba, Bolivia

*e-mail: femarza@hotmail.com

Resumen

El estudio fue llevado a cabo con el objetivo de identificar la variabilidad fenotípica de 50 líneas de trigo harinero introducidas del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). Se cuantificaron y cualificaron un total de 25 variables de respuesta en genotipos cultivados durante dos campañas agrícolas (2011-2012 y 2012-2013). El número total de ambientes considerados alcanzo a 15, ubicados a lo largo de siete departamentos de Bolivia. La operacionalización de variables fue a través de métodos paramétricos univariados y multivariados. Se identificaron relaciones de variables pertenecientes afines a los diferentes grupos funcionales. Se identificaron líneas relacionadas con variables de productividad, así como con criterios de tolerancia a factores adversos. Entre las líneas que destacan por características de productividad y calidad se tiene a L-330, L-331, L-327, L-339 y L-303.

Palabras clave: trigo, Variabilidad.

Abstract

The study was conducted with the purpose to identify the phenotypic variability of 50 bread wheat lines introduced from International Maize and Wheat Improvement Center (CIMMYT). A total of 25 quantitative and qualitative response variables were taking into account for the genotypes during the two growing seasons (2011-2012 and 2012-2013). A total of 15 locations along seven departments of Bolivia were considered. The analysis of variables was performed with univariate and multivariate parametric methods. Groups of related variables belonging to different functional groups were identified. Lines related to productivity and quality was identified, as well as tolerant to adverse factors. The following are the lines that stand for quality and productivity: L-330, L-331, L-327, L-339 and L-303.

Keywords: Wheat, Variability

Introducción

El trigo es el cultivo más ampliamente cultivado a nivel global y representa una importante fuente de energía para la alimentación en Bolivia. El trigo es un rubro priorizado y estratégico para el país donde la producción nacional solo alcanza a cubrir alrededor del 30% de la demanda interna con rendimientos que fluctúan entre 0.6 a 1.6 t*ha⁻¹ muy por debajo de los índices productivos de los países de la región (INIAF, 2012). La mejora de la productividad tiene que ver con la interacción de todos aquellos factores involucrados en la cadena de valor del rubro. Desde la perspectiva de la investigación, el fortalecimiento de la base genética constituye un componente fundamental. En ella se encuentran los genes que le confieren a los cultivares las características de productividad, tolerancia a factores bióticos y abióticos adversos y otros identificados en los propósitos del programa de mejoramiento (Skovmand et al.; 1992). Con el objetivo de fortalecer las acciones del Programa, este procedió a la introducción de líneas avanzadas de trigo harinero del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). La determinación de los atributos potenciales de cada individuo es crucial para estructurar la pirámide poblacional del programa, por lo que la caracterización de las introducciones es una primera etapa muy importante. Esta permite estimar la variabilidad existente en el genoma de la población de individuos que la conforman (Franco e Hidalgo, 2003). Es primordial identificar cuál es el nivel de variabilidad que se intenta medir o describir con el fin de elegir las herramientas o métodos estadísticos adecuados para analizar los datos resultantes de un estudio de caracterización (Enríquez, 1991). El objetivo del estudio fue caracterizar fenotípicamente 50 líneas avanzadas de trigo harinero introducido del CIMMYT correspondiente al ensayo de rendimiento de trigo para zonas semiáridas (vivero 19 SAWYT).

Materiales y Métodos

El trabajo se realizó durante la campaña agrícola 2011-2012 (San Pedro, Santa Cruz y Sipe Sipe, Cochabamba) y 2012-2013 (Pocona, Rodeo Grande y Tarata, Cochabamba; Alcalá, Sirichaca y Zudañez, Chuquisaca; Caripuyo, Rumi Wiñaska, Potosí; Quirusillas, Santa Cruz; Yesera Norte, Tarija; Condoriri, Oruro y Charazani, La Paz en base la introducción de 50 líneas de trigo del CIMMYT recomendadas para zonas semi-áridas, mismas que fueron evaluadas en condiciones de agricultor. Se evaluaron alrededor de 25 variables cualitativas y cuantitativas que permitieron conocer la variabilidad del germoplasma introducido y los atributos de cada accesión. Para la operacionalización de las variables de respuesta se empleó estadística paramétrica univariada y multivariada.

Resultados y Discusión

En general los trigos del CIMMYT son de porte pequeño, tolerantes al acame, buena longitud de espiga, con buen número de granos por espiga, tolerantes a las principales enfermedades y con buen potencial de rendimiento muy bien adaptados a condiciones de mega ambiente 4 (condiciones semi-áridas). En el presente estudio se reporta el grado de respuesta diferencial de las líneas a las diferentes condiciones de las áreas trigueras del país.

El comportamiento de las líneas a nivel de las 15 localidades se describe en el cuadro 1 de acuerdo a su clasificación, en la misma se muestran las variaciones obtenidas a través de los estadísticos de rango, observación mínima, observación máxima, media y desviación estándar. Entre las características agromorfológicas y fisiológicas, se distinguen cuantitativas como días a emergencia, precocidad, altura de planta y longitud de arista con margen de variabilidad salientes.

Se destaca también precocidad con líneas que muestran variaciones extremas entre muy precoz a muy tardío, atributos que definitivamente son de mucha importancia en el proceso de selección e identificación de líneas. En esta misma clasificación se encuentra a altura de planta, con un rango de 28 cm, proporcionando información útil con respecto al propósito de su desarrollo.

Respecto a la tolerancia a factores adversos, se pudo evidenciar alta variabilidad entre líneas, evidenciándose la posibilidad de generar un buen avance genético con respecto a la selección de líneas tolerantes, destacándose material con muy buena respuesta con relación a piricularia y roya principalmente.

La tolerancia al desgrane mostro fenotípicamente variaciones diametralmente opuestas, encontrándose líneas con alta

tolerancia al desgrane temprano y otras muy susceptibles. El comportamiento del material estuvo en línea con la aptitud inicialmente descrita (adaptación a zonas semiáridas)

Las variables relacionadas con componentes de rendimiento mostraron comportamientos relativamente dispersos, ejemplo, número de macollos por planta con promedio para las líneas de 3.4 macollos, longitud de espiga alcanzó un promedio de 8.3 cm con una máxima de 13.7 cm y una mínima de 4.2 cm. El estimado promedio para peso de mil granos fue de 37.2 g con una dispersión de ± 8.6 . Para la variable de rendimiento propiamente dicho, el estimado del promedio fue 5337.0 kg ha⁻¹, siendo esta una de las variables exhibiendo mayor variación, pudiendo la misma atribuirse a la naturaleza de las condiciones experimentales a lo largo del país. El número de granos por espiga alcanzó un promedio de 52.4.

Cuadro 1. Estadística descriptiva de características cualitativas y cuantitativas de líneas avanzadas de trigo harinero del vivero 19 SAWYT introducidas del CIMMYT, evaluadas en 15 localidades de Bolivia, durante la campaña agrícola 2011-2013.

Variables	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Características Agromorfológicas y fisiológicas					
Días a emergencia	5.0	4.0	8.0	4.0	1.6
Porte de la planta (1-5) ^{&}	3.0	2.0	5.0	4.9	0.4
Precocidad (1-5) [€]	4.0	1.0	5.0	3.2	1.2
Altura de la planta (cm)	89.0	23.0	112.0	70.0	14.2
Posición de la espiga (1-5) [£]	4.0	1.0	5.0	3.1	1.9
Densidad de la espiga (1-5) [¥]	4.0	1.0	5.0	3.5	0.8
Color de la espiga (1-5) [¶]	4.0	1.0	5.0	1.6	1.1
Color de grano (1-5) ^ß	3.0	2.0	5.0	4.7	0.8
Longitud de arista (cm)	14.0	3.0	17.0	6.9	1.3
Tolerancia a factores adversos bióticos					
Roya (1-5) ^²	2.0	3.0	5.0	4.6	0.5
Septoria (1-5) ^²	3.0	2.0	5.0	4.1	0.6
Piricularia (1-5) ^²	4.0	1.0	5.0	4.3	0.8
Helminthosporium (1-5) ^²	4.0	1.0	5.0	4.1	0.8
Tolerancia a factores adversos bióticos					
Tolerancia a sequía (1-5) ^²	4.0	1.0	5.0	4.0	1.0
Reacción al acame (1-5) ^²	4.0	1.0	5.0	4.7	0.6
Reacción al desgrane (1-5) ^²	3.0	2.0	5.0	4.7	0.6
Componentes de productividad					
Número de macollos	4.3	1.0	5.3	3.4	0.8
Número de espigas por metro cuadrado	262.0	8.0	270.0	116.1	67.1
Longitud de espiga (cm)	11.5	2.2	13.7	8.3	1.6
Número de granos/espiga	66.0	12.0	78.0	52.4	9.3
Tipo de grano (1-5) [¶]	4.0	1.0	5.0	3.2	1.3
Tamaño de grano (1-5) ^{\$}	4.0	1.0	5.0	2.5	1.3
Peso de mil granos (g)	39.0	19.0	58.0	37.2	8.6
Rendimiento (kg*ha ⁻¹)	5337.0	1.0	5338.0	1408.9	966.3
Componentes de calidad					
Peso hectolítico (kg*hl ⁻¹)	49.0	40.0	89.0	72.3	8.9

&1=muy decumbente, 2=decumbente, 3=semi decumbente, 4=semi erecto y 5=erecto

€1= muy tardío, 2=tardío, 3=intermedio, 4=precoz y 5=muy precoz

£1=muy decumbente, 2=decumbente, 3=semi decumbente, 4=semi erecto y 5=erecto

¥1=muy laxa, 2=laxa, 3=moderadamente compacta, 4=compacta y 5=Muy compacta

¶1=púrpura (morado) a negro, 3=rojo a café y 5=blanco

§1=púrpura (morado), 3=rojo y 5=blanco

¶1=muy susceptible, 2=susceptible, 3=moderadamente tolerante, 4=tolerante y 5=muy tolerante

¶1=muy chupado, 2=chupado, 3=casi lleno, 4=lleno y 5=muy lleno

\$1=grano pequeño (<6 mm), 3=grano mediano (6–7 mm) y 5=grano grande (>7 mm)

La matriz de correlación de Pearson (Cuadro 2) muestra los diferentes grados de relación entre las diferentes clasificaciones de variables. La tendencia de las relaciones entre grupos de variables funcionales se presentan entre las de precocidad, desarrollo y de componentes de rendimiento. Lo que permite resumir que un buen desarrollo de biomasa en líneas precoces debe constituir parte del ideotipo a identificar en el proceso de selección de líneas. Entre las correlaciones destacables se tiene a días a la emergencia con días a la madurez ($r=0.90$), altura de planta

($r=0.71$), y rendimiento ($r=0.36$). También se encontraron correlaciones entre el número de macollos con número de espigas por metro cuadrado ($r=0.39$), teniendo esta una implicancia de que a mayor número de macollos un mayor número de espigas. En la misma línea, el número de macollos presenta una correlación positiva con el rendimiento ($r=0.32$); correlación positiva entre el peso de mil granos con peso hectolítrico ($r=0.66$). Así mismo, se identificaron asociaciones negativas entre días a madurez con el rendimiento.

Cuadro 2. Correlación de variables cuantitativas de líneas avanzadas de trigo harinero del vivero 19 SAWYT introducidas del CIMMYT, evaluadas en 15 localidades de Bolivia, durante la campaña agrícola 2011-2013. Las características son: días a la emergencia (DE), número de macollos (NM), altura de planta (AP), número de espigas por metro cuadrado (NEM), longitud de espiga (LE), número de grano por espiga (NGE), longitud de la arista (LA), días a la madurez (DM), peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PH) y rendimiento en grano (RDTO).

Variables	DE	NM	AP	NEM	LE	NGE	LA	DM	PMG	PH	RDTO
DE	1.00										
NM	-0.08	1.00									
AP	0.71	0.10	1.00								
NEM	-0.05	0.39	0.46	1.00							
LE	-0.127	0.17	0.41	0.38	1.00						
NGE	-0.06	0.16	-0.11	-0.23	0.19	1.00					
LA	-0.08	-0.05	0.24	0.07	0.27	-0.13	1.00				
DM	0.90	0.09	-0.45	-0.03	0.07	0.00	-0.09	1.00			
PMG	0.23	-0.40	0.22	-0.48	-0.39	-0.06	0.04	0.12	1.00		
PH	0.01	-0.30	0.23	-0.18	-0.40	-0.04	-0.26	-0.14	0.66	1.00	
RDTO	0.36	-0.32	0.55	-0.18	0.19	-0.04	0.28	-0.39	0.48	0.26	1.00

Para examinar la agrupación de variables afines y la conformación de componentes no correlacionados, se realizó el análisis de componentes principales. En ella se pudo identificar variables que aportan en mayor magnitud a la varianza. Para la selección de los componentes se empleó el criterio de

(Franco e Hidalgo, 2003), para la elección en base a la proporción acumulada de la varianza acumulada de 70% (Cuadro 3). De acuerdo a éste criterio se seleccionaron los ocho primeros componentes principales como significativos que explican más del 70% de la varianza total.

Cuadro 3. Valores propios y proporción de la varianza explicada en el análisis de los componentes principales en la caracterización de las líneas avanzadas de trigo harinero del vivero 19 SAWYT, introducidas del CIMMYT; evaluadas en 15 localidades de Bolivia, durante la campaña agrícola 2011-2013.

Componentes principales	Valor Propio	Varianza total explicada	
		Absoluta (%)	Acumulada (%)
1	2.042	16.4	16.4
2	1.883	13.9	30.3
3	1.501	8.8	39.1
4	1.390	7.6	46.7
5	1.250	6.1	52.8
6	0.193	5.6	58.4
7	1.121	4.9	63.3
8	1.083	4.6	67.9
9	1.042	4.3	72.2
10	1.011	4.0	76.2

La representación gráfica de componentes principales de la Fig. 1, sintetiza el comportamiento de las diferentes líneas con relación a las variables cuantificadas y cualificadas en el estudio. La lectura se la realiza tomando en cuenta la magnitud del vector, la dirección de las mismas y el ángulo que forman los mismos entre sí, destacándose una asociación en función a la clasificación funcional de las mismas. Algo destacable en función al ángulo de los vectores es la

tendencia de las variables relacionadas con el rendimiento, entre ellos número de espigas por metro, con líneas que muestran tolerancia a la sequía, tamaño de grano, peso de mil granos, tipo de grano y peso hectolítrico. En esta asociación descrita, se destaca la ubicación de las líneas L-330, L-331, L-327, L-339 y L-303. Así mismo líneas como L-323, L-322, L-315 y L-341 que destacan como tolerantes a enfermedades de Piricularia, Roya y Septoria respectivamente.

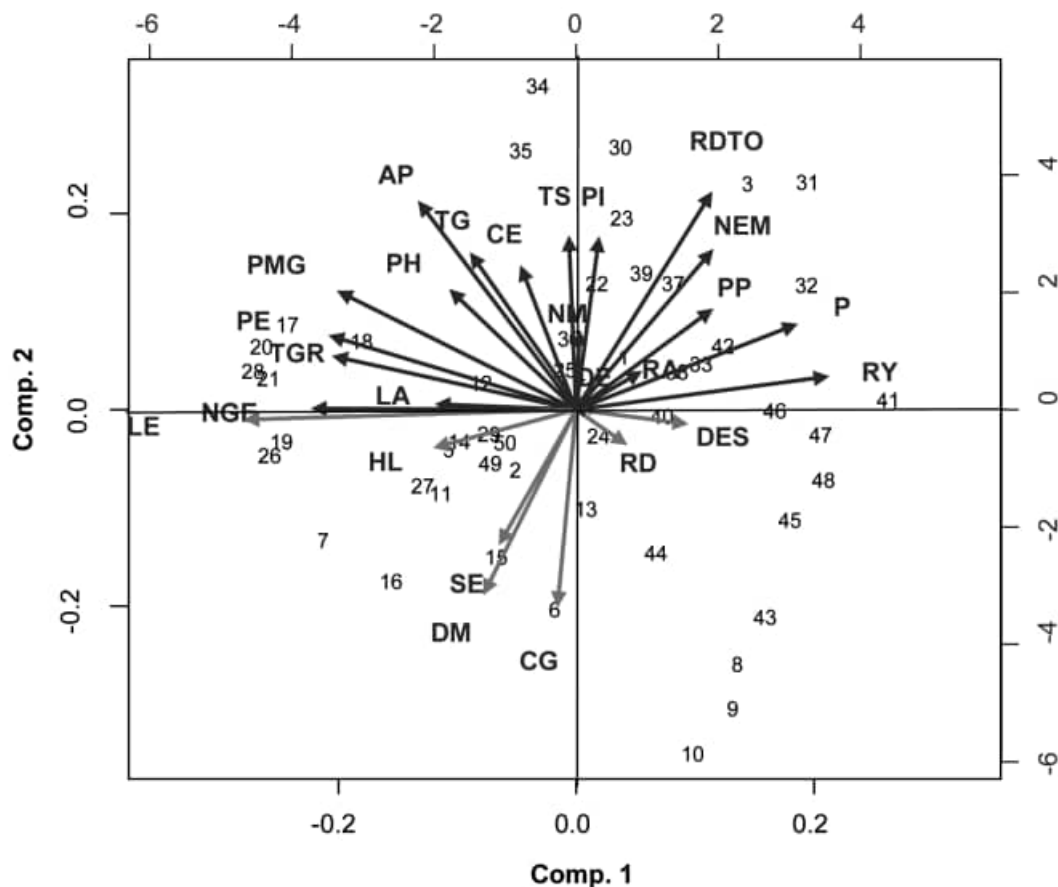


Figura 1. Análisis Biplot de la caracterización de las líneas avanzadas de trigo harinero del vivero 19 SAWYT introducidas del CIMMYT; evaluadas en 15 localidades de Bolivia, durante la campaña agrícola 2011-2013. Las características evaluadas fueron: altura de planta (AP), tamaño de grano (TG), color de espiga (CE), tolerancia a la sequía (TS), número de macollos (NM), tolerancia a la piricularia (PI), rendimiento (RDTO), número de espigas por metro cuadrado (NEM), porte de la planta (PP), reacción al acame (RA), precocidad (P), tolerancia a la roya (RY), densidad de espiga (DES), días a la emergencia (DE), reacción al desgrane (RD), color de grano (CG), días a la madurez (DM), tolerancia a la septoria (SE), tolerancia a helmintosporium (HL), longitud de espiga (LE), número de grano por espiga (NGE), longitud de la arista (LA), tipo de grano (TGR), posición de la espiga (PE), peso de mil granos (PMG) y peso hectolítrico (PH)

Conclusiones

Del estudio se concluye lo siguiente:

La población de líneas introducida presenta una variabilidad fenotípica para diferentes propósitos de mejoramiento, destacándose el aspecto relacionado a la productividad en condiciones restrictivas de humedad.

Se identificaron líneas con aptitudes de

productividad como rendimiento, número de espigas por metro, tamaño de grano, peso de mil granos, tipo de grano y peso hectolítrico entre otros, siendo las mismas las siguientes: L-330, L-331, L-327, L-339 y L-303.

Las líneas L-330, L-331, L-327, L-339 y L-303 muestran cierto grado de tolerancia a factores bióticos adversos.

Referencias Citadas

- Bramardi SJ. Análisis multivariado. Su aplicación en la caracterización de recursos genéticos. Argentina, Facultad de Ciencia Agrarias, Universidad Canahue, estación experimental. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria 2002; 60.
- Caro-Velarde FJ, Machuca - Sánchez ML, Montes HS, Serrano AV, Carballo CA, Ramírez ME, *et al.* 2012. Propuesta de una guía técnica para la descripción varietal de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa* L.). Universidad Autónoma de Nayarit. Nayarit, A.C. Nayarit. Jalisco. México. Enero de 2012.
- Egaña, B. y Ramírez, L. 2003. GUÍA DE CONCEPTOS DE GENÉTICA CUANTITATIVA. Departamento de Producción Agraria. Universidad Pública de Navarra Ed. 2003. Navarra, España. 123 p.
- Enríquez G. 1991. Descripción y evaluación de los recursos genéticos: Técnicas para el manejo y uso de recursos genéticos vegetales. Ecuador: Editorial porvenir, 1991: 116-160.
- Fernández, H. 2004. Uso de Marcadores Moleculares RAPD en la Caracterización de Bancos de Germoplasma en Venezuela. Revista Digital CENIAP No. 5.
- 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. 89 p.
- Franco, J; Crossa, J.; Villaseñor, J.; Taba, S; y Eberhart, S. A. 1998. Classifying genetic resources by categorical and continuous variables. Crop Sci. 38:1688-1696.
- INIAF. 2012. Boletín informativo. Nro. 1
- López J. A. e Hidalgo, M. D. 1994. Análisis de componentes principales y análisis factorial. En: Ato, M. y López, J. J. (eds.). Fundamentos de estadística con Systat. Addison Wesley Iberoamericana. p. 457-503.
- Medina, A.; Ramis, C.; Rodríguez, D. y Vegas, A. Variabilidad genética del germoplasma de algunas especies de los géneros *Carica* y *Vasconcellea* (Caricaceae) con el uso de marcadores RAPD. Centro de Investigaciones en Biotecnología Agrícola (CIBA), Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. Maracay, Venezuela. Pp.116-124.
- Skovmand, B., G. Varughese y G.P. Hettel. 1992. Los recursos genéticos de trigo en el CIMMYT: Su conservación, enriquecimiento y distribución. México, D.F.: CIMMYT.
- Tapia, C. G. 1998. Caracterización morfológica y molecular de la diversidad genética de la colección de *Pachyrhizus tuberosus* (LAM.) Spreng. del CATIE. Tesis Mag. Sci., CATIE. Turrialba, Costa Rica. 157 p.

Evaluación agronómica de 116 híbridos experimentales de tomate (F1) desarrollados por el INIAF, en el Instituto de Investigaciones Agrícolas El Vallecito, Santa Cruz

Cristóbal Mérida¹, Mario Colque², Hans Mercado^{2*}

¹Becario tesista Instituto de Investigaciones Agrícolas “El Vallecito”

²Programa Nacional de Hortalizas, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Km 23½ carretera a Oruro, Villa Montenegro-Sipe Sipe, Cochabamba, Bolivia

*e-mail: hans.mercado@iniaf.gob.bo

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el comportamiento productivo de 116 híbridos experimentales de tomate desarrollados por el Programa Nacional de Hortalizas bajo condiciones agro-climáticas del Instituto de Investigaciones Agrícolas “El Vallecito” en el departamento de Santa Cruz. El ensayo se llevó a cabo entre los meses de mayo y octubre de 2013, en condiciones de campo abierto, bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar. Los caracteres de mayor contribución a la variabilidad de los híbridos fueron: el Rendimiento, el Peso de fruto, y la Relación entre la longitud y el diámetro de fruto. El Análisis de Componentes Principales explicó el 54.4% de la variación del ensayo con las dos primeras componentes. Para la CP1 se encontró correlación positiva entre la variable Peso de fruto con el Diámetro de fruto, ambas variables se correlacionan negativamente con la Relación longitud diámetro de fruto. En la CP2 se encontró correlación positiva entre las variables Rendimiento y Altura de planta. El resultado del análisis multivariado agrupa a los híbridos en cinco conglomerados de acuerdo a 8 variables estudiadas. El tercer conglomerado incluye a los híbridos con frutos del tipo pera, este tipo de fruto es el más demandado por el mercado nacional, dentro de este grupo sobresalen los híbridos: F2326, F2310, F2125, F2426, F2324 y F2127, con rendimientos entre 116.5 y 100.5 t ha⁻¹. El análisis de heredabilidad en sentido amplio indica que estos resultados se deben principalmente al componente genético de los híbridos, además de haber alta probabilidad de repetir estos resultados para todas las variables estudiadas. Estos híbridos se constituyen como potenciales alternativas a las variedades importadas.

Palabras clave: Híbridos, *Solanum lycopersicum*, Evaluación agronómica, Rendimiento.

Abstract

The present study aimed to evaluate productive behavior of 116 experimental hybrid tomato varieties developed by National Horticulture Program, in agro-climatic conditions of “El Vallecito” Agricultural Research Institute in Santa Cruz. The essay was carried out between May and October, 2013, under open field conditions and under a Randomized Complete Block Design. The evaluated characters that contributed more to variability were: Yield, Fruit weight, and length–diameter ratio. The principal component analysis explained 54.4% of assay variation with the first two components. For CP1 positive correlation was found between variables Weight of fruit and Fruit diameter, both variables are negatively correlated with Length–diameter ratio. In CP2 positive correlation was found between variables Yield and Plant height. Multivariate analysis result gathers hybrids into five groups according to eight studied variables. The third cluster includes pear-shaped fruit hybrids; this fruit shape is the most requested by domestic market, within this group stand out hybrids: F2326, F2310, F2125, F2426, F2324 and F2127, with yields between 116.5 and 100.5 t ha⁻¹. Broad-sense heritability analysis indicates these results are mainly due to genetic component of hybrids, besides having high probability of repeat these results for all variables studied. These hybrids can be established as potential alternatives to imported varieties.

Keywords: Hybrids, *Solanum lycopersicum*, Agronomic assessment, Yield.

Introducción

El tomate (*Solanum lycopersicum*), es una de las hortalizas más cultivadas y consumidas en el mundo, generando buenas ganancias para el productor, por lo cual día a día su demanda aumenta y con ello su cultivo, producción y comercio (Reque, 2008).

En Bolivia en la campaña agrícola 2012 - 2013 se cultivaron 5086 hectáreas de tomate y se obtuvo una producción de 44020 toneladas equivalentes a un rendimiento de 8655 kg ha⁻¹ (MDRyT, 2013).

Las regiones más tradicionales en el cultivo de tomate en Bolivia comprenden los valles mesotérmicos de los departamentos de Santa Cruz y Cochabamba, siendo los más representativos Saipina, San Isidro, Valle Grande y Los negros en Santa Cruz; Omereque y el Valle Alto en Cochabamba (MDRyT, 2013).

En las zonas productoras de tomate, los híbridos están sustituyendo tanto a las variedades tradicionales como a las mejoradas. El bajo rendimiento que se obtiene de las variedades tradicionales, el ataque de plagas y enfermedades, climas adversos, junto con el incremento de la demanda por el crecimiento poblacional, ha influido en el posicionamiento de variedades híbridas importadas, lo cual ha incrementado los costos de producción de esta hortaliza en al menos un 20% (Reque, 2008). A su vez, Fita *et al.* (2008) mencionan que el desarrollo de variedades híbridas, permite obtener resultados sobresalientes en un corto período de tiempo, si se compara con los métodos tradicionales de mejoramiento, constituyendo un camino seguro y preciso que permite combinar caracteres favorables de ambos padres.

Lo anterior ha llevado a los programas de mejora genética en busca de obtener y seleccionar variedades de híbridos con características de adaptación a las variadas

condiciones edafoclimáticas, así como a factores de estrés biótico, capaces de competir con los híbridos importados (Moya *et al.* 2004).

En este sentido, el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) a través del Programa Nacional de Hortalizas ha implementado actividades orientadas a la obtención de variedades híbridas propias, las cuales se encuentran en proceso de evaluación, como un medio de potenciar la producción local y contribuir a la soberanía alimentaria del país.

Con la finalidad de evaluar el potencial productivo de estos híbridos experimentales se impulsó la realización de la presente investigación.

Materiales y métodos

El cruzamiento dialélico y la producción de semilla F1 se llevó a cabo en un invernadero del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas en el ciclo primavera verano de 2012.

Los frutos provenientes de cada cruza se cosecharon en etapa de madurez fisiológica y se almacenaron hasta su completa maduración, para realizar la extracción de semilla, y posteriormente, evaluar su comportamiento agronómico.

Evaluación agronómica

La evaluación de los 116 híbridos se realizó entre los meses de mayo y octubre de 2013, en un lote experimental del Instituto de Investigaciones Agrícolas “El Vallecito”, perteneciente a la Universidad Autónoma Gabriel René Moreno a 7.5 km al norte de la ciudad de Santa Cruz, ubicado a 17° 42' LS y 63° 08' LO y a una altitud de 398 m, con un clima cálido subtropical, temperatura promedio anual de 25°C, y con precipitación promedio anual de 1300 mm.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño experimental de Bloques Completos al Azar con tres repeticiones. La unidad experimental consistió de siete plantas, en surcos de 3.5 m de largo con una distancia entre surco de 1 m y 50 cm entre plantas. Se evaluaron cinco plantas centrales con competencia completa.

Variables evaluadas

Rendimiento. Durante el ciclo de cultivo se evaluó el rendimiento en t ha⁻¹, considerando la producción de fruto de las cinco plantas centrales de la unidad experimental, para posteriormente extrapolarlo a toneladas por hectárea.

Peso de fruto. El peso de fruto se determinó en gramos, se cosecharon los frutos de las cinco plantas centrales de la unidad experimental, y se pesaron en una báscula digital.

Longitud de fruto. La longitud de fruto y el diámetro de fruto se midieron en cm, para lo cual, en el tercer corte (90 días después del trasplante) se tomó una muestra de cinco frutos por cada híbrido. La relación longitud diámetro de fruto se obtuvo del cociente de ambas variables.

Altura de planta. Los datos de altura de planta se tomaron en la última etapa de la cosecha (150 días después del trasplante), tomando la medida desde la base de la planta hasta el ápice en cm, tomando 3 plantas al azar por cada unidad experimental.

Días a inicio de floración. Los días a inicio de floración se contaron desde el trasplante hasta que las plantas presentaron el 50 % de floración.

Días a la cosecha. Los días a la cosecha se contaron desde el trasplante hasta el día en que se hizo la primera cosecha o corte.

Análisis Estadístico

a) Estadística descriptiva

Para el análisis de estadística descriptiva se consideró el número de observaciones, media, desviación estándar, coeficiente de variación, y valores máximos y mínimos.

b) Análisis de varianza

Con los datos de ocho variables cuantitativas se realizó el análisis de varianza y la estimación de sus componentes, previa verificación de los supuestos del diseño.

c) Heredabilidad

Con el análisis de varianza, se particionó la variabilidad total o fenotípica en componentes asociados a una fuente de variación conocida. Con las estimaciones de los componentes de varianzas, se calculó la heredabilidad en sentido amplio o grado de determinación genético (Burton & De Vane, 1953; Shing et al., 1993) a partir de la siguiente expresión: Donde,

$$\text{Heredabilidad (H}^2\text{)} = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_G^2 + \sigma_A^2}$$

σ_G^2 = Varianza genotípica;

σ_A^2 = Varianza ambiental

a) Análisis multivariado

Las técnicas estadísticas multivariadas son herramientas muy útiles para caracterizar poblaciones, debido a que básicamente permiten describir o agrupar un conjunto de genotipos, tomando en cuenta simultáneamente varias características, sin dejar de considerar la relación existente entre todos los caracteres en estudio (Franco e Hidalgo, 2003).

Debido a lo anterior se conformaron grupos mediante Análisis de Conglomerados de 116 híbridos de tomate, utilizando el método UPGMA (encadenamiento promedio) y la distancia Euclidia, también se analizó la variación entre híbridos mediante el Análisis de Componentes Principales, ambos procedimientos se realizaron en base a 8 variables estudiadas. El análisis estadístico se realizó con el programa “R” (versión 3.0.1, <http://www.r-project.org>).

Resultados

Estadística descriptiva

Los resultados del análisis se presentan en el

Cuadro 1. Se observa que las variables Rendimiento (v01) y Peso de fruto (v02) presentaron la mayor variación del ensayo. El rendimiento más bajo lo presentó el híbrido F422 con 39.7 t ha⁻¹ y el más alto el híbrido F1922 con 127.3 t ha⁻¹, resultando un rango de 87.6 t y un coeficiente de variación (CV) de 16 %. En cuanto al Peso de fruto el valor mínimo se observó en el híbrido F2324 con 82.13 g y el máximo en el híbrido G224 con 356.67 g con un CV de 28.1 %. La variable Relación longitud diámetro de fruto (v05) presentó un CV de 12.9% con un valor mínimo de 0.72 en el híbrido G224 y máximo de 1.22 en el híbrido G2726. Las variables con menor CV fueron Días a inicio de floración (v07) con 5 % y Días a la cosecha (v08) con 2.8 %.

Cuadro 1. Estadística descriptiva para 116 híbridos de tomate

Variable	Media	D.E.	CV (%)	Mínimo	Máximo
v01 Rendimiento (t ha ⁻¹)	90.1	14.39	16.0	39.7	127.3
v02 Peso de fruto (g)	147.4	41.45	28.1	82.13	356.7
v03 Longitud de fruto (cm)	5.98	0.32	5.3	5.45	6.72
v04 Diámetro de fruto (cm)	6.40	0.72	11.3	5.19	9.19
v05 Relación longitud diámetro de fruto	0.95	0.12	12.9	0.72	1.22
v06 Altura de planta (cm)	90.1	9.42	10.4	70.3	111.3
v07 Días a inicio de floración	57.2	2.84	5.0	50	61
v08 Días a la cosecha	87.0	2.41	2.8	80	92

Análisis de Varianza

Los análisis de varianza de ocho variables evaluadas para 116 híbridos de tomate se presentan en el Cuadro 2, se observan

diferencias significativas ($p < 0.0001$) para todas las variables estudiadas, lo cual es un resultado esperado debido a la gran cantidad de híbridos en comparación.

Cuadro 2. Análisis de la Varianza para 116 híbridos de tomate

Variables	CM	p-valor	CV (%)
v01 Rendimiento (t ha ⁻¹)	621.04	<0.0001	10.01
v02 Peso de fruto (g)	5154.36	<0.0001	12.49
v03 Longitud de fruto (cm)	0.3	<0.0001	4.09
v04 Diámetro de fruto (cm)	1.56	<0.0001	4.52
v05 Relación longitud diámetro de fruto	0.04	<0.0001	5.31
v06 Altura de planta (cm)	266.10	<0.0001	5.76
v07 Días a inicio de floración	24.27	<0.0001	1.72
v08 Días a la cosecha	17.39	<0.0001	0.92

Heredabilidad

En el Cuadro 3 se muestran los valores de varianza ambiental, genética y fenotípica para diferentes caracteres en tomate para el ensayo de

evaluación de 116 híbridos. Cuando la varianza genética es mayor que la varianza ambiental indica que la varianza genética fue la que más contribuyó a la variación fenotípica del carácter en comparación con la varianza ambiental.

Cuadro 3. Varianza ambiental (σ^2_E), genética (σ^2_G) y fenotípica (σ^2_F), heredabilidad en sentido amplio (H^2) para diferentes caracteres en tomate de generación F1

Variables	σ^2_E	σ^2_G	σ^2_F	$\sigma^2_G \sigma^2_G$	H^2
v01 Rendimiento (t ha-1)	81.32	179.91	207.01	2.2	0.87
v02 Peso de fruto (g)	338.86	1605.17	1718.12	4.7	0.93
v03 Longitud de fruto (cm)	0.06	0.08	0.10	1.3	0.80
v04 Diámetro de fruto (cm)	0.08	0.49	0.52	6.2	0.95
v05 Relación longitud diámetro de fruto	0.005	0.01	0.01	2.3	0.88
v06 Altura de planta (cm)	26.95	79.72	88.70	3.0	0.90
v07 Días a inicio de floración	0.97	7.77	8.09	8.0	0.96
v08 Días a la cosecha	0.65	5.58	5.80	8.6	0.96

Análisis Multivariado

El análisis de conglomerados resultó en un coeficiente cofenético de 0.73 que indica que el dendrograma obtenido (Figura 1) representa apropiadamente a la matriz de distancias entre híbridos. Realizando un corte en el

dendrograma a una distancia de 3.4 se conformaron 5 grupos de híbridos.

El análisis de componentes principales presentó un porcentaje en cuanto a varianza explicada de 34.4 % en el primer componente y de 20 % en el segundo componente. Ambos sumaron una variación explicada de un 54.4 %.

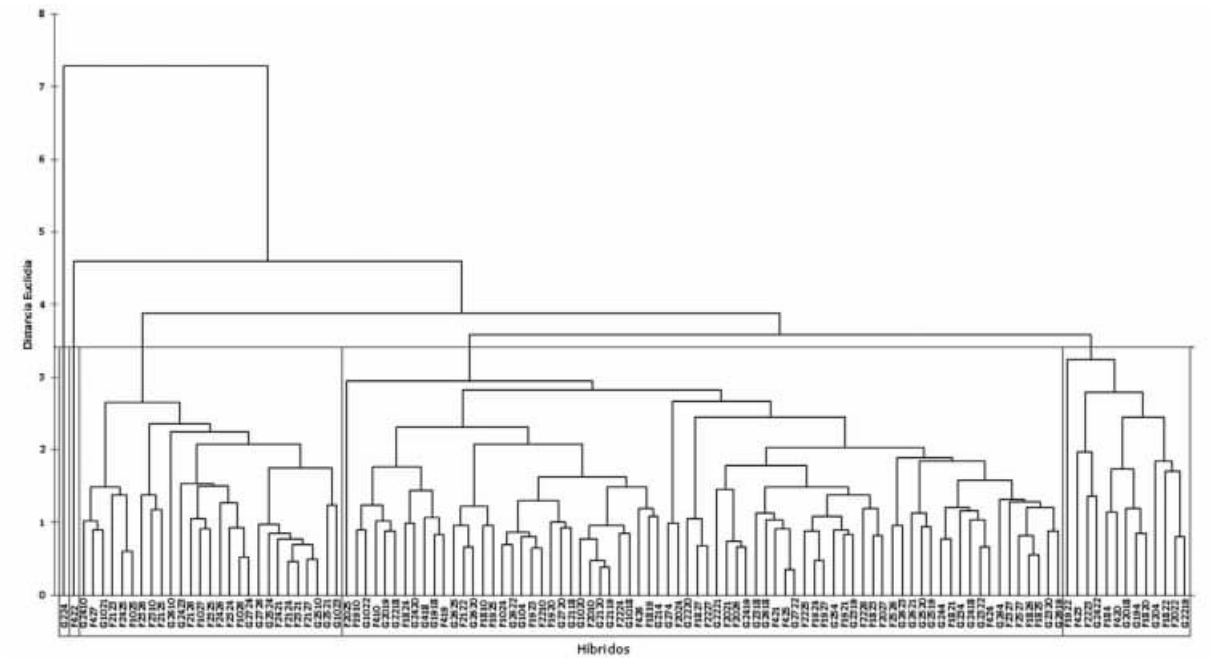


Figura 1. Dendrograma de 116 híbridos experimentales de tomate construido en base 8 variables cuantitativas

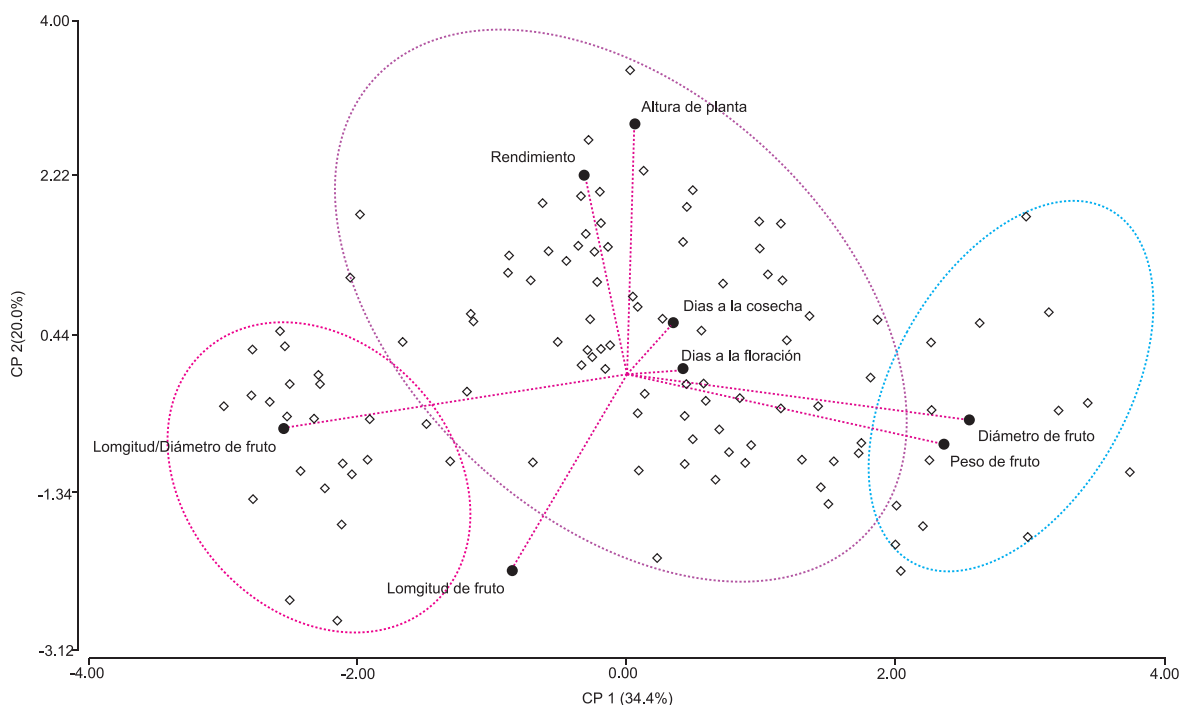


Figura 2. Variación explicada de los componentes principales

La relación de las variables con cada eje de los componentes principales se muestra en el gráfico biplot de la Figura 2. En las variables representadas en el componente principal 1 (CP1), se pueden destacar las siguientes correlaciones: La variable Peso de fruto (v02) con el Diámetro de fruto (v04) correlacionadas positivamente, ambas variables se correlacionan negativamente con la Relación longitud diámetro de fruto (v05).

El componente principal 2 (CP2) se correlacionó positivamente con las variables Rendimiento (v01) y Altura de planta (v06) y

negativamente con la variable Longitud de fruto (v03).

En el cuadro 4 se aprecia la contribución de las variables evaluadas a la variación en los dos primeros componentes principales; en la CP1 destacan las variables Diámetro de fruto (33.8 %), Relación longitud diámetro de fruto (31.8 %) y Peso de fruto (29.3 %). En la CP2 la variable Altura de planta fue la de mayor porcentaje de variación con 40.1 %. Estas variables son las principales responsables de la formación de grupos en el análisis de conglomerados

Cuadro 4. Variación explicada de las variables en cada componente principal (%)

Variables	CP1	CP2
v01 Rendimiento (t ha-1)	1.011	24.860
v02 Peso de fruto (g)	29.327	1.489
v03 Longitud de fruto (cm)	2.698	27.271
v04 Diámetro de fruto (cm)	33.751	0.327
v05 Relación longitud diámetro de fruto	31.795	3.963
v06 Altura de planta (cm)	0.065	40.145
v07 Días a inicio de floración	0.829	0.036
v08 Días a la cosecha	0.524	1.910

Descripción de los Grupos

En el cuadro 5 se presentan los promedios de 8 variables evaluadas para los 5 grupos de

híbridos.

En base a todos los resultados obtenidos a continuación se describen las características de los cinco grupos de híbridos conformados.

Cuadro 5. Promedios de variables para 5 grupos de híbridos de tomate

Variable	Conglomerado o Grupo				
	1	2	3	4	5
v01 Rendimiento (t ha-1)	90.2	127.3	87.6	97.4	79.1
v02 Peso de fruto (g)	152.0	244.1	111.0	214.9	356.7
v03 Longitud de fruto (cm)	5.8	5.9	6.4	6.2	6.6
v04 Diámetro de fruto (cm)	6.5	7.6	5.6	7.7	9.2
v05 Relación longitud diámetro de fruto	0.90	0.77	1.13	0.81	0.72
v06 Altura de planta (cm)	91.4	99.4	85.0	89.8	95.2
v07 Días a inicio de floración	57.4	59.0	56.9	51.9	60.0
v08 Días a la cosecha	87.0	88.0	86.8	90.7	85.3

Grupo 1. Este grupo está compuesto por 86 híbridos. Se caracteriza por presentar híbridos de frutos pequeños (longitud de fruto promedio de 5.8 cm), de rendimiento intermedio (90.2 t ha-1) y de forma de fruto cercana a la circular (relación longitud diámetro de fruto 0.9). Destacan en este grupo los híbridos G274 (125.5 t ha-1) y F2024 (122.1 t ha-1) por presentar rendimientos superiores al promedio general del ensayo.

Grupo 2. El híbrido F1922 es el único integrante de este grupo, caracterizado por ser el híbrido que presentó el máximo rendimiento del ensayo con 127.3 t ha-1. Además presenta frutos de forma achatada (relación longitud diámetro de fruto 0.77) y una de las mayores alturas de planta con 99.4 cm.

Grupo 3. Este grupo está compuesto por 25 híbridos, se diferencia de los anteriores por presentar frutos de bajo peso (111 g en promedio), con pequeños diámetros de fruto (5.6 cm en promedio) y el mayor promedio en la relación longitud diámetro de fruto (1.13). Destacan en este grupo los híbridos F2326 (116.5 t ha-1), F2310 (106 t ha-1), F2125 (104.6 t ha-1), F2426 (103.2 t ha-1), F2324 (101.9 t ha-1) y F2127 (100.5 t ha-1) por presentar rendimientos superiores al promedio

general del ensayo.

Grupo 4. Este grupo está compuesto por los híbridos G2422, G204 y G2018. Estos híbridos poseen características intermedias para todas las variables excepto para las fenológicas, presentan el menor número promedio de días al inicio de la floración con 51.9 días, pero también el mayor número de promedio de días a la cosecha con 90.7 días.

Grupo 5. El híbrido G224 es el único integrante de este grupo, caracterizado por ser el híbrido que presentó la menor relación longitud diámetro de fruto de 0.72, por lo cual presenta frutos de forma achatada. También presentó los frutos de mayor tamaño promedio del ensayo (longitud de 6.6 cm y diámetro de 9.2 cm) y de mayor peso promedio con 356.7 g. En cuanto al rendimiento fue uno de los más bajos con 79.1 t ha-1.

Discusión

La selección realizada durante varios ciclos consecutivos ha permitido la obtención de 12 líneas parentales provenientes del Banco de germoplasma de tomate del INIAF, los cuales han sido dirigidos a obtener híbridos (F1) de crecimiento determinado, de forma de fruto tipo pera y de alto rendimiento.

De los resultados obtenidos del presente ensayo se evidencia la existencia de híbridos con distintas formas y tamaños de fruto, desde frutos achatados hasta frutos alargados, también se cuenta con híbridos de excelente rendimiento comercial con un promedio general de 90.1 t ha⁻¹ y un máximo registrado de 127.3 t ha⁻¹.

Si bien estos rendimientos fueron obtenidos en unidades experimentales de 3.5 m², bajo un estricto control de plagas y enfermedades y condiciones ambientales favorables, una ajuste del 20% en los rendimientos (CIMMYT, 1988) daría una estimación de los resultados obtenidos en condiciones de manejo por agricultores, lo que resultaría en un rendimiento promedio de 81.1 t ha⁻¹. Rendimientos de más de 65 t ha⁻¹ fueron reportados por híbridos de tomate importados producidos en los valles mesotérmicos de Santa Cruz (Paz, 2011), el INIA de Uruguay en evaluaciones de híbridos de tomates de crecimiento determinado obtuvo rendimientos que alcanzaron las 99.3 t ha⁻¹ (Berrueta *et al.* 2010). Flaño (2012) reporta rendimientos de 180 t ha⁻¹ alcanzados en condiciones de campo abierto en la región de Arica, en Chile. Lo anterior indica que la influencia de las condiciones de manejo del cultivo (tecnológicas, sanitarias, medio ambientales) sumados al potencial genético de las variedades de tomate, dan como resultado rendimientos en tomate cada vez mayores.

Para este ensayo todas las variables evaluadas presentaron alta heredabilidad (Cuadro 3) siendo el menor coeficiente de 0,8 para la variable Longitud de fruto y los mayores coeficientes fueron para las variables Días al inicio de la floración y Días a la cosecha ambos con 0,96. Estos resultados reflejan características deseadas en un híbrido, el cual mostraría gran parte de su potencial productivo no importando en mucho si las condiciones ambientales son o no favorables para el cultivo. Además estos

resultados de heredabilidad registrados en el presente ensayo indican mayor probabilidad de éxito en la selección de híbridos promisorios en base a los caracteres evaluados (Vencovsky y Barriga, 1992).

Reque (2008) indica que en el mercado boliviano predominan las variedades con fruto tipo pera, de tamaño mediano a pequeño, mostrando que la forma y el tamaño de fruto son un factor de importancia para satisfacer las preferencias del mercado interno, así también como el rendimiento, por lo cual en una siguiente etapa de selección se tomará en cuenta a los híbridos sobresalientes mencionados en el grupo 3 por tener estos, la forma y el tamaño de fruto buscados en el mercado interno.

Conclusiones

Puede ser concluido del presente trabajo de investigación que:

Existió una amplia variabilidad entre híbridos en cuanto al rendimiento, peso de fruto y forma de fruto (relación entre la longitud y el diámetro de fruto).

Se cuenta con híbridos de excelente rendimiento comercial, con un promedio general de 90.1 t ha⁻¹ y un máximo registrado de 127.3 t ha⁻¹ en condiciones experimentales. El tercer conglomerado incluye a los híbridos con frutos del tipo pera, este tipo de fruto es el más demandado por el mercado nacional, dentro de este grupo sobresalen los híbridos: F2326, F2310, F2125, F2426, F2324 y F2127, con rendimientos entre 116.5 y 100.5 t ha⁻¹.

El análisis de heredabilidad en sentido amplio indica que estos resultados se deben principalmente al componente genético de los híbridos, además de haber alta probabilidad de repetir estos resultados para todas las variables estudiadas.

Estos híbridos se constituyen como potenciales alternativas a las variedades importadas.

Referencias Citadas

Berrueta C., Giménez G., Lenzi A., Rezano A. y Ibáñez F. 2010. Evaluación de Híbridos de Tomate de mesa a campo para la región sur, Zafra 2009/10. En: Resultados experimentales en cultivo de tomate (INIA. Serie Actividades de Difusión N° 606). Canelones, Uruguay. INIA. p 47-62.

Burton, G.W. and R.W. De Vane, 1953. Estimating heritability in tall Fescue (*Festuca arundinacea*) from replicated clonal material. *Agronomy Journal* 45:478-481.

CIMMYT. 1988. La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México D.F., México: CIMMYT. 86 p.

Fita A. M., Rodríguez A., y Prohens J. 2008. Genética y Mejora Vegetal. Ed. Universidad Politécnica de Valencia. España. 190 p.

Flaño I. A. 2012. Situación del tomate para consumo fresco. Informativos ODEPA. Oficina de estudios y políticas agrarias. Ministerio de agricultura. Chile.

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. 89 p

MDRyT. 2012. Compendio agropecuario. Observatorio Agroambiental y Productivo. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Bolivia. 528 p.

Moya, C., Álvarez M., Dominí M. y Arzuaga J. 2004. Informe de nuevas variedades. Mara, nueva variedad de tomate de mesa. *Cultivos Tropicales*, 25 (2): p 69.

Paz V. C. 2011. El Grupo Venado duplicó su producción de tomates. *El Deber*, Santa Cruz, BO, abril. Economía.

R Development Core Team. 2008. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

Reque, Z. S. 2008. Estudio de identificación de áreas de Producción y variedades cultivadas de tomate para semilla y consumo en Bolivia. Ministerio de Desarrollo Rural Agropecuario y Medio Ambiente, Programa Nacional de Semillas. Bolivia. 115 p.

Shing, M., Ceccarelli S. and Hambling J. 1993. Estimation of heretability from varietal trials data. *Theoretical and Applied genetics* 86:437-441.

Vencovsky, R. y Barriga P. 1992. Genética Biométrica no *Fitomelhoramento* de Plantas. Sociedade Brasileira de Genética. Riberao Preto, Sao Paulo, Brasil. 486 p.

Alternativas de control de los principales problemas fitosanitarios del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) en la comunidad La Plazuela, Municipio de Irupana, Provincia Sud Yungas, Departamento de La Paz

Evelyn Villanueva Gutiérrez¹, Sergio Ávila Calero², Sergio Moreira Ascarrunz^{3*}

¹ Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Calle Landaeta No. 1850, La Paz, Bolivia

² Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Calle 27 Cota Cota S/N, La Paz, Bolivia

³ Centro de Investigación y Control Biológico de Plagas, Instituto de Investigaciones Fármaco - Bioquímicas, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Universidad Mayor de San Andrés, Av. Saavedra No. 2224, La Paz Bolivia

*e-mail: sermoreira@yahoo.com. Dirección actual: Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Calle Batallón Colorados No. 24, Edificio El Cóndor, Piso 16, La Paz, Bolivia

Resumen

En el presente estudio se evaluó efecto de poblaciones microbianas del suelo sobre la supervivencia de la Mosca de la Fruta (*Anastrepha fraterculus* Wied.). Se observó efecto supresor de una de las muestras de suelo utilizadas, aunque a partir de los datos no se puede afirmar conclusivamente que este efecto se deba a causas biológicas (comunidades microbianas supresoras). Adicionalmente, se evaluó efecto de tratamientos post-cosecha sobre la calidad de frutos de mango afectados por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. y *Anastrepha fraterculus* Wied. Se confirmó la efectividad cercana al 100% del tratamiento térmico por inmersión en agua a 46°C por 60 minutos para control de *A. fraterculus*. El mismo tratamiento ralentizó la pérdida de calidad de los frutos cosechados debida a *C. gloeosporioides*. Finalmente, se determinó que el tratamiento de empaquetamiento para modificación de atmósfera (MAP) con plástico de 200 µm de espesor tiene potencial para controlar la misma enfermedad sin afectar negativamente la calidad de los frutos.

Palabras clave: *Anastrepha fraterculus*, *Colletotrichum gloeosporioides*, comunidades microbianas supresoras, tratamiento post-cosecha

Abstract

The present study evaluated the effect of soil inhabiting suppressive microbial populations on survival of Fruit Fly (*Anastrepha fraterculus* Wied.). A suppressive effect was observed with one of the soil samples used, although from the data it is not possible to conclusively assert that the effect is due to biological causes (suppressive microbial communities). Additionally, the effect of post-harvest treatments on the quality of mango fruits affected with *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. and *Anastrepha fraterculus* Wied. was evaluated. The effectiveness close to 100% of thermal treatment by immersion in water at 46°C for 60 minutes was confirmed for the control of *A. fraterculus*. The same treatment slowed down the loss of quality of the harvested fruits due to *C. gloeosporioides*. Finally, it was determined that the modified atmosphere packing (MAP) treatment with a 200-µm thickness plastic has potential to control the same disease without negatively affecting the quality of the fruits.

Keywords: *Anastrepha fraterculus*, *Colletotrichum gloeosporioides*, suppressive microbial communities, post-harvest treatment

Introducción

Los municipios de la zona sud-occidental de los Yungas de La Paz (Coroico, Coripata, Yanacachi, Chulumani e Irupana) constituyen la zona tradicional de cultivo de coca además de ser la zona con mayor cantidad de cultivos de coca en La Paz (Barrientos, 2010).

En lo que se refiere a rubros agropecuarios alternativos a la coca, el Municipio de Irupana ha priorizado, dentro de su eje de Desarrollo Económico Municipal, la producción de café, amaranto, mango y miel (GAMI, 2010; Antezana, 2012).

La comunidad La Plazuela se caracteriza por una gran producción de mango, la cual se ve afectada por una diversidad de problemas fitosanitarios (Barrientos et al., 2014) para los cuales no se han probado alternativas de control o manejo. El presente estudio tuvo el objetivo de evaluar preliminarmente el efecto de dos enfoques de control o manejo de los principales problemas fitosanitarios del cultivo.

Materiales y Métodos

El presente estudio se realizó en la comunidad La Plazuela del Municipio de Irupana, Prov. Sud Yungas del Depto. de La Paz, localizada a un altitud de 1200 m y a 16°31'37"S y

67°24'17"O.

Para proponer alternativas de control para los problemas fitosanitarios más importantes de la zona, se decidió priorizar a la *Antracnosis* (*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc.) y a la Mosca de la Fruta (*Anastrepha fraterculus* Wied.). Esta decisión se justifica por la importancia atribuida a estos dos problemas por parte de los agricultores y su efecto en el mango, que también es considerado el cultivo más importante. (Barrientos et al., 2014).

La investigación utilizó dos enfoques: a) Considerando que la mosca atraviesa su etapa de pupa dentro del suelo, se investigó la posibilidad de utilizar poblaciones microbianas supresoras presentes naturalmente en suelos de la zona. b) Se investigó la utilización de tratamientos post-cosecha como alternativas de manejo de estos problemas.

Evaluación del efecto de poblaciones microbianas del suelo sobre la supervivencia de la Mosca de la Fruta (*Anastrepha fraterculus* Wied.)

Se obtuvieron muestras de tres tipos diferentes de suelo, tanto en su distribución geográfica como en sus características discriminantes. Las características de los suelos se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Denominación, características discriminantes y proveniencia de los suelos utilizados en el experimento de evaluación del efecto de poblaciones microbianas del suelo sobre la supervivencia de *Anastrepha fraterculus* Wied.

Denominación de Suelo	Característica discriminante	Proveniencia
Orgánico	Alto contenido de materia orgánica	Planicie sur de La Plazuela
Pedregoso	Alto contenido de material mineral de más de 2 mm de diámetro (grava)	Pendiente Suroeste de La Plazuela
Salino	Afloraciones salinas	Comunidad Pola al Noreste de La Plazuela

Las tres muestras de suelo se tamizaron por separado en un tamiz de 2 mm y se dispusieron en frascos de vidrio (5 repeticiones) con los tres tipos de suelo y tres tratamientos: Suelo natural, suelo pasteurizado por 30 min a 60°C y una mezcla de 9 partes de suelo pasteurizado más 1 parte de suelo natural.

Una vez enfriados los suelos pasteurizados, se igualó el contenido de humedad de los suelos y se introdujeron 10 larvas de *A. fraterculus*, obtenidas a partir de frutos de mango infestados, en cada frasco de vidrio (unidad experimental) y se dispuso una cobertura de piezas de mango no infestado sobre la superficie del suelo. Las piezas de mango se renovaron regularmente cuando ya estaban secas y no podían proveer alimento a las larvas, teniendo cuidado de reponer las larvas que se encontraban. Al mismo tiempo se repuso la humedad perdida por los suelos regularmente con agua destilada.

Se enumeraron las pupas formadas a los 10 y 18 días de comenzado el experimento, así como los adultos eclosionados a los 18 días. Con estos datos se determinaron el porcentaje de formación de pupas y el porcentaje de eclosión de adultos.

Paralelamente, se realizó el aislamiento de biocontroladores en Agar Nutritivo (AN) a partir de larvas de *A. fraterculus*. Se realizó una descripción morfológica y de algunos marcadores fisiológicos (pruebas de KOH y de catalasa) en dichos aislamientos para posteriormente almacenarlos a -20°C en glicerol al 25%.

Evaluación del efecto de tratamientos post-cosecha sobre la calidad de frutos de mango afectados por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. y *Anastrepha fraterculus* Wied.

El presente trabajo se centró en tratamientos térmicos post-cosecha y tratamientos de empaquetamiento para la modificación de atmósfera. Dentro de estas actividades se llevaron a cabo cinco experimentos.

Experimento 1. Con el objetivo de probar la efectividad del tratamiento térmico post cosecha por inmersión sobre *A. fraterculus* en mango, se sometieron a tratamiento térmico (46°C/60 min) 4 frutos de mango con un peso promedio de 85.44 g (± 20.34 g). Los frutos presentaban signos de daño debido a *A. fraterculus*. Como grupo control se utilizaron 4 frutos de mango con un peso promedio de 125.80 g (± 20.34 g) sin signos aparentes de daño debidos a *A. fraterculus*, los cuales se sumergieron en agua a temperatura ambiente (23°C/60 min). Una vez finalizado el tratamiento se extrajeron las larvas presentes en los frutos de mango y se introdujeron en frascos con arena para inducir a la pupación. Se evaluó el porcentaje de pupación y de mortalidad de larvas debidos al tratamiento térmico.

Experimento 2. Con el objetivo de determinar el efecto del tratamiento térmico post cosecha por inmersión sobre la calidad de los frutos de mango, se sometieron a tratamiento térmico (46°C/60 min) 6 frutos de mango a los **4 días post cosecha**. El peso promedio de los frutos antes de ser tratados fue de 154.83 g (± 42.25 g). El grupo control constó de 5 frutos con un peso promedio de 166.80 g (± 75.81 g). Posteriormente se evaluó la disminución de porcentaje de peso fresco de los frutos y la calidad visual de los mismos a los 15 días post-tratamiento (DPT). Finalmente se estimó el porcentaje de área exterior del fruto no dañada empleando análisis de imágenes con el software de acceso libre ImageJ (<http://imagej.nih.gov/ij/>).

Experimento 3. Con el objetivo de hacer un seguimiento más detallado al efecto del tratamiento térmico post cosecha por inmersión sobre la calidad de los frutos de mango se sometieron a tratamiento térmico 11 frutos de mango *recién cosechados* con un peso promedio de 201.84 g ($\pm$ 92.47 g) y se utilizó como control un grupo de 11 frutos de mango recién cosechados con un peso promedio de 173.62 g ($\pm$ 25.66 g). Se evaluó la disminución de peso fresco y calidad visual post tratamiento.

Experimento 4. Se recolectaron 11 frutos de mango con un peso promedio de 160.27 g y se sometieron 6 de estos frutos a tratamiento térmico por inmersión en agua a 45°C por 65 min. Los otros 5 frutos se sumergieron en agua a temperatura ambiente por el mismo período de tiempo como control. Se evaluó la pérdida

de peso fresco durante 15 días post-tratamiento (DPT).

Experimento 5. Se recolectaron 145 frutos en madurez comercial y se los trasladó al laboratorio para someterlos a los siguientes tratamientos post-cosecha que involucran la técnica de empaquetamiento para modificación de atmosfera o MAP (Figura 1):

1. MAP con plástico de 200 μ m de espesor + formol por 24 horas
2. MAP con plástico de 70 μ m de espesor + formol por 24 horas
3. MAP con plástico de 200 μ m de espesor por 24 horas
4. MAP con plástico de 70 μ m de espesor por 24 horas
5. Control negativo (ningún tratamiento)

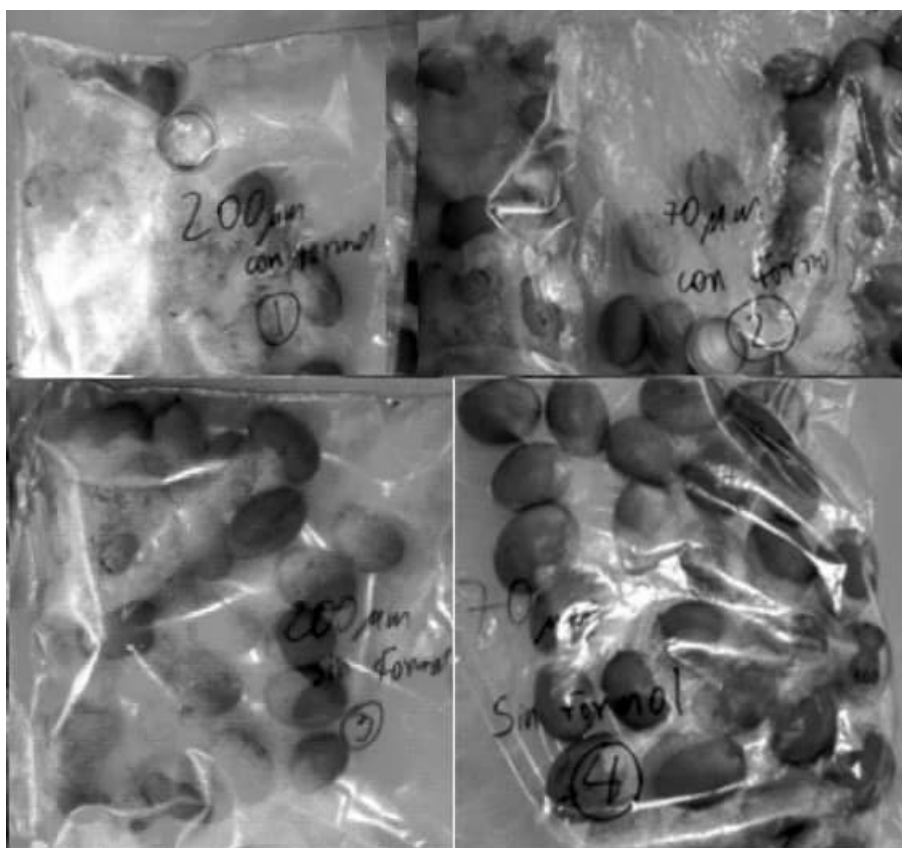


Figura 1. Tratamiento post-cosecha mediante empaquetamiento para modificación de atmosfera.

Se asignaron aleatoriamente los frutos a cada tratamiento y se evaluó periódicamente la pérdida de peso fresco, la pérdida de firmeza de la pulpa y el incremento en contenido de azúcar. La pérdida de peso fresco se evaluó en términos de porcentaje del peso inicial mediante una balanza digital. La pérdida de firmeza de la pulpa se realizó mediante un penetrómetro modelo FT-327 (Facchini,

Alfonsine, Italia). El contenido de azúcar se evaluó mediante un refractómetro modelo HI-96811 (Hanna Instruments, RI, USA).

Resultados

*Evaluación del efecto de poblaciones microbianas del suelo sobre la supervivencia de la Mosca de la Fruta (*Anastrepha fraterculus* Wied.)*

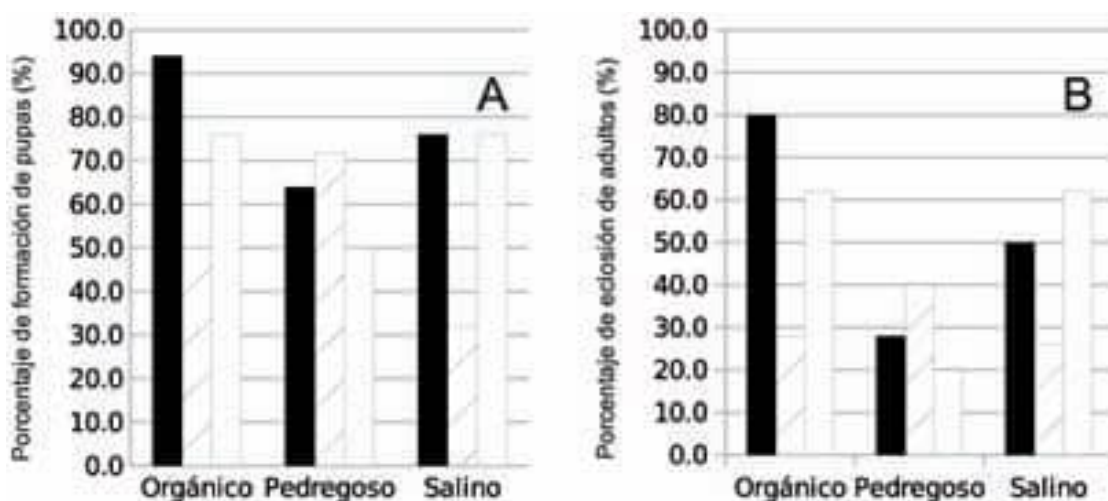


Figura 2. (A) Actividad supresora de tres tipos diferentes de suelos en estado natural (negro), pasteurizado (blanco) o una mezcla de ambos a razón de 1:9 (patrón rayado) sobre la formación de pupas de *A. fraterculus*. (B) Actividad supresora de tres tipos diferentes de suelos en estado natural (negro), pasteurizado (blanco) o una mezcla de ambos a razón de 1:9 (patrón rayado) sobre la emergencia de adultos de *A. fraterculus*

La Figura 2A muestra la actividad supresora de los tres diferentes tipos de suelo sobre la formación de pupas de *A. fraterculus*. El suelo “orgánico” sin pasteurizar permitió la formación de 94.0% de pupas, frente a 76.0% del suelo “salino” y 65% del suelo “pedregoso”. El proceso de pasteurizado redujo la formación de pupas tanto en el suelo “orgánico” (76.0 %) como en el suelo “pedregoso” (50.0 %).

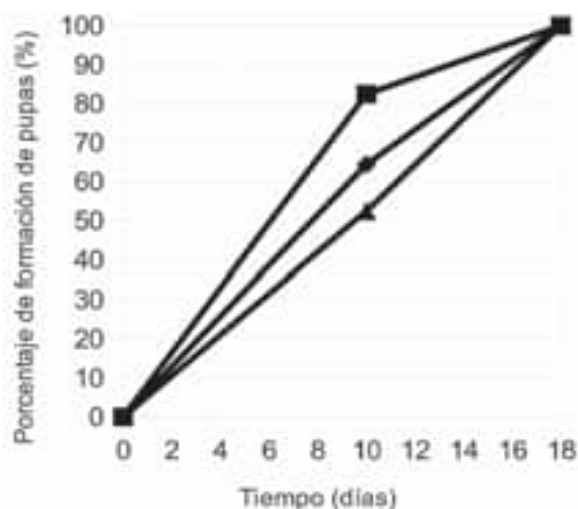


Figura 3. Tasa de formación de pupas en suelo “orgánico” (cuadrados), suelo “salino” (diamantes) y suelo “pedregoso” (triángulos) en su estado natural durante 18 días.

En lo que respecta a la tasa de formación de pupas en las muestras sin pasteurizar de los suelos muestreados (Figura 3), se puede observar que también existe un efecto de ralentización de la formación de pupas en el suelo “pedregoso”, respecto a los otros dos

tipos de suelo.

Como resultado preliminar, se presentan en el Cuadro 2, las características de los aislamientos bacterianos obtenidos a partir de larvas de *A. fraterculus*.

Cuadro 2. Características de los aislamientos obtenidos a partir de larvas de *A. fraterculus*.

Cepa	Morfología	Margen colonia	Elevación	KOH	Catalasa	Morfología
	colonia		colonia			celular
M1C1	Circular	Entero	Plana	-	+	Bacilos
M5C1	Irregular	Ondulado	Plana	+	+	Bacilos
M6C1	Irregular	Ondulado	Plana	-	+	-a
M7C1	Circular	Entero	Plana	-	+	-

^a Células con apariencia de levaduras.

Evaluación del efecto de tratamientos post-cosecha sobre la calidad de frutos de mango afectados por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. y *Anastrepha fraterculus* Wiedl.

Experimento 1. El tratamiento térmico (46°C/60 min) causó una mortalidad de 100% en las larvas encontradas (0% de pupación). Los frutos del grupo control efectivamente no presentaron larvas por lo que no se evaluó mortalidad ni porcentaje de pupación.

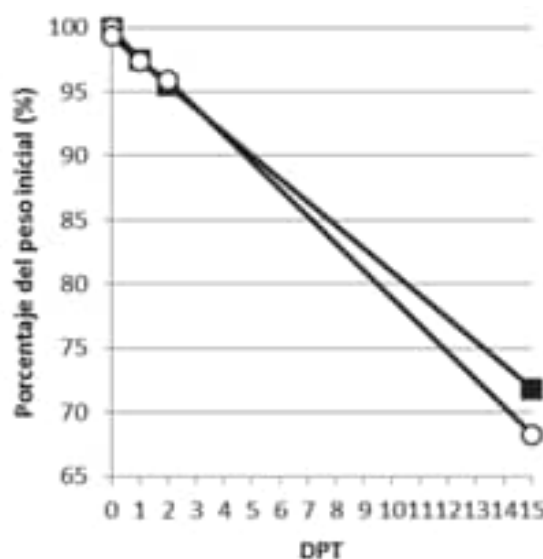


Figura 4. Evolución del peso fresco de frutos de mango sumergidos en agua a 46°C por 60 minutos (cuadrados negros) y frutos de mango sumergidos en agua a temperatura ambiente por 60 minutos (círculos blancos). La evaluación se realizó durante 15 días post tratamiento (DPT).

Experimento 2. El grupo de frutos sometidos a tratamiento térmico alcanzó aprox. 72% de su peso original a los 15 DPT, mientras que el grupo control alcanzó aprox. 68% de su peso original (Figura 4). La mayor pérdida de peso del grupo control se inició aprox. a los 7 DPT. La calidad visual a los 15 DPT fue evaluada subjetivamente por un panel de personas que no conocían la procedencia o el tratamiento al que los frutos habían sido sometidos. Según el

100% de los participantes la calidad visual fue superior para los frutos tratados que para los frutos del grupo control (Figura 5A). Adicionalmente, estos resultados se corroboraron mediante la estimación del área no dañada de los frutos. Los frutos tratados presentaron el 23.64% del área externa no dañada, mientras que los frutos no tratados presentaron solamente el 12.73% del área exterior no dañada (Figura 5B).

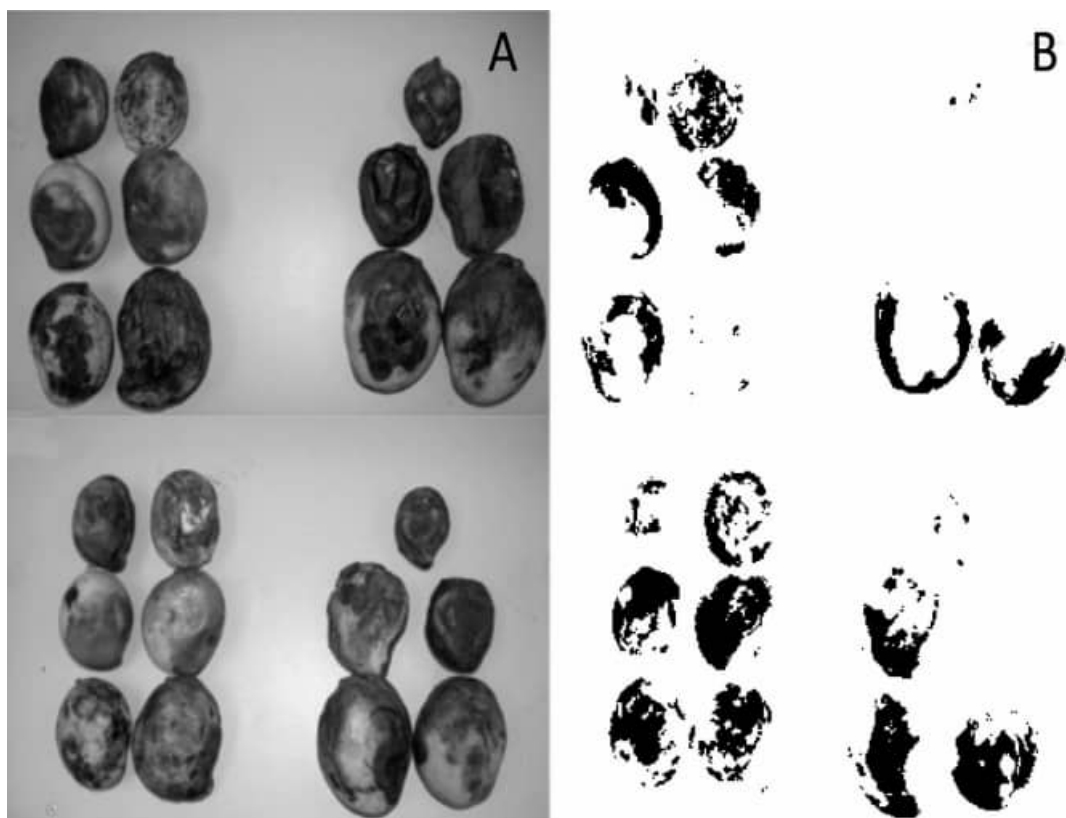


Figura 5. (A) Calidad visual a los 15 DPT de frutos de mango tratados a 46°C por 60 min (izquierda) y de frutos de mango tratados a temperatura ambiente por 60 min (derecha). (B) Superficie no dañada (color negro) obtenida mediante análisis de imágenes de los frutos de mango tratados a 46°C por 60 min (izquierda) y de frutos de mango tratados a temperatura ambiente por 60 min (derecha).

Experimento 3. La Figura 6 muestra la disminución del peso fresco de los frutos de mango sometidos a tratamiento térmico post-cosecha y de los frutos de mango del grupo control. En éste experimento la disminución del peso fresco a los 7 DPT fue mayor en los frutos de mango sometidos a tratamiento, alcanzando aprox. 87% de su peso inicial, mientras que los frutos del grupo control alcanzaron aprox. 91% de su peso inicial. Sin embargo, en lo que respecta a calidad visual (Figura 7A), se confirmó que la calidad visual de los frutos de mango tratados fue superior a la de los frutos de mango del grupo control, tal como se puede observar en la Figura 7. El área no dañada a los 6 DPT de los frutos de mango sometidos a tratamiento fue de 74.05%, mientras que el área no dañada de los frutos del grupo control fue solamente de 69.84% (Figura 7B).

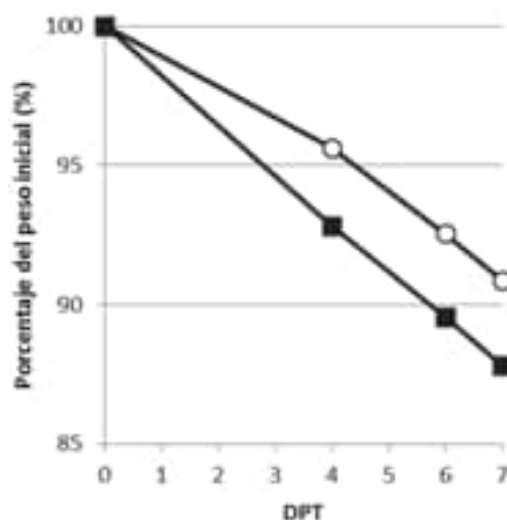


Figura 6. Evolución del peso fresco de frutos de mango sumergidos en agua a 46°C por 60 min (cuadrados negros) y frutos de mango sumergidos en agua a temperatura ambiente por 60 min (círculos blancos). La evaluación se realizó durante 7 días post tratamiento (DPT).

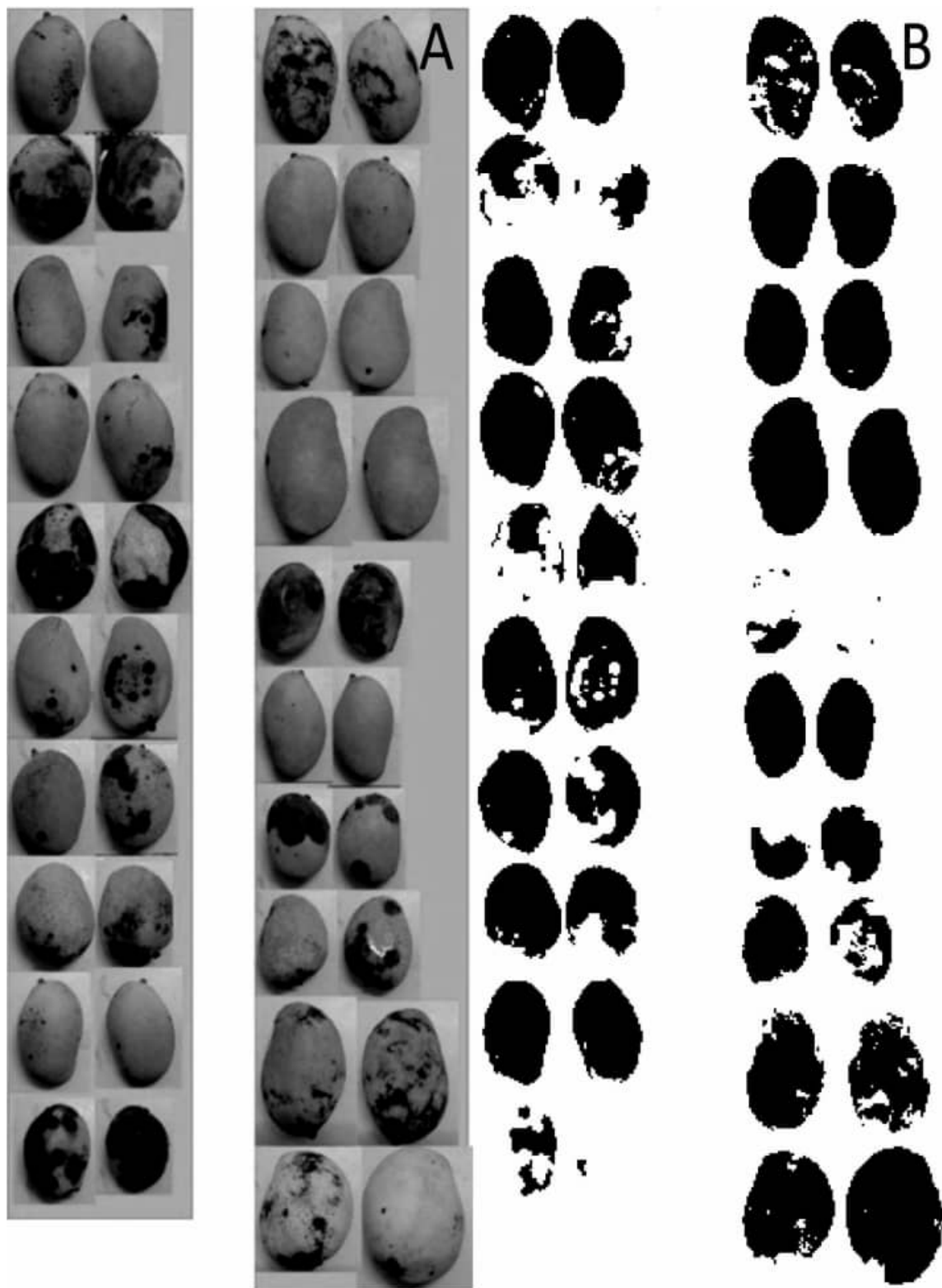


Figura 7. (A) Calidad visual (6 DPT) de frutos de mango tratados a 46°C por 60 min (derecha) y de frutos de mango tratados a temperatura ambiente por 60 min (izquierda). (B) Superficie no dañada (color negro) obtenida mediante análisis de imágenes de los frutos de mango tratados a 46°C por 60 min (derecha) y de frutos de mango tratados a temperatura ambiente por 60 min (izquierda).

Experimento 4. Los resultados de este experimento se muestran en la Figura 8. El tratamiento térmico permitió reducir la tasa de pérdida de peso fresco, ya que los frutos tratados llegaron al 72% del peso inicial, mientras que los del tratamiento control llegaron al 63%. La mayor tasa de pérdida de peso fresco de los frutos no tratados se comenzó a observar a los 3 DPT.

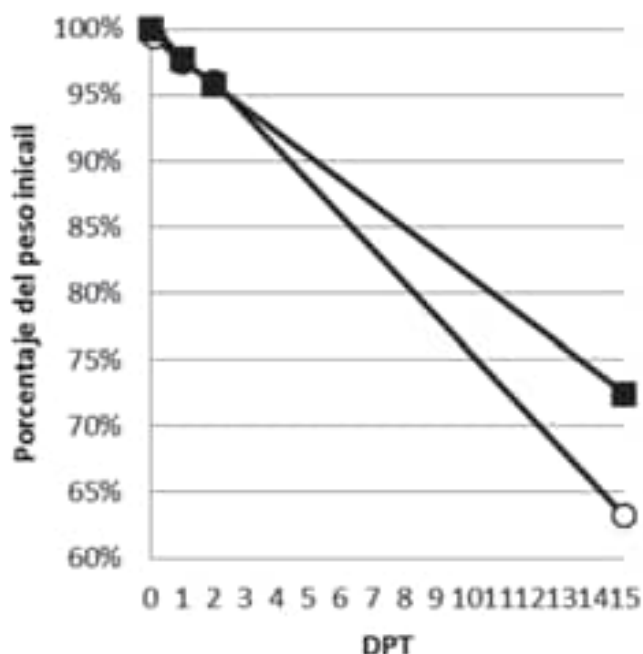


Figura 8. Evolución del peso fresco de frutos de mango sumergidos en agua a 45°C por 65 min (cuadrados negros) y frutos de mango sumergidos en agua a temperatura ambiente por 65 min (círculos blancos). La evaluación se realizó durante 16 días post tratamiento (DPT).

Experimento 5. El efecto de los tratamientos sobre la evolución del peso fresco post-tratamiento se puede observar en la Figura 9. Los frutos del grupo control alcanzaron aprox. el 88% del peso inicial a los 8 DPT. Por otro lado, los dos tratamientos de MAP que emplearon plástico de 200 μ m de espesor alcanzaron porcentajes mayores de entre 90% y 92% a los 8 DPT. Aparentemente, el tratamiento de MAP con plástico de 70 μ m de espesor aceleró la tasa de pérdida de peso de peso fresco en relación al tratamiento control, alcanzando aprox. 71% del peso fresco inicial a los 8 DPT. Los otros tratamientos de MAP resultaron en pesos frescos superiores a los del control a los 8 DPT, siendo el tratamiento de MAP con plástico de 200 μ m de espesor el que presentó menor pérdida de peso fresco (91.76%) a los 8 DPT.

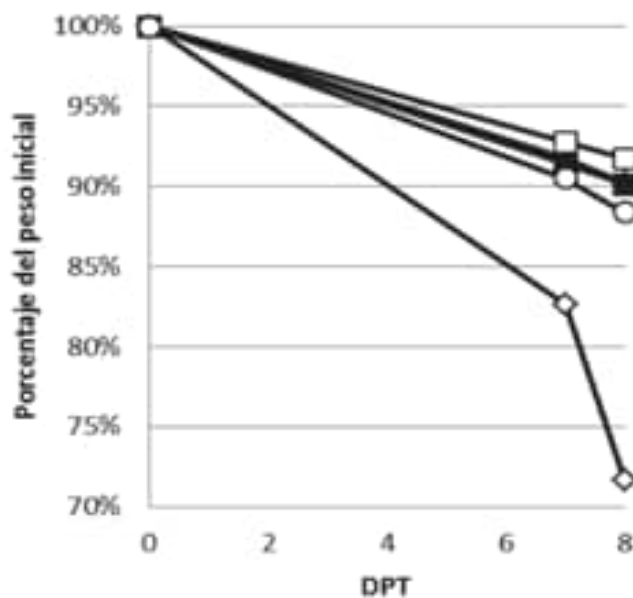


Figura 9. Evolución del peso fresco de frutos de mango empacados con plástico de 200 μ m en presencia de formol al 40% (cuadrados negros), empaquetados con plástico de 70 μ m en presencia de formol al 40% (diamantes negros), empaquetados con plástico de 200 μ m (cuadrados blancos), empaquetados con plástico de 70 μ m (diamantes blancos), y no tratados (círculos blancos).

En cuanto a la pérdida de firmeza de la pulpa, los resultados se muestran en la Figura 10. El tratamiento de MAP con plástico de 200 μm de espesor resultó en una pérdida más lenta de firmeza de la pulpa que alcanzó aprox. 6 Kg a los 6 DPT, acelerándose posteriormente hasta alcanzar niveles no detectables de firmeza a los 8 DPT. Los frutos del tratamiento control alcanzaron una firmeza de aprox. 1.20 Kg entre los 6 y 8 DPT. El único tratamiento que resultó en firmeza de pulpa mayor o igual que los frutos del tratamiento control fue el tratamiento de MAP con plástico de 70 μm de espesor (2.50 Kg a los 6 DPT y 1.25 Kg a los 8 DPT). Cabe destacar que los tratamientos que incluyeron la presencia de formol además de MAP resultaron en firmeza de pulpa inferior a la del tratamiento control.

Los resultados que se refieren a la evolución del contenido sólidos solubles en los frutos tratados se muestran en la Figura 11. Los frutos del tratamiento control alcanzaron aprox. 17°Brix a los 6 DPT, mientras que el tratamiento de MAP con plástico de 200 μm de espesor alcanzó 14.5°Brix a los 6 DPT y 15.2°Brix a los 8 DPT. En general los frutos del tratamiento control presentaron niveles sólidos solubles superiores a los de los frutos de los otros tratamientos durante todo el experimento.

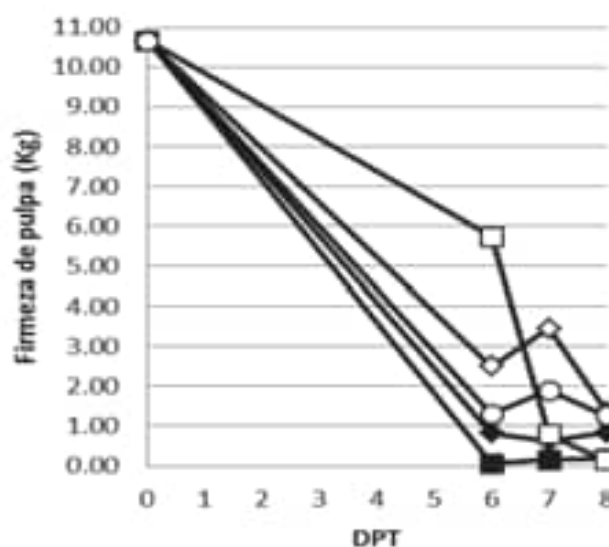


Figura 10. Evolución de la firmeza de pulpa de frutos de mango empaquetados con plástico de 200 μm en presencia de formol al 40% (cuadrados negros), empaquetados con plástico de 70 μm en presencia de formol al 40% (diamantes negros), empaquetados con plástico de 200 μm (cuadrados blancos), empaquetados con plástico de 70 μm (diamantes blancos), y no tratados (círculos blancos).

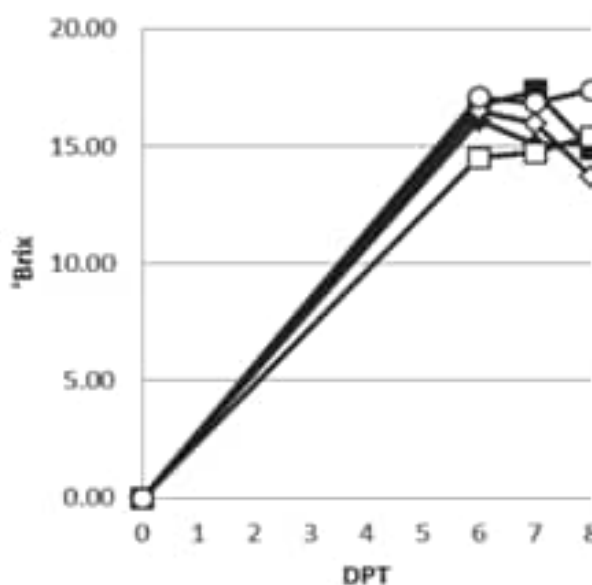


Figura 11. Evolución del contenido sólidos solubles, medidos en grados Brix, de frutos de mango empaquetados con plástico de 200 μm de espesor en presencia de formol al 40% (cuadrados negros), empaquetados con plástico de 70 μm de espesor en presencia de formol al 40% (diamantes negros), empaquetados con plástico de 200 μm de espesor (cuadrados blancos), empaquetados con plástico de 70 μm de espesor (diamantes blancos), y no tratados (círculos blancos).

En lo que se refiere a la calidad visual de los frutos, el efecto del formol fue claramente deletéreo, ya que las lenticelas y en general la piel de los frutos tratados con formol se oscureció mucho más rápidamente, como se muestra en la Figura 12.



Figura 12. Calidad visual de mangos tratados mediante MAP (arriba) y MAP combinado con formol (abajo).

Discusión

A partir de los resultados del experimento de evaluación del efecto de poblaciones microbianas del suelo sobre la supervivencia de *A. fraterculus*, es aparente que el suelo “pedregoso” de la pendiente suroeste de la comunidad La Plazuela ejerció algún efecto supresor sobre la formación de pupas, aunque a partir de los datos no se puede afirmar conclusivamente que este efecto se deba a causas biológicas (comunidades microbianas supresoras). La Figura 2B muestra el efecto

supresor de los suelos sobre la emergencia de adultos de *A. fraterculus* y en este caso también se puede observar un efecto supresor del suelo “pedregoso”.

En cuanto a la interacción de la microflora de los suelos estudiados y la mosca de la fruta, los resultados de ambos experimentos sugieren un sinergismo entre algunos microorganismos presentes en el suelo de la planicie sur de la comunidad La Plazuela (suelo “orgánico”), los cuales al ser eliminados del suelo por la pasteurización, inciden en una menor formación de pupas (Figura 2A) y emergencia de adultos (Figura 2B).

En nuestro conocimiento, este es el primer intento de proponer una alternativa de control de una especie de Mosca de la Fruta utilizando poblaciones microbianas del suelo. En base a estos resultados preliminares se concluyó que existe la necesidad de replicar dicho experimento y al mismo intentar aislar de los mismos suelos bacterias entomopatógenas, para realizar bioensayos sobre una cría establecida de *A. fraterculus*. Se debe notar que se obtuvo 1 cepa (M1C1) con potencial de biocontrolador ya que se trata de células bacilares Gram positivas (de acuerdo al resultado de la prueba de KOH).

En lo que se refiere a la evaluación del efecto de tratamientos post-cosecha sobre la calidad de frutos de mango afectados por *C. gloeosporioides* y *A. fraterculus*, pese al bajo número de muestras, estos resultados confirmaron la efectividad cercana al 100% del tratamiento térmico recomendado, tal como se ha reportado anteriormente (Jacobi *et al.*, 2001; Lurie, 1998; Verghese *et al.*, 2006). Este tipo de tratamiento plantea una alternativa seria para los productores de mango, principalmente debido a que se viene implementando un centro de acopio en la comunidad que podría alojar un sistema de tratamiento térmico por inmersión.

Estos resultados sugieren que el tratamiento térmico post-cosecha retarda la pérdida de peso fresco, lo que es un reflejo de la senescencia de los frutos, expresada en muerte y destrucción celular y la consecuente pérdida de fluidos celulares (Jacobi *et al.*, 2001; Lurie, 1998). Dicha senescencia puede inclusive verse exacerbada por la presencia de *C. gloeosporioides*. Si este fuera el caso, el tratamiento térmico también sería efectivo para el control post-cosecha del patógeno.

Con respecto a los tratamientos con empaquetamiento para modificación de atmósfera (MAP) se han publicado muchos trabajos sobre el efecto de este tratamiento sobre la calidad de variedades de mango (Kader y Rolle, 2004; Ramayya *et al.*, 2012). En el presente estudio, se evaluó preliminarmente el efecto del tratamiento sobre varios parámetros de calidad (pérdida de peso fresco, firmeza, contenido de sólidos solubles y calidad visual). El razonamiento detrás de este experimento consideró que la mayoría de los frutos cosechados en la comunidad La Plazuela presentan síntomas de Antracnosis, que pueden ser controlados mediante MAP. Se probó la eficacia plásticos de diferente espesor y el efecto desinfectante del formol. Preliminarmente se pudo concluir que el tratamiento más efectivo en controlar los síntomas de Antracnosis fue el realizado sin presencia de formol con plástico de 200 μm de espesor. A partir de estos resultados se deberá evaluar el efecto sobre la supervivencia de *A. fraterculus*.

Referencias Citadas

- Antezana, R. 2012. Diagnóstico Institucional Municipio de Irupana. PAPS. La Paz, Bolivia.
- Barrientos, R. 2010. Programa de Desarrollo Económico Productivo de los Yungas de La Paz. PAPS-VCDI-FONADAL. La Paz, Bolivia.
- Barrientos, V., Ávila, S., Bedregal, K., Moreira, S. 2014. Principales cultivos y principales problemas fitosanitarios según los agricultores de la comunidad La Plazuela, Municipio de Irupana, Provincia Sud Yungas, Departamento de La Paz. InfoINIAF (En prensa).
- GAMI. 2010. Plan de Desarrollo Municipal Irupana 2005-2010. Tech. rep., Gobierno Autónomo Municipal de Irupana, Irupana, Bolivia.
- Jacobi, K., MacRae, E., Hetherington, S. 2001. Postharvest heat disinfestation treatments of mango fruit. *Scientia Horticulturae* 89:171-193.
- Kader, A., Rolle, R. 2004. The role of post-harvest management in assuring the quality and safety of horticultural produce. FAO. Roma, Italia.
- Kumah, P., F. Appiah, and J. K. Opoku. 2011. Effect of hot water treatment on quality and shelf-life of Keitt mango. *Agriculture and Biology Journal of North America* 2:806 – 817.
- Lurie, S. 1998. Postharvest heat treatments. *Postharvest Biology and Technology* 14:257-269.
- Peña, J. E., M. Aluja, and M. Wysoki. 2009. Pests. In R. E. Litz (ed.), *The Mango: Botany, Production and Uses*, 2nd ed. CABI, Oxfordshire, UK, 317–366.
- Ploetz, R. C. and S. Freeman. 2009. Foliar, floral and soilborne diseases. In R. E. Litz (ed.), *The Mango: Botany, Production and Uses*, 2nd ed. CABI, Oxfordshire, UK, 231–302.

- PNUD. 2008. La otra frontera: usos alternativos de recursos naturales en Bolivia. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. La Paz, Bolivia.
- Prusky, D., I. Kobilier, I. Miyara, and N. Alkan. 2009. Fruit Diseases. In R. E. Litz (ed.), The Mango: Botany, Production and Uses, 2nd ed. CABI, Oxfordshire, UK, 210–230.
- Ramayya, N., Niranjan, K., Duncan, E. 2012. Effects of modified atmosphere packaging on quality of 'Alphonso' Mangoes. *Journal of Food Science and Technology*. 49(6):721-728.
- Verghese, A., Sreedevi, K., Nagaraju, D. 2006. Pre and post harvest IPM for the mango fruit fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel). Proceedings of the 7th International Symposium on Fruit Flies of Economic Importance. Salvador, Brazil. 179-182.

Distinción de Rasgos Genéticos en Líneas de Cuyes

Claudia Rivas Valencia^{1*}, Elizabeth Rico Numbela¹

¹Centro MEJOCUY - Universidad Mayor de San Simón, Cochabamba - Bolivia

*e-mail: c.rivas@umss.edu.bo, mejocuy@hotmail.com

Resumen

El centro MEJOCUY cuenta con un banco base de germoplasma nativo y exótico, mantenido in vivo que permiten el establecimiento de diferentes programas de mejora genética tanto por selección como por cruzamiento. Para este fin cuenta con líneas de cuyes: AUQUI, Rosario, San Luis y Perú, como germoplasma introducido que ha ingresado tanto en el programa de conservación como el de selección y cruzamiento, en ambos se ha ido evaluando la respuesta de los caracteres de interés productivo y reproductivo asociados principalmente al peso y tamaño de camada y, por otra parte los indicadores de heredabilidad y heterosis que muestran cuál es el potencial de estas líneas. El diseño empleado para el programa de selección es Carolina I y para el programa de cruzamientos es Griffing I. En el programa de selección, en base a las varianzas genéticas y ambientales, se han determinado los valores de heredabilidad, en general se observa que estos valores de heredabilidad fluctúan bastante en los caracteres evaluados, siendo en algunos casos 0.00, lo cual indica que el componente ambiental es determinante por encima del genético, lo cual es de esperar debido a que estos planteles se encuentran en adaptación. En el programa de cruzamientos, los valores de heterosis en algunas cruces muestran el potencial de las líneas peruanas Perú y Tamborada para establecer cruzamientos que favorezcan el carácter tamaño de camada.

Palabras clave: *Cavia aperea porcellus*, Heredabilidad, Heterosis.

Abstract

The MEJOCUY center has a bank basis of native and exotic germplasm, maintained in vivo that allow the establishment of different breeding programs both as breeding selection. To this end has lines of guinea pigs: AUQUI, Rosario, San Luis and Peru, as introduced germplasm has entered both the conservation program as the selection and breeding, in both have been evaluating the response of the traits of interest productive and reproductive mainly associated with weight and litter size, on the other hand the heritability and heterosis indicators that show what the potential of these lines. The design used for the selection program is Carolina I and for the crossing program is Griffing I. In the screening program, based on genetic and environmental variances, we have determined the heritability values generally observed that these values fluctuate considerably in heritability traits evaluated, being in some cases 0.00, indicating that the environmental component is above the genetic determinant, which is expected because these campuses are in adaptation. In the crossing program, the values of heterosis in some crosses show the potential of Peruvian lines and crosses Tamborada to establish character conducive litter size.

Keywords: *Cavia aperea porcellus*, Heritability, Heterosis.

Introducción

El Centro de Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy en Bolivia “MEJOCUY”, ha constituido un banco base de la especie *Cavia aperea porcellus*. Su plantel está conformado principalmente por poblaciones nativas reflejo de la variedad de la especie a nivel local, líneas introducidas de Perú y Ecuador y líneas desarrolladas localmente en función al requerimiento del productor y el mercado. El Centro realiza investigaciones en mejora genética con el fin de generar variabilidad que le permita disponer de genotipos, índices productivos y evitar la consanguinidad.

Para aumentar los índices productivos de los cuyes como animales productores de carne, se debe obtener un biotipo animal adaptado a las peculiaridades de su ambiente, y que atienda a las exigencias del mercado. En la búsqueda de estos animales, la caracterización genética, morfológica y productiva es de extrema importancia; debido a que la identificación de recursos genéticos en los animales, constituye un primer paso hacia la conservación y protección. La ausencia de una definición de identidad de planteles locales e introducidos los hace susceptibles a la pérdida de un acervo genético.

A partir de 1988 se establecieron poblaciones de alto rendimiento cárnico, para lo cual se introdujeron líneas peruanas: Tamborada y raza Perú (1988 y 2008), y líneas ecuatorianas: AUQUI, SAN LUIS, y Rosario (2000 y 2008) conformadas en la granja “AUQUICUY”. La base para un programa de conservación y manejo es el conocimiento de los rasgos principales, tanto fenotípicos como de aquéllos componentes genéticos que los determinan, lo cual permite definir programas apropiados de mejora genética para determinar si la estrategia empleada será selección o cruzamiento además de una siguiente etapa que conlleva validar las

poblaciones generadas en campo a través de indicadores de interacción genotipo - ambiente. Ambos procesos, el mejoramiento genético ya sea por selección o cruzamiento y la interacción en campo, permiten al Centro MEJOCUY ofertar líneas y poblaciones adaptadas a las condiciones agroecológicas de cada región geográfica. En los Programas de mejoramiento genético establecidos por MEJOCUY, se encuentran los de Selección y Cruzamiento como estrategias para generar germoplasma de alta calidad genética orientado a proporcionar al productor un pie de cría que responda bajo condiciones ambientales y de manejo diferentes a las de estación experimental. Con este objetivo el Programa de Selección cuenta con las líneas MEJOCUY, Tamborada, AUQUI, San Luis, Rosario y Perú. Por otra parte el Programa de Cruzamientos se ha establecido con cruza entre las poblaciones del Programa de Selección para determinar los mejores planteles comerciales aprovechando el principio de heterosis que se espera hallar en estas combinaciones para lo cual se han determinado parámetros de rendimiento en etapa de reproducción: intervalo entre partos, número de crías al parto y sobrevivencia en lactantes, en etapa de lactación: peso al nacimiento, ganancia de peso nacimiento – destete y, en etapa de recría: peso al destete y peso a 42 días.

Siles (2005) citado por Magne (2008), indica que el desarrollo de nuevas poblaciones, comprende las siguientes etapas fundamentales:

- Elegir el carácter a mejorar respondiendo a las necesidades y problemáticas colectivas o particulares, siempre y cuando se tome en cuenta las potencialidades y limitaciones del medio ambiente en cuestión.
- Evaluar todos los genotipos disponibles para caracterizar e identificar material favorable al carácter de interés.

- Determinar los efectos genéticos que condicionan la herencia en el o los caracteres en cuestión, además, estimar las relaciones genéticas entre los distintos caracteres involucrados e identificar fuentes de genes favorables.
- En base a los resultados de la etapa anterior, se elige el método de selección más adecuado para alcanzar los objetivos planteados.
- Por último se evalúa el material mejorado realizando pruebas de estabilidad fenotípica en varias localidades con el objetivo de entender el comportamiento de las líneas en los diferentes ambientes y recomendar el o las variedades más estables para un ambiente en particular.

Aliaga, Moncayo, Rico y Caycedo (2009), mencionan que la selección para la mejora genética de los cuyes supone su proceso productivo y se orienta exclusivamente a la producción cárnica, la cual depende tanto de la selección de características productivas como reproductivas y de la estrategia de los apareamientos que se sigue con los animales seleccionados como reproductores, siendo las más importantes:

- Habilidad reproductiva: fecundidad, fertilidad, prolificidad, habilidad materna, mortalidad.
- El peso al nacimiento, destete y saca,

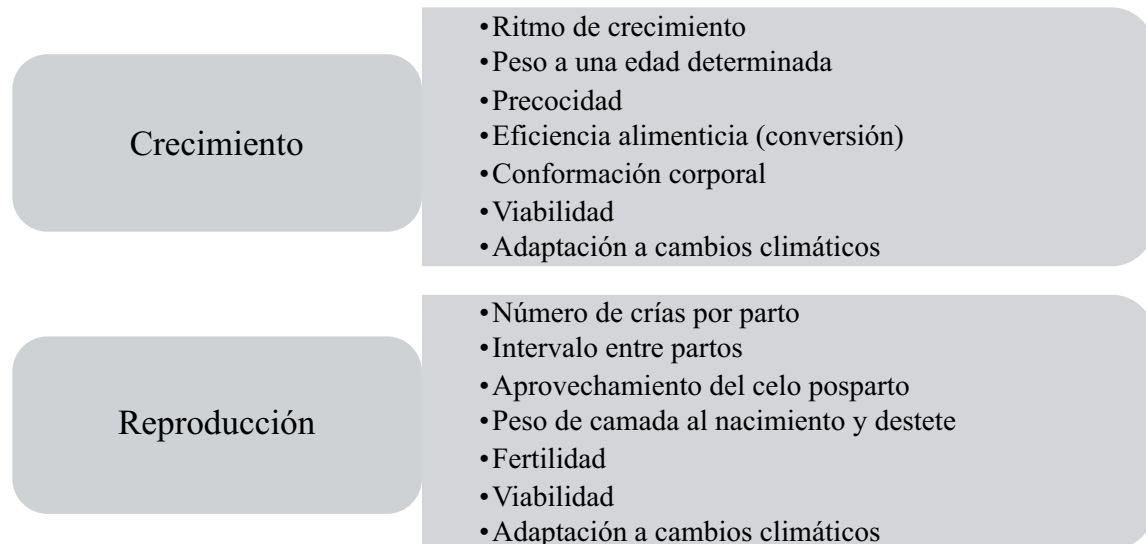
velocidad de crecimiento, conversión alimenticia, eficiencia de la utilización de los alimentos vinculados al peso de carcasa ideal y al momento de beneficio.

- El rendimiento de carcasa: buena masa muscular en el tren posterior, anterior y el lomo, responsables de la buena conformación y proporción cárnica en los cortes de mayor importancia para el mercado y el consumidor.

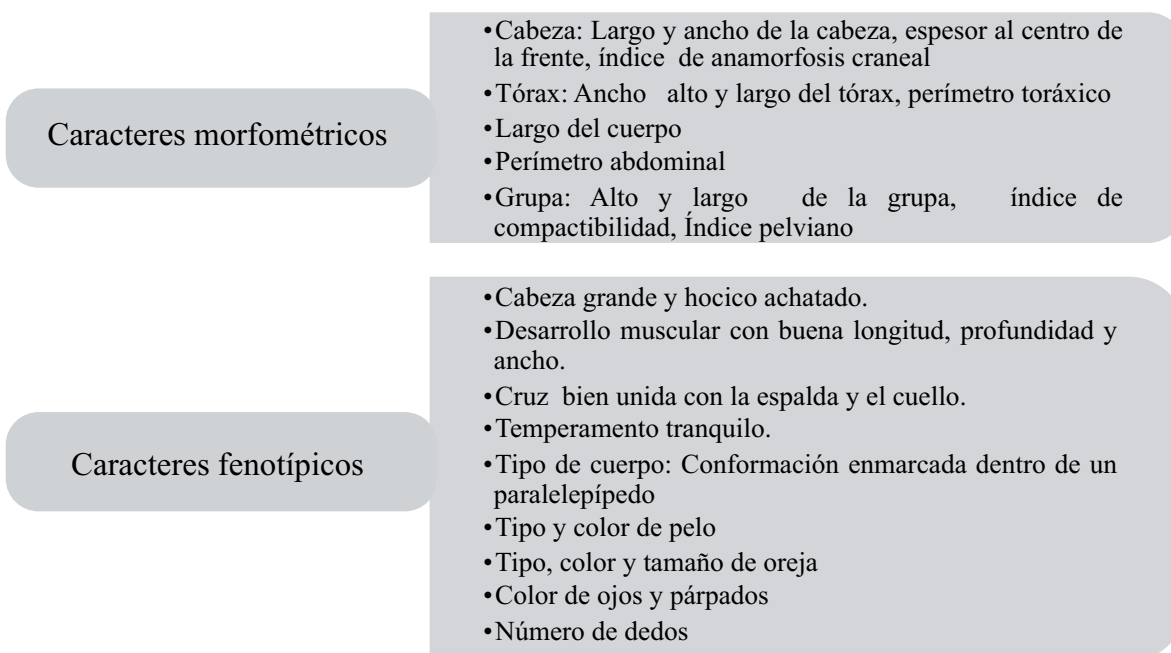
Metodología

La metodología de evaluación de datos considera las variables detalladas en los esquemas 1 y 2. Las características productivas se evalúan generacionalmente. Por otra parte, la morfometría de los cuyes y los fenotipos presentes en las diferentes poblaciones y líneas, es importante, puesto que está asociada a la preferencia en cuanto a reproductores y permiten diferenciar poblaciones y tipos de cuyes por lo cual constituyen un elemento auxiliar para el mejoramiento de la especie ya que estos índices están ligados con algunas características productivas deseables. Por otra parte está la estimación de varianzas genéticas dominantes y aditivas para determinar la heredabilidad lograda en programas de selección y la heterosis en programas de cruzamientos, en estas estimaciones las variables evaluadas son: peso al nacimiento, al destete y a los 42 días de edad y tamaño de camada.

Esquema 1: Características consideradas en mejoramiento genético de cuyes



Esquema 2: Características morfométricas y fenotípicas en mejoramiento genético de cuyes



El diseño empleado para el programa de selección es Carolina I y para el programa de cruzamientos es Griffing I. Por otra parte los modelos matemáticos empleados para los datos se pueden resumir de la siguiente manera:

a. Diseño experimental para evaluar variables del Programa de Selección

$$Y_{ijklmn} = \mu + \alpha_i + \psi_j(i) + \gamma_k(ij) + \delta_l + \theta_m + \lambda_{km}(ij) + \beta_n + \varepsilon_{ijklmn}$$

Donde:

i = 1, 2, 3,....., machos/

j = 1, 2,..... $\psi_j(i)$ hembras/machos

k = 1, 2, 3 δ_l número partos

l = 1, 2 θ_m sexo(machos, hembras)

m = 1,.....8 $\rho_{klm}(ij)$ tamaño de camada

n = 1, 2, 3 épocas del año (en-ab; ma-ago; sep-dic)

Y_{ijklm} = valor observado del peso a 0, 14 ó 42 días de edad de progenie proveniente del i-ésimo macho, j-ésima hembra, k-ésimo número de parto, l-ésimo sexo, m-ésimo tamaño de camada y n – ésima época del año

b. Diseño Experimental para evaluar variables del Programa de Cruzamientos

$$y_{ijk} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + m_i - m_j + \phi_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde:

i = 1 – 2 líneas

j = 1, 2, 3 poblaciones

k = 1, 2, 3,.....poza/cruza

y_{ijk} = Valor fenotípico promedio de la progenie de la cruce entre la i-ésima línea y j-ésima población observada en la k-ésima poza de cruce.

c. Estimación de la Heredabilidad en sentido estricto y en sentido amplio

En sentido estricto:

$$h^2 = \frac{\frac{2}{A}}{\frac{2}{P}}$$

En sentido amplio:

$$H^2 = \frac{\frac{2}{A} + \frac{2}{D}}{\frac{2}{P}}$$

d. Estimación de la Aptitud Combinatoria General (ACG) y Específica (ACE)

Para la i-ésima línea:

$$\hat{g}_i = \bar{y}_{i..} - \bar{y}...$$

Donde:

$\hat{g}_i$ = Aptitud combinatoria general de la i-ésima línea

$\bar{y}_{i..}$ = Valor fenotípico promedio de la i-ésima línea

$\bar{y}...$ = Media general

Para la j-ésima población:

$$\hat{g}_j = \bar{y}_{.j} - \bar{y}_{..}$$

Donde:

$\hat{g}_i$ = Aptitud combinatoria general de la j-ésima población

$\bar{y}_{i..}$ = Valor fenotípico promedio de la j-ésima población

$\bar{y}_{...}$ = Media general

La ACE se calcula como:

$$\hat{s}_{ij} = \bar{y}_{ij.} - \hat{g}_i - \hat{g}_j - \bar{y}_{...}$$

Dónde:

$\hat{s}_{ij}$ = ACE de la cruce entre la i-ésima línea y la j-ésima población.

$\bar{y}_{ij.}$ = Valor fenotípico prom.de la cruce de la i-ésima línea y j-ésima población

$\hat{g}_i$ = Aptitud combinatoria general de la i-ésima línea

$\hat{g}_j$ = Aptitud combinatoria general de la j-ésima población

$\bar{y}_{...}$ = Media general

Resultados y Discusión

Resultados del Programa de Mejora Genética por Cruzamiento y Selección Para los caracteres de rendimiento: tamaño de camada, pesos nacimiento, 14 y 42 días, las varianzas genéticas y ambientales indican que a partir de los 14 días

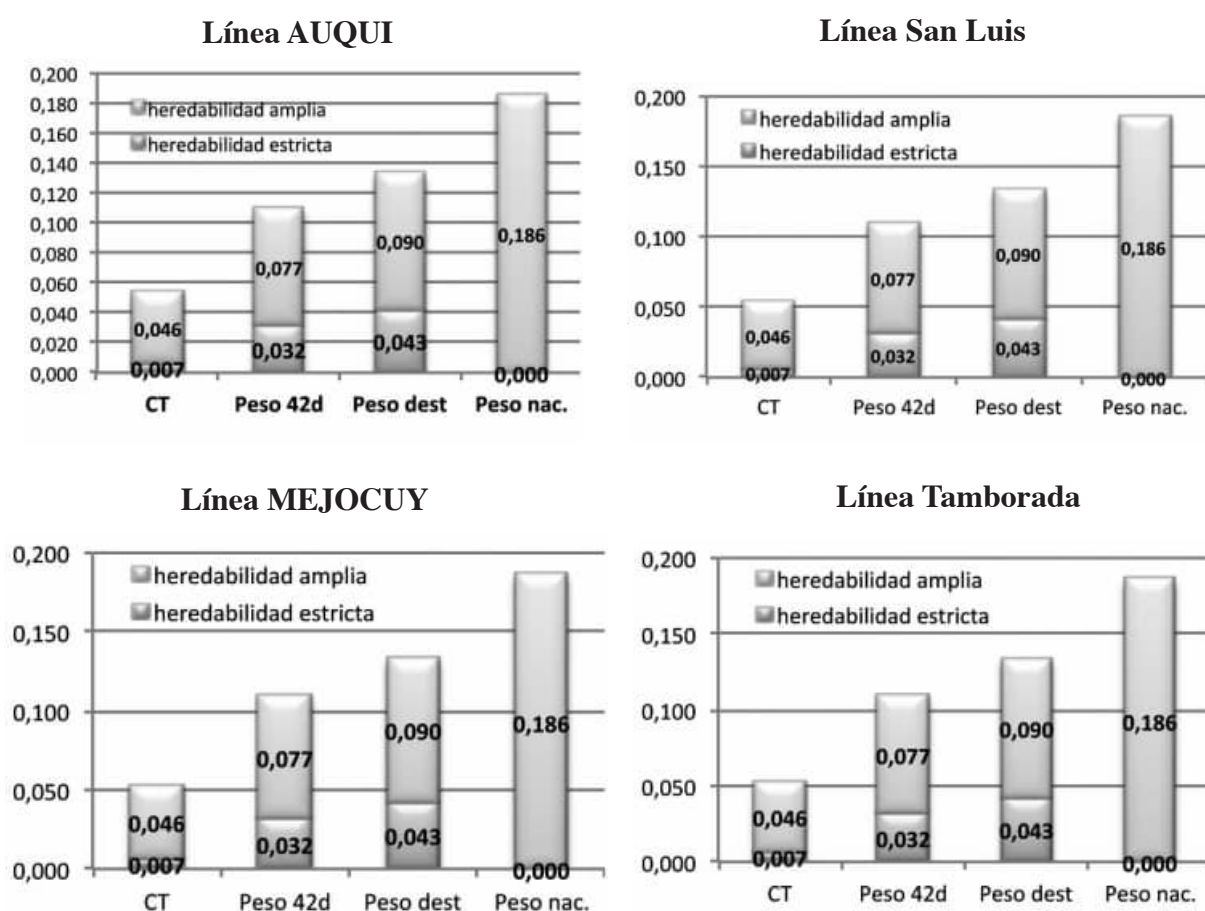
de edad para los planteles Tamborada, AUQUI I, y San Luis I se presentan mayores varianzas genéticas y a los 42 días de edad para los otros planteles. Cuando el animal presenta mayor varianza genética es la edad en la cual ya no hay efectos maternos y se manifiesta su fenotipo individual.

Cuadro 1. Varianza genética y ambiental

PLANTEL	CARACTERES DE RENDIMIENTO (%)							
	Tam. camada		Peso Nac.		Peso 14 días		Peso 42 días	
	V. Gen.	V. Amb.	V. Gen.	V. Amb.	V. Gen.	V. Amb.	V. Gen.	V. Amb.
TAMBORADA	7.01	92.99	12.64	87.36	0.00	100.00	16.73	83.27
AUQUI I	6.92	93.08	15.83	84.17	3.27	96.73	16.60	83.40
SAN LUIS I	13.94	86.06	15.04	84.96	0.00	100.00	11.42	88.58
AUQUI II	9.84	90.16	18.21	81.79	13.99	86.01	26.10	73.90
SAN LUIS II	11.60	88.40	20.56	79.44	11.20	88.80	17.74	82.26
ROSARIO	17.74	82.26	12.98	87.02	29.82	70.18	0.00	100.00
PERÚ	10.09	89.91	26.19	73.81	15.53	84.47	9.44	90.56

En base a las varianzas genéticas y ambientales, se han determinado los valores de heredabilidad, en general se observa que estos valores fluctúan bastante en los caracteres evaluados, siendo en algunos casos 0.00, lo cual indica que el componente ambiental es determinante por encima del genético, lo cual es de esperar debido a que estos planteles se encuentran en adaptación. Sin embargo, los datos serán útiles como punto de partida referencial para analizar en futuras generaciones la respuesta a la selección y otros

aspectos que permitan evaluar el rendimiento de estas líneas bajo las condiciones de la región. Las gráficas muestran el componente ambiental determinante en algunas de las variables evaluadas como el tamaño de camada, al ser una variable reproductiva es de esperar que tenga efectos ambientales determinantes. Por otra parte en las variables de peso al destete y 42 días se observa un mayor efecto aditivo en la heredabilidad, atribuible al resultado de la selección para estos caracteres.



Gráfica 1: Heredabilidad en sentido amplio y estricto en líneas del Programa de Selección

El Cuadro 2 de los valores de heterosis en algunas cruza muestran el potencial de las líneas peruanas Perú y Tamborada (*) para

establecer cruzamientos que favorezcan el carácter tamaño de camada.

Cuadro 2. Heterosis para el tamaño de camada con respecto al mejor progenitor en líneas del Programa de Cruzamiento

Cruzas	Media del mejor Progenitor	Media de la Cruza	Diferencia	Pr< T
AP	3.06	3.39	0.33	0.4462
AZ	2.83	3.04	0.21	0.7966
MA	3.85	3.92	0.07	0.9001
MS	3.85	3.89	0.04	0.9451
MY	3.85	3.90	0.05	0.9119
PT*	3.06	4.63	1.57	0.0036*
SP	3.06	3.09	0.03	0.9564
TP	3.06	3.85	0.79	0.1356
TZ	2.83	3.03	0.20	0.7665
YS	2.83	3.21	0.38	0.4749

Fuente: Angulo, 2013.

Donde: A e Y = AUQUI, P = Perú, S y Z = San Luis, M = MEJOCUY, T = Tamborada

Cuadro 3. Heterosis para el tamaño de camada con respecto al mejor progenitor en líneas del Programa de Cruzamiento

Cruzas	Media del mejor Progenitor	Media de la Cruza	Heterosis	Pr< T
PT	543.22	655.99	112.77	0.0267*
ZS	578.98	632.94	53.96	0.2847
ZT	555.81	584.49	28.68	0.5689
YT	593.09	636.70	43.61	0.3869
YA	593.09	625.72	32.63	0.5170
YP	593.09	621.56	28.47	0.5717
YS	593.09	597.93	4.84	0.9234

Fuente: Angulo, 2013

Donde: A e Y = AUQUI, P = Perú, S y Z = San Luis, M = MEJOCUY, T = Tamborada

En el Cuadro 2, se observa el potencial de las cruzas Perú por Tamborada para establecer mayores rendimientos en el peso a 42 días.

Conclusiones

Las líneas MEJOCUY, Tamborada, AUQUI, San Luis, Rosario y Perú del Programa de Selección del Centro MEJOCUY, presentan valores de heredabilidad en sentido amplio, mucho mayores que los valores en sentido estricto, lo cual refleja que el componente ambiental sigue siendo mucho más

determinante que el componente genético que avanza lentamente. Sin embargo, aparentemente los criterios de selección son adecuados dado que existe un incremento generacional en los caracteres de rendimiento. El Programa de Cruzamiento como estrategia para generar germoplasma de alta calidad genética aprovechando el principio de heterosis de diferentes combinaciones ha establecido que las cruzas Perú por Tamborada obtienen mayores rendimientos en el peso a 42 días y de igual manera el tamaño de camada.

Recomendaciones

En base a los resultados obtenidos se sugiere continuar con el programa de Selección añadiendo mayor presión de selección a un grupo élite pequeño. Por otra parte en el Programa de Cruzamientos se tendría que establecer cruza alternativas adicionales además de la que reportó mayor rendimiento para establecer a lo largo de 3 o más partos la superioridad de la crusa recomendada.

Referencias Citadas

- Aliaga, L., R. Moncayo, E. Rico y A. Caycedo. 2009. Producción de cuyes. Editorial de la universidad católica sedes sapientiae. Lima-Perú. Pág. 405-407.
- Angulo, M. 2013. Aptitud combinatoria, Efectos Maternos y Heterosis de los caracteres peso y tamaño de camada en cruzamientos de líneas exóticas y poblaciones locales del Centro MEJOCUY. Tesis Ing. Agr. Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia. 103 P
- Gonzáles, L. 2008. Caracterización morfométrica y fenotípica en poblaciones y líneas de cuyes del Proyecto MEJOCUY Tesis Lic. Bio. Carrera de Biología. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia. 103 P.
- Magne, J. 2009. Herencia de la resistencia genética de arveja, *Pisum sativum* L., al anegamiento. Tesis Ing. Agr. UMSS Cochabamba. Bolivia.
- Rico, E. 2006. Conservación de germoplasma de cuyes nativos y exóticos en Bolivia. Memorias VII Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. Red XII – H CYTED sobre Conservación de la Biodiversidad de los Animales Locales para el Desarrollo Rural Sostenible. p. 19 – 29.
- Rico, E. y C. Rivas. 2013. Informe Técnico Científico 2012. Centro de Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy en Bolivia MEJOCUY. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.
- Rivas, C. 2006. Parámetros Genéticos en Poblaciones de Cuyes del Proyecto MEJOCUY. Memorias VII Simposio Iberoamericano sobre Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos. Red XII – H CYTED sobre Conservación de la Biodiversidad de los Animales Locales para el Desarrollo Rural Sostenible. p. 211– 215.
- Rivas, C. 2012. Plan de Mejora Genética 2011 de Poblaciones y Líneas de Cuyes del Centro MEJOCUY. Centro de Mejoramiento Genético y Manejo del Cuy en Bolivia MEJOCUY. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba, Bolivia.

Principales cultivos y principales problemas fitosanitarios según los agricultores de la comunidad La Plazuela, Municipio de Irupana, Provincia Sud Yungas, Departamento de La Paz

Vania Barrientos Vera¹, Sergio Ávila Calero², Krystal Bedregal Flores³, Sergio Moreira Ascarrunz^{3*}

¹Facultad de Agronomía, Universidad Mayor de San Andrés, Calle Landaeta No. 1850, La Paz, Bolivia

²Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Andrés, Calle 27 Cota Cota S/N, La Paz, Bolivia

³Centro de Investigación y Control Biológico de Plagas, Instituto de Investigaciones Fármaco-Bioquímicas, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Universidad Mayor de San Andrés, Av. Saavedra No. 2224, La Paz Bolivia

*e-mail:sermoreira@yahoo.com Dirección actual: Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Calle Batallón Colorados No. 24, Edificio El Cóndor, Piso 16, La Paz, Bolivia

Resumen

El presente trabajo reporta la percepción de agricultores acerca de los problemas fitosanitarios de importancia en los principales cultivos de la localidad La Plazuela del Municipio de Irupana (Prov. Sud Yungas-Depto. de La Paz). Los resultados mostraron que el cultivo de mayor relevancia es el mango y cuyos problemas fitosanitarios de mayor importancia económica son la Mosca de la Fruta (*Anastrepha fraterculus* Wied.) y la Antracnosis del mango (*Colletotrichum gloeosporioides* Teleomorfo *Glomerella cingulata*). Se evidenció que los agricultores de la comunidad La Plazuela no han recibido asistencia técnica óptima en el pasado, particularmente en lo que se refiere a sanidad vegetal. Consecuentemente el manejo que realizan de los árboles de mango tampoco es óptimo, tanto desde el punto de vista del manejo como de la sanidad.

Palabras clave: Mango, mosca de la fruta, antracnosis

Abstract

The present study reports the perception from farmers about their main crops and their main plant health problems in the community La Plazuela in the Municipality of Irupana (Sud Yungas Province-Dept. of La Paz). Results showed that mango is the most important crop and that its most important plant health problems are Fruit Fly (*Anastrepha fraterculus* Wied.) and Anthracnosis of mango (*Colletotrichum gloeosporioides* Teleomorph *Glomerella cingulata*). It was evident that farmers of the community of La Plazuela have not received optimal technical assistance in the past, particularly regarding plant health. Consequently, their management of mango trees is not optimal either, not only from the perspective of management but also from the perspective of plant health.

Keywords: Mango, fruit fly, anthracnosis

Introducción

La zona sud-occidental de los Yungas de La Paz (municipios de Coroico, Coripata, Yanacachi, Chulumani e Irupana) es la zona tradicional de cultivo de coca. Además, es la zona con mayor cantidad de cultivos de coca en La Paz y, sin embargo, es la zona que ha recibido menos apoyo integral en Desarrollo Alternativo (Barrientos, 2010).

En lo que se refiere a rubros agropecuarios alternativos a la coca, el Municipio de Irupana ha desarrollado un liderazgo gracias a iniciativas privadas como la empresa Irupana Andean Organic Food, que trabaja con productores de cereales, aves, frutales y café, o la Corporación Agropecuaria Campesina (CORACA) Irupana, que apoya a productores de café, miel y frutales (PNUD, 2008). Por su parte, el Municipio de Irupana ha priorizado, dentro de su eje de Desarrollo Económico Municipal, la producción de café, amaranto, mango y miel (GAMI, 2010; Antezana, 2012). Pese a lo mencionado anteriormente, no se tienen muchos estudios respecto a la importancia de los cultivos alternativos para los productores y los problemas fitosanitarios que estos tienen que enfrentar. El presente estudio tuvo el objetivo de determinar la importancia de los cultivos y los problemas fitosanitarios que afectan a estos para los agricultores de la Comunidad de La Plazuela del Municipio de Irupana.

Materiales y Métodos

La comunidad La Plazuela del Municipio de Irupana se encuentra localizada a una altitud de aprox. 1200 msnm y a 16°31'37"S y 67°24'17"O. Para el presente estudio se aplicó una entrevista semi-estructurada a agricultores de la comunidad y comunidades aledañas. La encuesta se basó parcialmente en información del PDM 2005-2010 (GAMI, 2010) y se

subdividió en cinco grandes áreas: Cultivos producidos y su importancia, épocas de mayor y menor trabajo en el campo, labores culturales empleadas y utilización de agroquímicos. Debido a que los agricultores encuestados no llevan un registro de los rendimientos de cada cosecha se optó por preguntar acerca de la producción de la última cosecha y de la superficie del cultivo. En base a estos datos se obtuvo un estimado del rendimiento de la última cosecha.

Posteriormente se aplicó una encuesta acerca de los aspectos fitosanitarios de la zona de estudio, en la cual se solicitó información acerca de asesoramientos previos recibidos por los agricultores encuestados respecto a sanidad vegetal y los resultados percibidos de este asesoramiento, conocimientos de los agricultores encuestados acerca de las plagas que afectan a sus cultivos, los métodos utilizados por los agricultores encuestados para controlar plagas y enfermedades y el manejo de plaguicidas. Posteriormente y debido a la importancia reportada por los agricultores, se procedió a consultarles acerca de la dinámica de la Mosca de la Fruta y los daños que provoca.

Paralelamente, se realizó la observación de síntomas y signos de enfermedades y plagas asociadas al cultivo de mango, en árboles muestreados y georeferenciados. Al mismo tiempo se tomaron muestras de hojas y tallos de mango con síntomas de enfermedades (necrosis, tizón, etc.) para realizar el aislamiento de el/los agentes causales en medio Agar Nutritivo (AN) o Agua-Papa-Azúcar (APA), según métodos descritos anteriormente (French y Hebert, 1980). También se muestrearon frutos de mango con presencia de larvas para establecer una cría y realizar una identificación preliminar, según una metodología publicada anteriormente (Manso, 1998).

Resultados y Discusión

Se logró encuestar a 47 agricultores, tanto en sus parcelas de trabajo como en sus viviendas. La procedencia de los agricultores se detalla en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Comunidades de procedencia de los agricultores encuestados.

Población o Comunidad	Agricultores Número	encuestados Porcentaje
La Plazuela	38	80.9
Pola	7	14.9
Porotoco	2	4.3
Total	47	100.0

Los principales cultivos que los agricultores encuestados reportaron se detallan en la Figura 1A, así como también los principales patrones de asociación de cultivos que emplean los encuestados (Figura 1B).

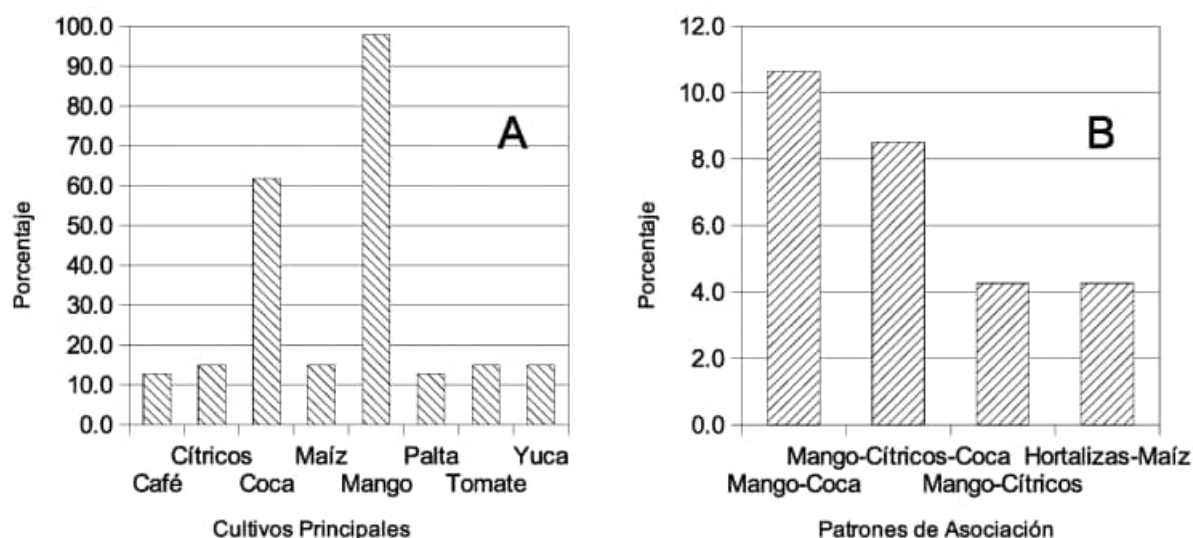


Figura 1. (A) Principales cultivos según el porcentaje de agricultores que mencionaron al cultivo como importante (n=47). (B) Principales patrones de asociación de cultivo según el porcentaje de agricultores que reportaron la práctica de asociación de cultivos y el patrón o patrones que utilizan (n=47).

La Figura 1 muestra que, para la mayoría de los agricultores encuestados, el mango (97.9%) y la coca (61.7%) son los cultivos más importantes. Adicionalmente se pudo observar que la mayoría de los agricultores emplean estos dos cultivos en asociación, ya sea entre ellos mismos (10.6%) o con algún otro cultivo

de menor importancia. La asociación entre mango y coca no es permanente, ya que solamente se realiza cuando las plantas son jóvenes. Según los agricultores, la sombra que el mango provoca al ser de mayor edad no permite el desarrollo de plantas de coca.

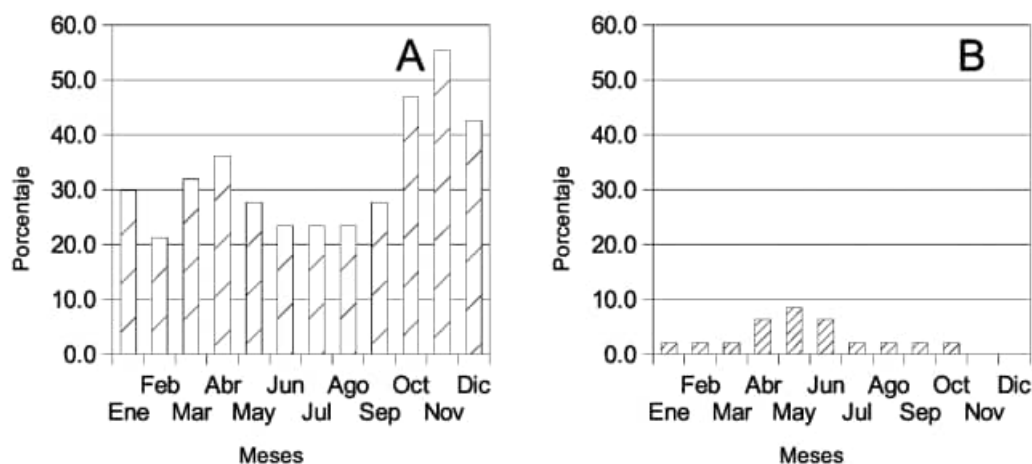


Figura 2. Porcentaje de agricultores encuestados (n=47) que reportaron las épocas de mayor trabajo (A) y menor trabajo (B) en sus parcelas.

En lo que se refiere a las épocas de mayor y menor trabajo en el campo, las respuestas de los agricultores encuestados se muestran en la Figura 2. El mayor porcentaje de agricultores reportó que su mayor actividad en el campo se da entre los meses de Octubre y Diciembre (42.6% y 55.3% de los encuestados). En estos meses se da la coincidencia entre la cosecha de

mango y una de las 4 cosechas anuales de coca, por lo que la actividad es mayor. Por otro lado, la época en la que mayor número de agricultores reportaron poco o nada de trabajo de campo se encuentra entre los meses de Abril y Junio, pero el porcentaje de agricultores que dieron ese tipo de respuestas es bastante reducido (inferior a 9 %).

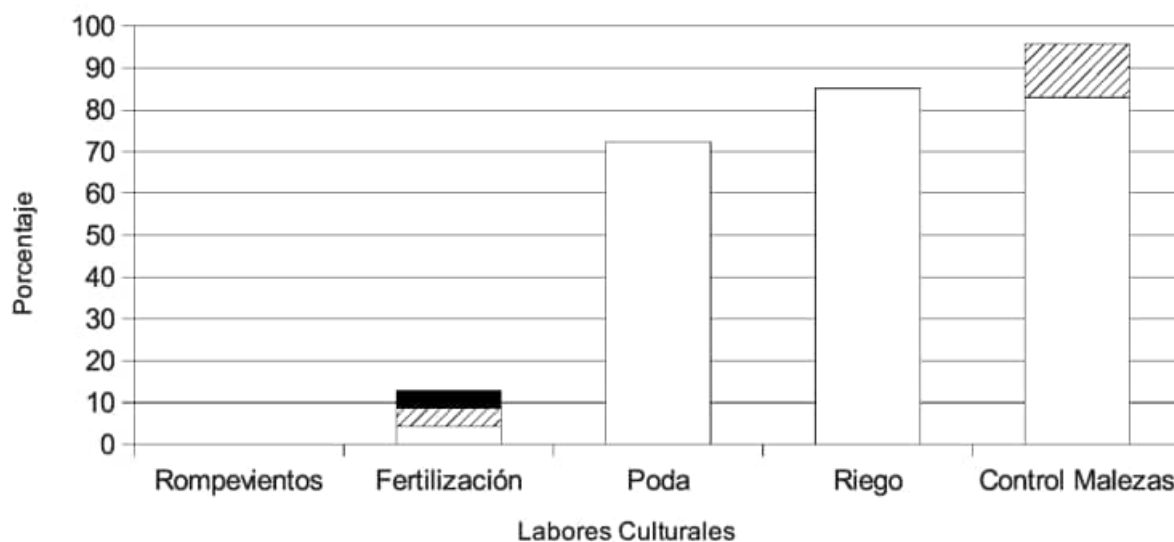


Figura 3. Principales labores culturales que realizan los agricultores encuestados (n=47). Dentro de las labores de fertilización y control de malezas se muestra el porcentaje de agricultores encuestados que mencionaron métodos químicos (patrón de líneas inclinadas) y métodos orgánicos (color negro).

Las labores culturales sobre las que fueron encuestados los agricultores y los respectivos porcentajes de respuestas se muestran en la Figura 3. El 95.8% de los agricultores encuestados reportaron que realizan el control de malezas de sus cultivos. El 12.8% de los encuestados reportaron que utilizan algún herbicida para este fin. La realización de riego y poda fue reportada por el 85.1% y el 72.3% de los encuestados, respectivamente. Sin embargo, el riego se refiere principalmente al desvío de acequias en la época seca por 2 horas

a la semana para cubrir todos sus cultivos con riego por inundación. La poda se refiere principalmente al corte no rutinario de ramas muertas, rotas y/o caídas, sin ningún criterio de formación de los árboles o prevención de problemas fitosanitarios. El 12.9% de los encuestados reportaron la realización de fertilización de sus cultivos. El 4.3% de los encuestados reportaron el uso de algún fertilizante sintético y el 4.3% de los encuestados reportó el uso de estiércol para la fertilización.

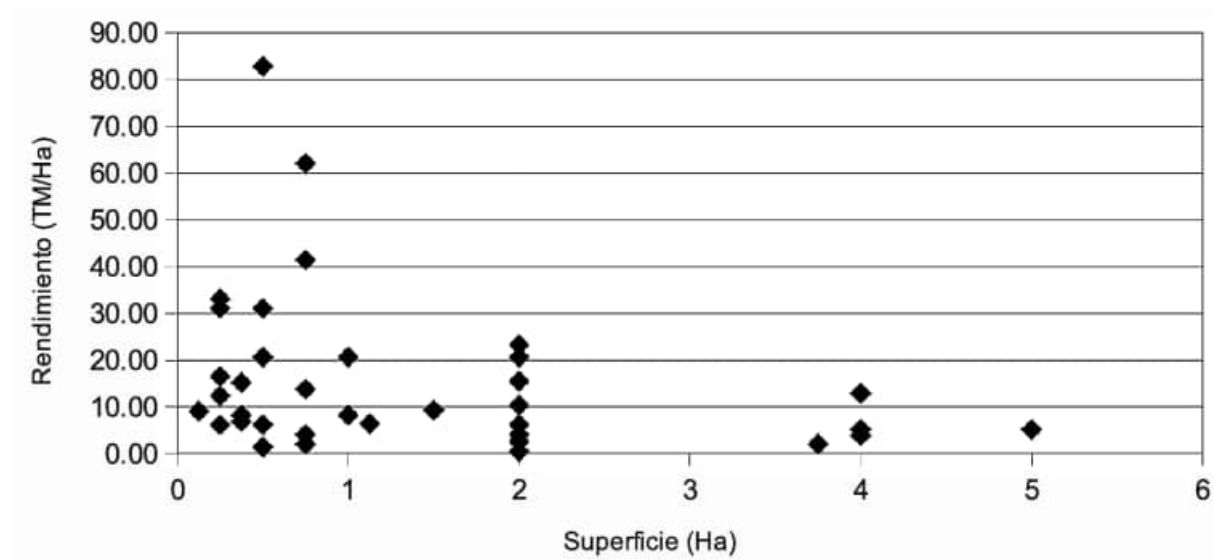


Figura 4. Relación Superficie de cultivo vs. Rendimiento de mango reportado por los agricultores encuestados.

Al ser consultados acerca de la producción de mango, por ser este el cultivo más importante, la moda de las respuestas de los agricultores encuestados fue de 10.35 t, con una mediana de 9.32 t. La moda y la mediana de la superficie cultivada reportada fueron de 0.75 ha. En base a estos datos se calculó un rendimiento promedio de mango de 15.16 t·ha⁻¹ con una mediana de

9.32 t·ha⁻¹. Para la coca se calculó un rendimiento promedio de 172.75 Kg·ha⁻¹, con una mediana de 73.97 Kg·ha⁻¹. Se evidenció que a mayor superficie reportada, los agricultores encuestados percibieron una menor producción (rendimiento) en mango, lo que se muestra en la Figura 4.

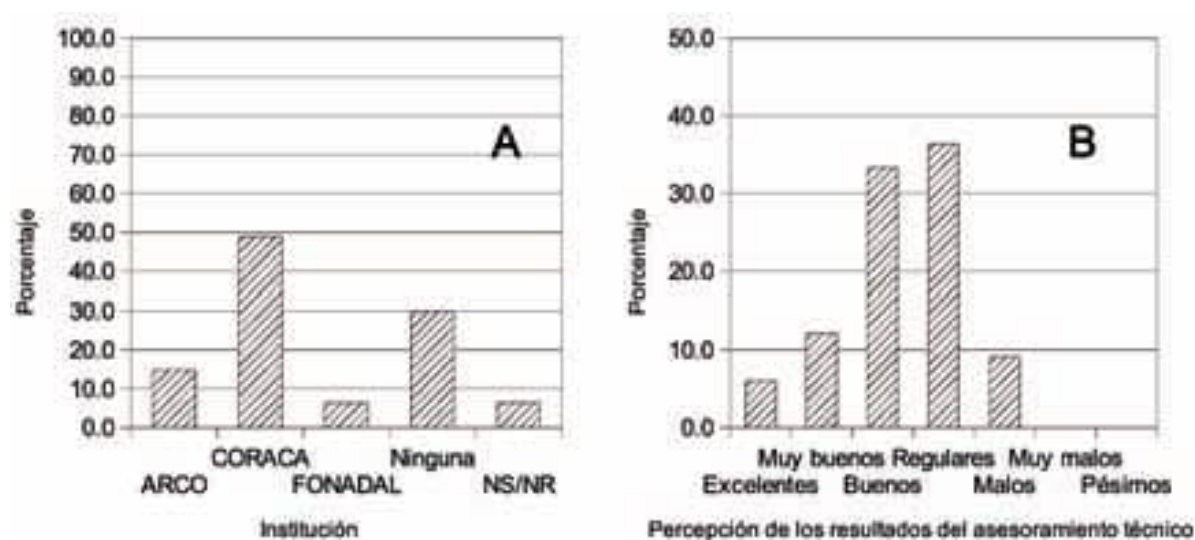


Figura 5. (A) Porcentaje de agricultores encuestados (n=47) que recibieron asesoramiento fitosanitario según la institución que estuvo encargada de dicho asesoramiento. (B) Resultados percibidos del asesoramiento fitosanitario, agrupados según el porcentaje de agricultores que reportaron una evaluación de dichos resultados (n=47).

Los resultados de la consulta acerca de instituciones que prestaron asesoramiento fitosanitario a los agricultores encuestados se muestran en la Figura 5A, donde se detalla el porcentaje de agricultores que recibieron asesoramiento de parte de cada institución. Además, en la Figura 5B, se puede observar los resultados percibidos por los agricultores encuestados, respecto al asesoramiento fitosanitario recibido.

Se puede observar que el mayor porcentaje de agricultores (48,9 %) recibieron asesoramiento de CORACA (Corporación Agropecuaria Campesina) y en menor proporción (14,9 %) de la institución ARCO (Actividad Rural Competitiva-Proyecto de USAID). La mayor parte de los agricultores percibieron los resultados de este asesoramiento como Buenos (33,3 %) o Regulares (36,4 %).

Cuadro 2. Porcentaje de agricultores encuestados (n=47) que recibieron asesoramiento fitosanitario, agrupados según la institución que proporcionó el asesoramiento y los resultados percibidos del asesoramiento (E=Excelentes, MB=Muy Buenos, B=Buenos, R=Regulares, M=Malos, MM=Muy Malos, P=Pésimos).

Institución	Percepción de los resultados						
	E	MB	B	R	M	MM	P
ARCO	0.0	2.1	8.5	4.3	0.0	0.0	0.0
CORACA	0.0	6.4	19.1	14.9	6.4	0.0	0.0
FONADAL	0.0	0.0	2.1	4.3	0.0	0.0	0.0

Si se compara la apreciación de los resultados percibidos del asesoramiento fitosanitario, según la institución que proporcionó dicho

asesoramiento (Cuadro 2), se puede observar que CORACA tuvo el mayor porcentaje de percepción de buenos resultados (19,1 %).

Cuadro 3. Porcentaje de agricultores encuestados (n=47) que recibieron asesoramiento fitosanitario, agrupados por el tiempo transcurrido entre el asesoramiento y la encuesta.

Institución	Asesoramiento realizado hace:				Duración del asesoramiento			
	1 año o menos	2 años	3 años	1 semana o menos	1-4 semanas	3-6 meses	6-12 meses	1 año o mas
ARCO	6.4	4.3	4.3	10.6	0.0	0.0	4.3	0.0
CORACA	34.0	10.6	2.1	31.9	0.0	4.3	0.0	4.3
FONADAL	4.3	2.1	0.0	0.0	0.0	2.1	0.0	4.3

Si se observa el tiempo transcurrido entre la encuesta y el último asesoramiento y la duración del asesoramiento (Cuadro 3), se puede observar que el mayor porcentaje de los agricultores encuestados (44,7 %) recibieron asesoramiento técnico fitosanitario hace 1 año o menos. En general el asesoramiento recibido duró 1 semana o menos (42,5% de los encuestados).

Al relacionar los datos de duración del

asesoramiento fitosanitario y tiempo transcurrido entre la encuesta y el último asesoramiento fitosanitario se puede inferir que la mayoría de los agricultores encuestados (21,3 %) recibieron asesoramiento fitosanitario hace 1 año o menos, pero este asesoramiento duró 1 semana o menos, siendo principalmente una sesión de fumigación de 1 día, sin ningún seguimiento ni información adicional, según los propios encuestados.

Cuadro 4. Plagas que afectan a cultivos según el porcentaje de agricultores (n=47) que reportaron la plaga.

Nombre común de la plaga	Porcentaje de agricultores que la reportan	Cultivos mencionados
Broca	21.3	Café, Mango ^a
Escama blanca	44.7	Cítricos, Mango
Metro	2.1	Coca
Mosca de la fruta	100.0	Cítricos, Mango, Palto
Polilla	10.6	Coca, Maíz, Mango ^a , Tomate
Ticona	14.9	Coc ^a , Maíz, Mango ^a , Vainita
Ulo	19.1	Coca
Yaja	23.4	Ají, Coca, Cítricos, Tomate

^aLa plaga fue erróneamente asociada por los agricultores al cultivo indicado

Los insectos plaga para los cuales los agricultores reportaron conocimiento y asociación a algún cultivo se muestran en el Cuadro 4. Las plagas que fueron mencionadas con mayor frecuencia fueron la Mosca de la Fruta, asociada a cultivos de cítricos, mango y palto y la escama blanca, asociada a cultivos

de cítricos y mango. Estas dos plagas también fueron correctamente identificadas y asociadas, por los encuestados, a los cultivos que afectan. En general, unas pocas plagas (Broca, Polilla y Ticona), fueron asociadas incorrectamente al cultivo de mango por algunos agricultores.

Cuadro 5. Enfermedades de cultivos reportadas por los agricultores encuestados según el porcentaje de agricultores que las reportaron (n=47).

Nombre común de la enfermedad	Porcentaje de agricultores que la reportan	Cultivos mencionados
Cancrosis	2.1	Mango ^a
Carbón	2.1	Cítricos ^a , Paltoa
Chajchi	6.4	Mango ^a
Chiri	17.0	Ají, Coca ^a , Mangoa, Tomate, Vainita ^a
Cheje	34.0	Cocaa, Mango, Tomate
Gomosis	8.5	Mango ^a , Cítricos
Kasawi	10.6	Ají, Coca ^a , Tomate, Vainita ^a
Mancha Chocolate	2.1	Ajía, Tomate ^a , Vainita ^a
Ojo de gallo	2.1	Mango ^a
Phutira	21.3	Ají, Coca, Lechuga, Tomate
Pudrición	6.4	Coca ^a , Mango ^a , Tomate
Roya	4.3	Café, Mango ^a
Sarro	10.6	Café, Hortalizas, Mango ^a
Sigatoka Amarilla	2.1	Coca ^a

^aLa enfermedad o sus síntomas fueron erróneamente asociados por los agricultores al cultivo indicado

Las enfermedades mencionadas por los agricultores encuestados se encuentran listadas en el Cuadro 5. Las enfermedades más mencionadas fueron Cheje (necrosis foliar, mencionada por el 34.0% de los encuestados), Phutira (muerte súbita de plantas jóvenes, mencionada por el 21.3 %) y Chiri (encrespamiento foliar, mencionado por el 17.0 %). Es de notar que muchas enfermedades fueron erróneamente identificadas y/o asociadas a cultivos. Por otro lado, muchos agricultores mencionaron a plagas cuando fueron consultados por enfermedades.

Cuadro 6. Incidencia de síntomas y signos asociados a enfermedades y plagas en los árboles de mango muestreados y georreferenciados (n=42) alrededor de la comunidad La Plazuela.

Síntomas o signos asociados a:	Incidencia (%)
Antracnosis	85.7
Mancha negra	100.0
Oidio	28.6
Escamas	35.7
Cochinillas	50.0

En los árboles de mango muestreados y georreferenciados se encontraron daños de insectos plaga chupadores conocidos comúnmente como cochinillas y escamas. También se observaron síntomas asociados a antracnosis, mancha negra y oídio. En el Cuadro 6 se evidencia que, dentro de los síntomas asociados a enfermedades, los más comunes son los asociados a mancha negra (100.0 %) y a antracnosis (85.7 %). En lo que respecta a las plagas encontradas, la incidencia de las escamas y de las cochinillas fue de 35.7% y 50.0 %, respectivamente.

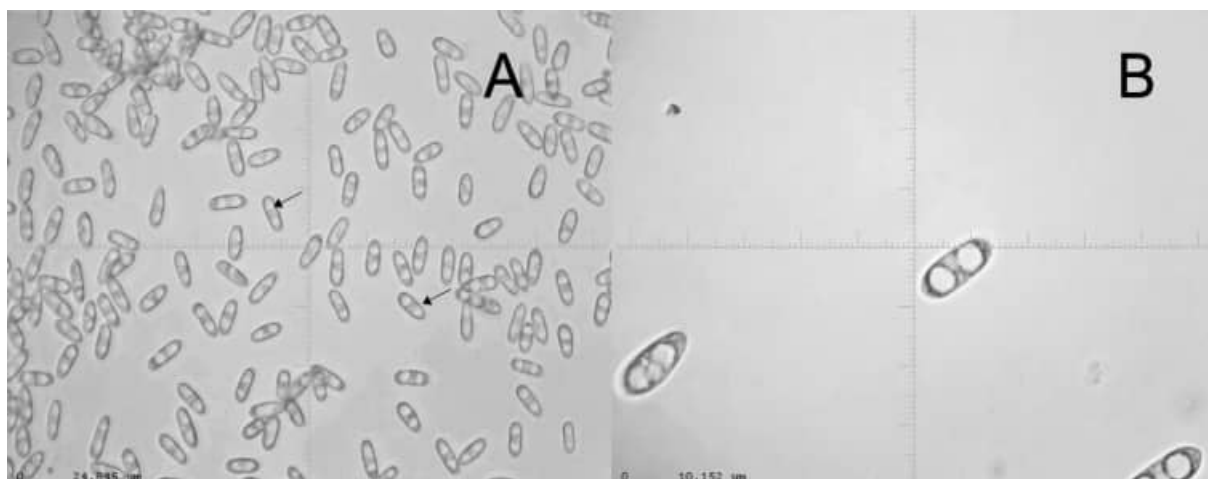


Figura 6. (A) Esporas de hongos aislados a partir de hojas necrosadas de mango (barra=25 µm. (B) Detalle de las mismas esporas, con una morfología asociada al hongo *Glomerella cingulata* (Anamorfo *Colletotrichum gloeosporioides*), asociado a la antracnosis del mango (barra=10 µm=0.01 mm).

La observación de estructuras reproductivas (esporas) de los hongos aislados de muestras de tejido necrosado en hojas (Figura 6), evidencio una morfología coincidente con la reportada para el hongo *Glomerella*

cingulata, teleomorfo de *Colletotrichum gloeosporioides*, hongo reportado como el causante de Antracnosis en mango (Ellis y Ellis, 1997; Peña *et al.*, 2009; Ploetz y Freeman, 2009).

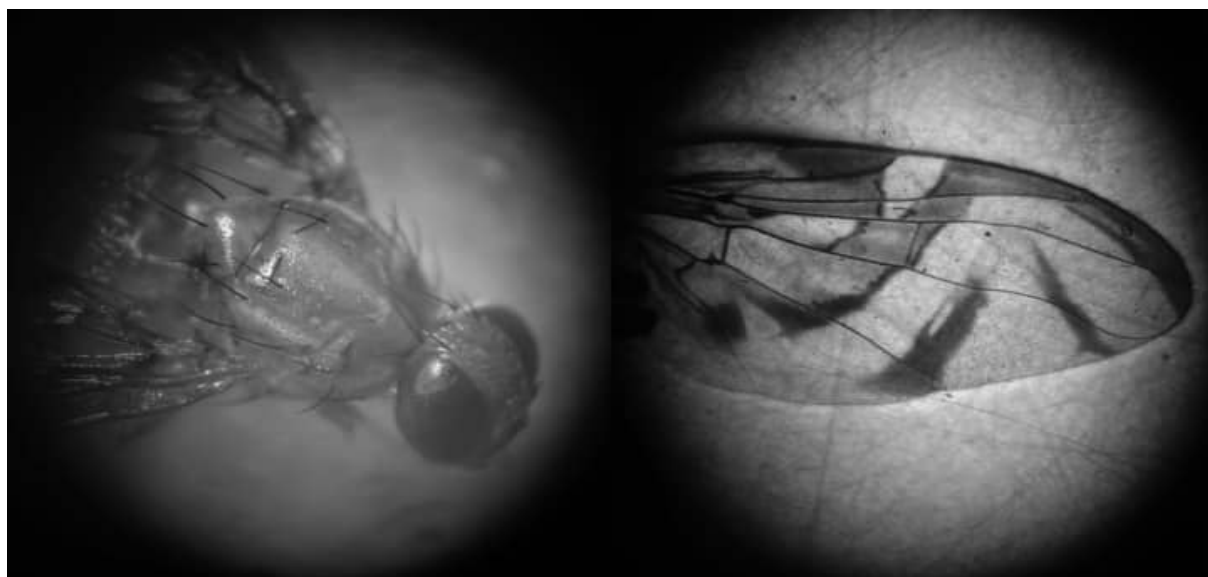


Figura 7. Tórax y ala de un espécimen hembra de *Anastrepha fraterculus* (Wied.) observados bajo estereomicroscopio (40×). El espécimen fue obtenido a partir de una larva encontrada en un fruto de mango dañado.

A partir de larvas encontradas en frutos de mango obtenidos de los árboles muestreados, se logró obtener numerosos adultos e identificar a la Mosca de la Fruta presente en la zona de acuerdo a claves morfológicas publicadas

anteriormente (Korytkowski, 2009; Caraballo, 2001; Manso, 1998). La especie se identificó como *Anastrepha fraterculus* (Wied.) y las características para llegar a esta identificación se muestran en la Figura 7 y en la Figura 8.

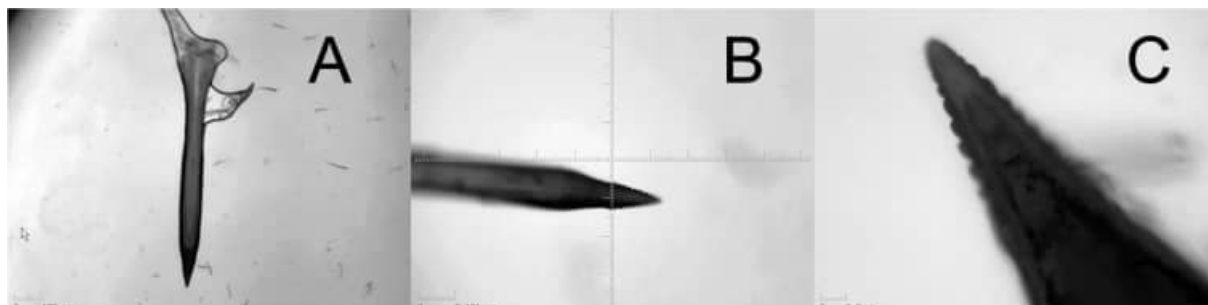


Figura 8. (A) Microfotografía del aculeus (ovipositor) de una mosca obtenida a partir de frutos infestados de mango (barra = 250 μm = 0.25 mm). (B) Detalle del aculeus, característico de *Anastrepha fraterculus* Wied. (barra = 100 μm = 0.1 mm). (C) Detalle del ápice del aculeus, característico de *Anastrepha fraterculus* Wied. (barra = 1 μm = 0.001 mm).

Dada la importancia percibida de la plaga, los agricultores encuestados también fueron consultados acerca de las épocas en las que observan la aparición (Figura 9), mayor presencia (Figura 10) y desaparición (Figura 11) de la Mosca de la Fruta.

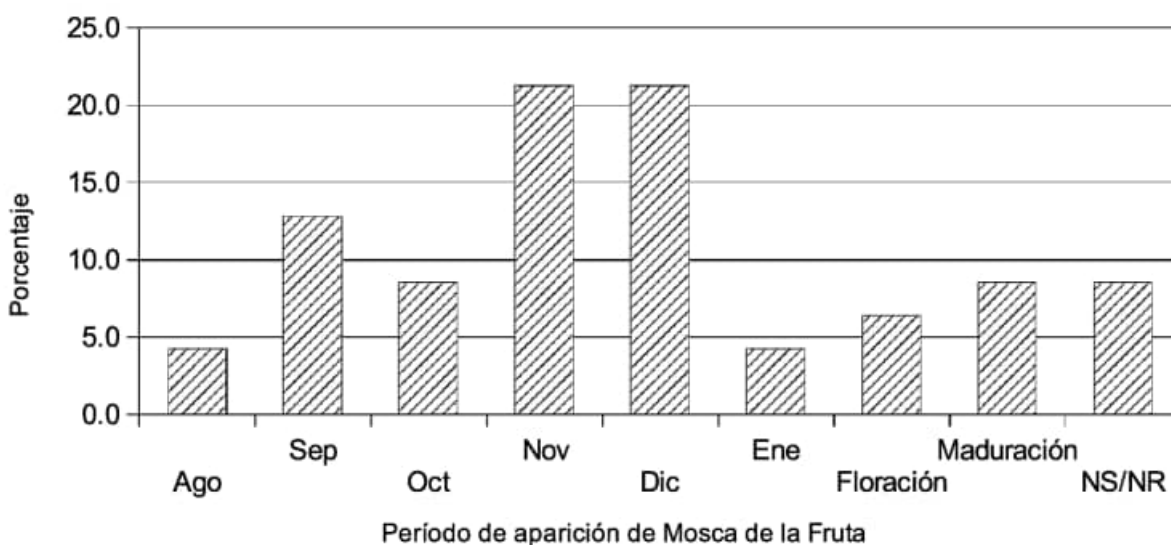


Figura 9. Época de aparición de la mosca de la fruta según el porcentaje de agricultores que reportaron el mes de aparición (n=47).

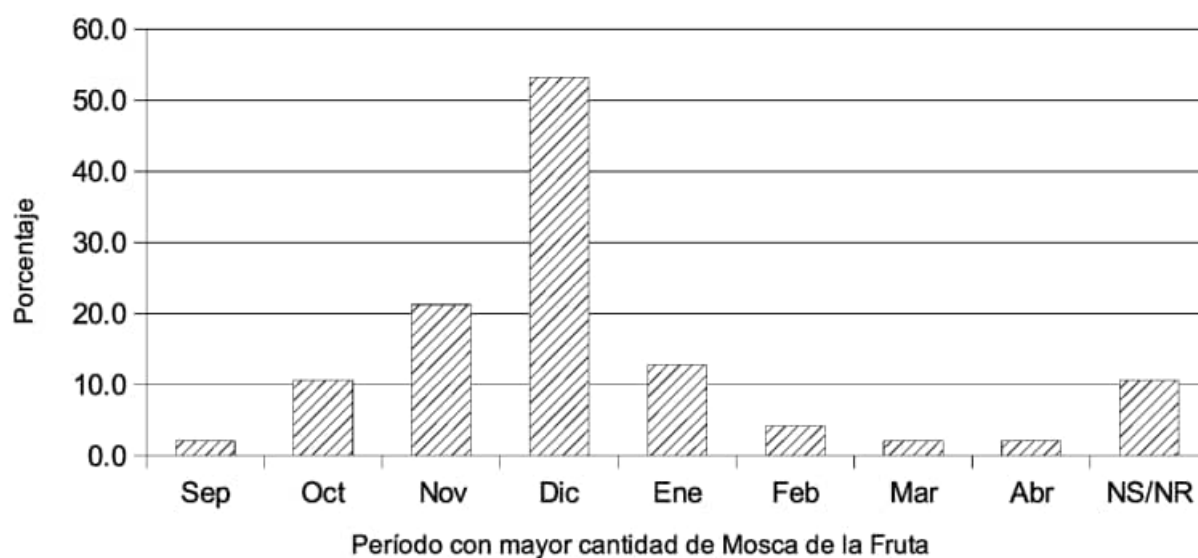


Figura 10. Época de mayor incidencia de mosca de la fruta según el porcentaje de agricultores que reportaron el mes de mayor presencia (n=47).

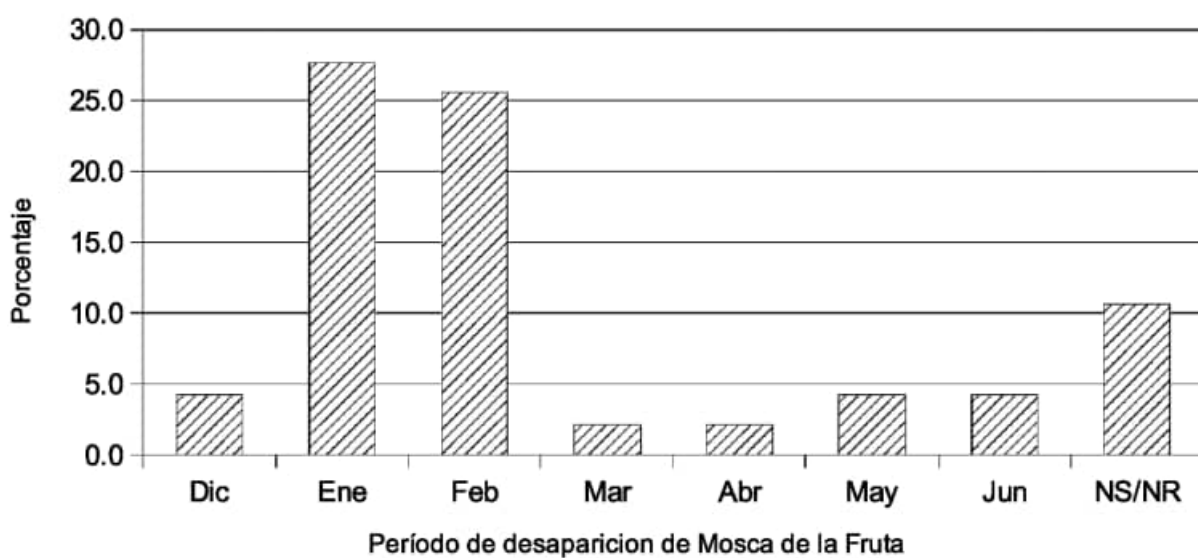


Figura 11. Época de menor incidencia de mosca de la fruta según el porcentaje de agricultores que reportaron el mes de desaparición (n=47).

El mayor porcentaje de agricultores encuestados reportó que la Mosca de la Fruta, identificada por ellos mayormente como gusano blanco del mango, aparece entre los meses de Noviembre y Diciembre (ambos mencionados por el 21.3% de los agricultores encuestados). El mes identificado como el de mayor incidencia de la Mosca de la Fruta fue el mes de Diciembre (53.2% de los encuestados). La mayoría de los agricultores encuestados reportaron a los meses de Enero (27.7%) y Febrero (25.5%) como los meses que perciben una disminución de la incidencia de la Mosca de la Fruta.

Cuando se consultó a los agricultores acerca de la primera aparición de la Mosca de la Fruta en la zona, los encuestados reportaron una media de 5.9 años y una mediana y moda de 5 años desde la primera aparición de la plaga.

En lo que se refiere al daño estimado sobre el cultivo de mango que los agricultores encuestados perciben debido a esta plaga, el 29.8% de los agricultores encuestados

Sin embargo, un 10.6% de los agricultores reportaron que la plaga siempre ha existido y ha estado presente en la zona.

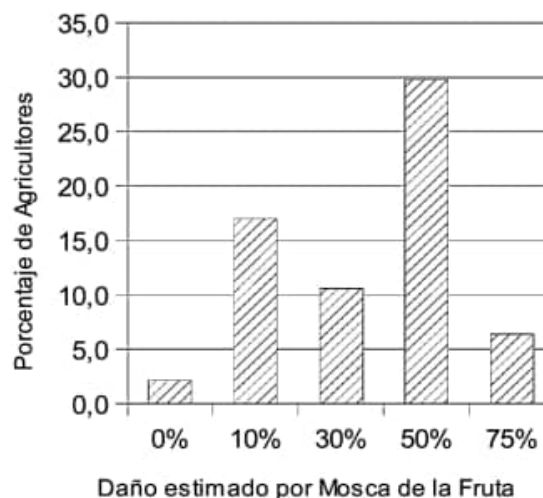


Figura 12. Daño estimado en mango debido a la mosca de la Fruta, según el porcentaje de agricultores (n=47) que reportaron el porcentaje estimado de daño.

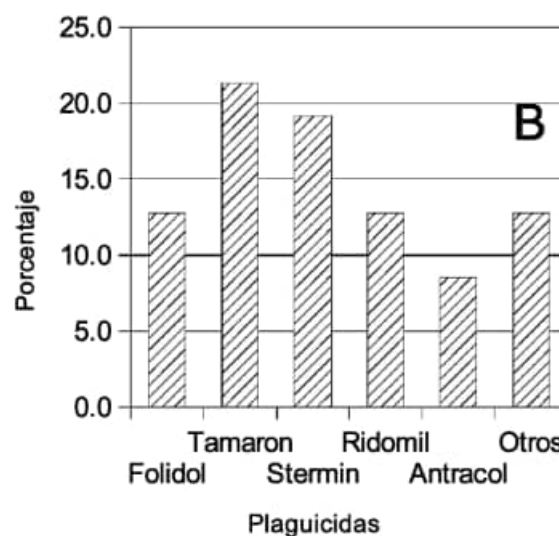
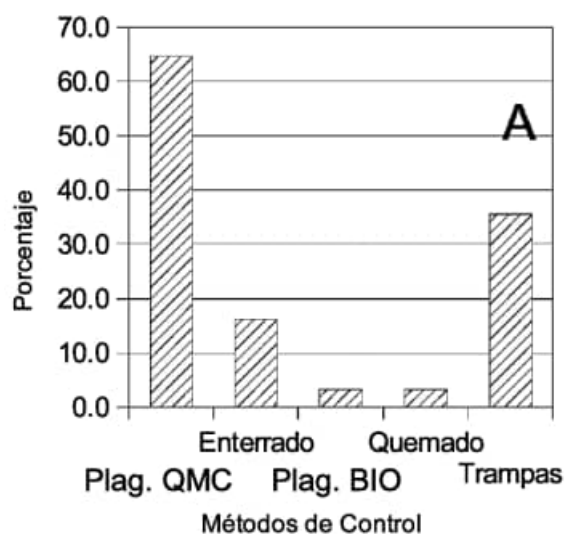


Figura 13. (A) Métodos de control de plagas y enfermedades según el porcentaje de agricultores encuestados (n=47) que reportaron dichos métodos. (B) Plaguicidas cuyo uso fue reportado por los agricultores encuestados (n=47). Se muestran los nombres comerciales de los productos químicos tal como fueron reportados por los agricultores encuestados. Los principios activos se detallan a continuación: Folidol®=Metil-Paration, Tamaron®=Metamidophos, Stermin®=Metamidophos, Ridomil®=Metalaxyl, Antracol®=Propineb.

Se consultó a los agricultores encuestados qué métodos utilizan para controlar las plagas y/o enfermedades que reconocen. Las respuestas aparecen en la Figura 13A. El detalle de los productos químicos utilizados en el control de plagas y enfermedades se muestra en la Figura 13B.

La aplicación de plaguicidas químicos es ampliamente el método de control más utilizado (64.5%), siendo su uso casi dos veces mayor que el uso de trampas (35.5%) y más de cuatro veces mayor que el enterrado de partes afectadas (16.1%). El 3.2% de agricultores encuestados reportaron el uso de plaguicidas biológicos pero no identificaron el/los productos utilizados.

El ingrediente activo más utilizado es el insecticida Metamidophos en dos presentaciones comerciales: Tamaron® (21.3 %) y Stermin® (19.1 %). Le siguen en preferencia de uso el insecticida Metil-Paration, con el nombre comercial de Folidol® y el fungicida Metalaxyl, con el nombre comercial Ridomil® (ambos con el 12.8 %). El uso del fungicida Propineb, bajo el nombre comercial de Antracol®, es también importante (8.5 %).

Conclusiones

Los resultados presentados muestran que el mango es un cultivo importante, aunque no necesariamente alternativo a la coca. En realidad, tanto la coca como el mango comparten tanto el tiempo de labor de los agricultores como la ubicación geográfica. Sin embargo, es posible que los problemas fitosanitarios del mango eventualmente hagan a este cultivo poco atractivo y los agricultores se dediquen completamente al cultivo de la coca, con las consecuencias políticas, sociales y económicas ya conocidas (Quiroga, 1994; Laserna, 2000).

En lo que respecta al rendimiento del cultivo

de mango, los rendimientos estimados reportados por los agricultores no son en general bajos (Evans y Mendoza, 2009), pero la calidad del producto es susceptible de mejorarse con mejor manejo y atención a los problemas fitosanitarios. Sin embargo, es necesario realizar estudios más detallados de los rendimientos reales del cultivo, para tener una idea más clara del rendimiento potencial del cultivo y cuánto se pierde debido a plagas y enfermedades.

La percepción de los agricultores respecto a las épocas de aparición de la mosca está muy correlacionada a las épocas en las que se ocupan de la cosecha de mango. Esta percepción se debe corroborar con estudios de dinámica poblacional a profundidad.

Pese a que en la zona es un producto de bastante importancia, el manejo que se le da al cultivo de mango no es óptimo, y tampoco ha habido un adecuado y sostenido asesoramiento técnico al respecto para los agricultores, en la magnitud que un cultivo de importancia requiere. Es necesario mejorar el acceso de estos agricultores a asesoramiento técnico, no solamente a nivel fitosanitario, sino también respecto al manejo general del cultivo. El presente estudio determinó que los agricultores están más conscientes de las plagas que afectan a sus cultivos que de las enfermedades, aunque eso no necesariamente implica un conocimiento detallado de los ciclos o los efectos de las plagas. Este tipo de estudios se realizaron en otros países y en otros cultivos (Karamidehkordi y Hashemi, 2010; Abang *et al.*, 2013; Segura *et al.*, 2004; Trutmann *et al.*, 1996), pero no son tan comunes para cultivos de los Yungas de La Paz. Al evidenciar que las plagas y enfermedades que se encontraron en el trabajo de campo no son conocidas por la mayoría de los agricultores, se concluyó que campañas de información a este respecto son necesarias.

Se determinó que la Antracnosis y la Mosca de la Fruta son los problemas fitosanitarios primordiales en el cultivo de mango de la zona. En el caso de Antracnosis, aunque se sabe de la importancia de esta enfermedad a nivel mundial (Ploetz y Freeman, 2009) este es el primer reporte de identificación de esta enfermedad en mango en el Municipio de Irupana del Depto. de La Paz. Para el caso de la Mosca de la Fruta, pese a que existen reportes de *Anastrepha* sp. en otros municipios (Gonzales *et al.*, 2011), este es también el primer reporte de esta especie en el Municipio de Irupana y en el cultivo de mango.

Para proponer alternativas de control, tanto para la Antracnosis, como para la Mosca de la Fruta, será necesario realizar experimentos de ensayos de eficacia de métodos de control, tales como métodos de manejo post-cosecha para el control de ambos problemas (Afanador-Kafuri *et al.*, 2003; Kumah *et al.*, 2011).

Referencias Citadas

- Abang, A., Kouamé, C., Abang, M., Hannah, R., Fotso, A., 2013. Assessing Vegetable Farmer Knowledge of Diseases and Insect Pests of Vegetable and Management Practices Under Tropical Conditions. *International Journal of Vegetable Science* (En prensa).
- Afanador-Kafuri, L., D. Minz, M. Maymon, and S. Freeman. 2003. Characterization of *Colletotrichum* Isolates from Tamarillo, Passiflora, and Mango in Colombia and Identification of a Unique Species from the Genus. *Phytopathology* 93:579–587.
- Antezana, R. 2012. Diagnóstico Institucional Municipio de Irupana. PAPS. La Paz, Bolivia.
- Armstrong, K. F., C. M. Cameron, and E. R. Frampton. 1997. Fruit fly (Diptera: Tephritidae) species identification: a rapid molecular diagnostic technique for quarantine application. *Bulletin of Entomological Research* 87:111–118.
- Barrientos, R. 2010. Programa de Desarrollo Económico Productivo de los Yungas de La Paz. PAPS-VCDI-FONADAL. La Paz, Bolivia.
- Caraballo, J. 2001. Diagnóstico y clave pictórica para las especies del género *Anastrepha* Schiner, 1868 (Diptera: Tephritidae) de importancia económica en Venezuela. *Entomotropa* 16:157–164.
- Ellis, M. and J. Ellis. 1997. *Microfungi on land plants: an identification handbook*. Richmond Pub., Solihull, UK.
- Evans, E., Mendoza, O. 2009. World Mango Trade and the Economics of Mango Production. En Litz, R. (ed.) *The Mango: Botany, Production and Uses*, 2nd ed. CABI, Oxfordshire, UK, 606-627.
- French, E. and T. Hebert. 1980. *Métodos de investigación fitopatológica*. IICA. Libros y Materiales Educativos. IICA.
- GAMI. 2010. Plan de Desarrollo Municipal Irupana 2005-2010. Tech. rep., Gobierno Autónomo Municipal de Irupana, Irupana, Bolivia.
- Karamidehkordi, E., Hashemi, A. 2010. Farmers' knowledge of Integrated Pest Management: A Case Study in the Zanjan Province in Iran. ISDA. Montpellier, Francia.
- Korytkowski, C. A. 2009. Manual para la identificación de moscas de la fruta. Género *Anastrepha* Shiner, 1868. Universidad de Panamá, Programa de Maestría en Entomología, Panamá.

- Kumah, P., F. Appiah, and J. K. Opoku. 2011. Effect of hot water treatment on quality and shelf-life of Keitt mango. *Agriculture and Biology Journal of North America* 2:806–817.
- Laserna, R. 2000. Desarrollo alternativo en Bolivia. Análisis preliminar de una experiencia inconclusa. CLACSO. Bogotá, Colombia.
- Lobos, C. 1997. Distribución y registros de las principales especies de moscas de las frutas (Diptera: Tephritidae) en los países suramericanos. IICA. Centro Regional Andino. Lima, Perú.
- Manso, F. 1998. Breeding technique of *Anastrepha fraterculus* (Wied.) for genetic studies. In G. Ortiz (ed.), *The South American Fruit Fly, *Anastrepha fraterculus* (Wied.)*; advances in artificial rearing, taxonomic status and biological studies. IAEA, Vienna Austria, 25–30.
- Peña, J. E., M. Aluja, and M. Wysoki. 2009. Pests. En Litz, R. (ed.), *The Mango: Botany, Production and Uses*, 2nd ed. CABI, Oxfordshire, UK, 317–366.
- Ploetz, R. C. and S. Freeman. 2009. Foliar, floral and soilborne diseases. In R. E. Litz (ed.), *The Mango: Botany, Production and Uses*, 2nd ed. CABI, Oxfordshire, UK, 231–302.
- PNUD. 2008. La otra frontera: usos alternativos de recursos naturales en Bolivia. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. La Paz, Bolivia.
- Prusky, D., I. Kobiler, I. Miyara, and N. Alkan. 2009. Fruit Diseases. In R. E. Litz (ed.), *The Mango: Botany, Production and Uses*, 2nd ed. CABI, Oxfordshire, UK, 210–230.
- Quiroga, J. 1994. El desarrollo alternativo como alternativa al desarrollo. *Nueva Sociedad* 130: 144-151.
- Rivera, L. I., Y. Lugo, R. J. McGovern, T. Seijo, and M. J. Davis. 2006. Occurrence and Distribution of *Colletotrichum* spp. on Mango (*Mangifera indica* L.) in Puerto Rico and Florida, USA. *Plant Pathology Journal* 5:191–198.
- Segura, H., Barrera, J., Morales, H., Nazar, A. 2004. Farmers' perceptions, knowledge, and management of coffee pests and diseases and their natural enemies in Chiapas, Mexico. *J. Econ. Entomol.* 97(5): 1491-1499.
- Trutmann, P., Voss, J., Fairhead, J. 1996. Local knowledge and farmer perceptions of bean diseases in the central African highlands. *Agriculture and Human Values* 13(4): 64-70.

Utilización de germoplasma de trigo del CIMMYT en el INIAF

Félix Marza¹; F. Quispe¹; R. Butrón¹; J. Canelas¹; B. Huallpa¹; J. Tenorio¹; G. Gutiérrez¹ y R. Villegas¹

¹Programa Nacional de Trigo, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), Forestal, Av. Blanco Galindo Km 5.5, Casilla 832, Cochabamba, Bolivia

*e-mail: femarza@hotmail.com

Resumen

El propósito de generar una sólida base de variabilidad genética para estructurar una fortalecida población de mejoramiento, impulso al Programa Nacional de Trigo (PN-TRIGO) del INIAF a enfrentar un agresivo desafío en esta línea, apelando para ello a instancias como el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). En su tercer año de evolución de actividades operativas, el PN-TRIGO acumuló un total de 4354 líneas. Parte considerable de ellas, fueron evaluadas en condiciones variadas de presión ambiental. Los materiales con diferentes aptitudes son sometidos a presión de selección y avanzados y evaluados generacionalmente en el marco de los propósitos centrales del programa. A la fecha se cuenta con líneas elite que tienen la capacidad de responder a los desafíos en un amplio rango de nichos trigueros tanto en la zona tradicional como tropical.

Palabras claves: trigo, líneas, mejoramiento, adaptación.

Abstract

The purpose of building a solid genetic variability background forced to the National Wheat Program (PN-TRIGO) of INIAF to face an aggressive challenge to strengthen the challenges in this direction, appealing for it to instances such as the International Center for Maize and Wheat Improvement (CIMMYT). In its third year of research activities, the PN-TRIGO reached to a total of 4354 lines. A considerable part of them were evaluated in several environmental pressure conditions. Materials with different aptitudes are subjected to selection pressure and generationally advanced and evaluated in the context of the central purposes of the program. To date the Program identified elite lines that have the ability to respond the challenge in a wide range of wheat niches, both, in traditional and tropical regions.

Keywords: Wheat, lines, improvement, adaptation.

Introducción

Emplear el valioso germoplasma del CIMMYT es reconocido como una alternativa estratégica por una gran parte de los sistemas nacionales de investigación agrícola, ya que permite fortalecer la base genética en la estructura basal de los programas de investigación en trigo. Genotipos provenientes del CIMMYT son reconocidos por su amplia adaptabilidad, alto potencial de rendimiento, calidad y tolerancia a factores bióticos y abióticos adversos. A partir del 2011, el Programa Nacional de Trigo (PN-TRIGO) del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF), como instancia pública de investigación, vuelve a retomar la introducción de germoplasma e inicia un proceso de evaluación a nivel nacional en el marco de una red nacional de ensayos de trigo. El PN-TRIGO tiene sus objetivos identificados que se relacionan con el desarrollo de tecnología de producción de trigo expresado en el referente más visible de este componente como es un cultivar. Se considera que la utilización de trigos del CIMMYT permitirá un progreso y contribuirá a la mejora de la producción en Bolivia.

Materiales y Métodos

Una proporción importante de la base genética para el desarrollo de las actividades del Programa es procedente de introducciones del CIMMYT. La población incluyó ensayos de rendimiento, Viveros de selección, Viveros para identificación de enfermedades y Poblaciones segregantes. Las principales introducciones clasificadas por su aptitud de uso fueron: Ensayo de rendimiento para la selección de variedades elite (ESWYT), Ensayo de rendimiento de trigo para zonas

semiáridas (SAWYT), Ensayo de rendimiento de trigo para zonas húmedas (HRWYT), Ensayo de rendimiento en Biofortificados (HPYT), Ensayo para piricularia trigo harinero y duro (Seeds of Discovery), Vivero de selección de trigo para zonas semiáridas (SAWSN), Vivero de selección de trigo para zonas húmedas (HRWSN), Vivero de selección para roya del tallo (STEMRRSN), Vivero internacional de evaluación para septoria (ISEPTON), Vivero Internacional de Selección de Trigo Harinero (IBWSN), Vivero Internacional de rendimiento de trigo duro (IDYN) y Vivero de evaluación para tolerancia a calor (HTWSN). El material recepcionado en dos repeticiones es establecido para observaciones preliminares de acuerdo a su aptitud en los departamentos de Cochabamba y Santa Cruz bajo un sistema de convencional. Las evaluaciones preliminares cubren un total de 29 variables de respuesta, enfatizando en características como productividad, calidad, tolerancia a factores bióticos y abióticos adversos.

Resultados

El fortalecimiento de la estructura basal del programa a través de introducciones, intercambios, donaciones u generación de segregantes de manera directa constituyen alternativas que definitivamente deciden el futuro del proceso de generación de tecnología representado por el componente tecnológico más visible como es el cultivar. La afinidad de ambientes internacionales a los imperantes en el escenario nacional en uno de los aspectos que se considera en la identificación del material a solicitarse. Al tercer año de evolución de las actividades del PN-TRIGO, este ha procedido a introducir el material que se detalla en el cuadro 1.

Cuadro 1. Detalle del material introducido del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo identificado por su propósito en los respectivos años.

Propósitos de los viveros	Abreviatura	Año de introducción		
		2011	2012	2013
Ensayo de rendimiento de trigo para zonas semiáridas	SAWYT	50	50	50
Ensayo de rendimiento para la selección de variedades elite	ESWYT	50	50	50
Vivero de selección de trigo para zonas semiáridas	SAWSN	145	108	219
Vivero Internacional de Selección de Trigo Harinero	IBWSN	296	350	329
Vivero de selección de trigo para zonas húmedas	HRWSN	52	123	119
Ensayo de rendimiento de trigo para zonas húmedas	HRWYT	40	50	40
Vivero de selección para roya del tallo	STEMRRSN	129	-	200
Ensayo de rendimiento en Biofortificados	HPYT	50	-	-
Vivero Internacional de rendimiento de trigo duro	IDYN	-	50	-
Ensayo para piricularia -trigo harinero	Seeds of Discovery	-	1581	-
Vivero de evaluación para tolerancia a calor	HTWSN	-	-	121
Vivero internacional de evaluación para septoria	ISEPTON	-	-	52
Totales		812	2362	1180

El vivero ESWYT (*Elite Selection Wheat Yield Trial*) constituye un vivero de líneas avanzadas recomendadas para áreas afines al mega ambiente 1, cuyo principal propósito es contribuir a la identificación de líneas tolerantes a enfermedades y de alto rendimiento. El vivero SAWYT, distribuido en un amplio número de localidades a nivel global está compuesto usualmente de 50 líneas avanzadas. Esta población de líneas es una de las más promisorias para el escenario del área tradicional, este es establecido en localidades como Pocona, Rodeo Grande, Tarata, Alcalá, Zudáñez, Lampaya, Condoriri, Charazani, Yesera Norte y San Pedro.

Los materiales para selección incluyen al IBWSN (*International Bread Wheat Screening Nursery*) recomendado principalmente para ambientes semejantes a los que caracterizan el mega ambiente 1, que incluye líneas de generaciones avanzadas (F3 - F7) de trigo de primavera bajo una amplia gama de latitudes, climas, fotoperiodos, condiciones de fertilidad, manejo del agua y más específicamente condiciones para la aparición de enfermedades. El Programa evalúa rápidamente un gran número de líneas de generaciones avanzadas

bajo una amplia variedad de condiciones climáticas. Este material viene también siendo seleccionado para uso directo en cruzamientos con propósitos específicos.

El vivero SAWSN (*Semi-arid Wheat Screening Nursery*) es parte también de las introducciones que realiza el Programa. Es un vivero de selección de trigo recomendado para zonas semiáridas, distribuida ampliamente y que constan de 250-350 entradas, es material de hábito primaveral semi-enano. A pesar de que el requerimiento central del país es trigo harinero, el Programa con la finalidad de responder con alternativas tecnológicas para un variado escenario de nichos trigueros, ha procedido a identificar material de trigo duro. Para este propósito se realizó la introducción del vivero IDYN (*International Durum Wheat Yield Nursery*). Vivero diseñado para medir el rendimiento y la adaptación de variedades y líneas de trigo duro en una amplia gama de condiciones de producción. El material en la campaña que cierra fue evaluado en localidades como Pocona, Tarata (Cochabamba), Esmeralda Alto 1 (Potosí), Zudáñez (Chuquisaca) y Charazani (La Paz).

El vivero HRWYT (*High Rainfall Wheat Yield Trial*) es un vivero recomendado para mega ambiente 2 en la clasificación del CIMMYT, caracterizados por presentar alta precipitación. Son materiales semi-enanos con mejor tolerancia a factores abióticos adversos. Este material consta de 50 entradas. El PN-TRIGO recepcionó material genético que por sus particularidades se establecieron en la zona tropical del país. El vivero ISEPTON del CIMMYT es impulsado por con el propósito

de identificar material tolerante a Septoria.

En estos tres años de actividad del PN-TRIGO se ha logrado un considerable progreso hacia el logro de los objetivos identificados, se tiene una red de ensayos a nivel nacional que va generando información e identificando la presión ambiental sobre los genotipos. De manera genérica la respuesta en condiciones de agricultor se presentan en el cuadro siguiente:

Cuadro 2. Detalle del material introducido del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo identificado por su propósito en los respectivos años.

Propósitos de los viveros	Año	NM	AP	P	NEM	NGE	PMG	PH	RDTO
SAWYT	2011-2013	4	80	3	109	56	40	76	2468
ESWYT	2011-2013	3	72	3	98	60	42	77	1868
HPYT	2011-2013	3	67	4	90	57	43	77	1895
SAWSN	2011-2013	3	72	3	43	59	45	78	2382
IBWSN	2011-2013	3	65	3	71	46	40	79	1369
Seeds of Discovery	2013	-	55	-	-	-	-	79	1419
44IDYN	2013	3	60	3	35	54	38	74	1054

Se advierte que la población en estudio mantiene un estándar productivo significativamente superior en términos de los índices productivos que identifican a la zona de manera histórica. Viveros evaluados por su

productividad así como para selección (SAWYT y SAWSN) son definitivamente alternativas promisorias para el logro de los productos planteados en el plan de implementación de Programa.

Cuadro 3. Detalle del material introducido del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo identificado por su propósito en los respectivos años.

Propósito del vivero	Años	Nro. Localidades	Líneas	NM	AP	P	NEM	NGE	PMG	PH	RDTO
19SAWYT	2	6	331	4	79	4	110	54	38	78	2900
			333	4	82	3	122	58	41	76	2848
			310	4	74	3	105	57	36	76	2784
			330	4	80	3	107	53	42	75	2759
20SAWYT	1	2	315	7	71	4	100	68	41	72	3505
			329	7	66	2	95	70	40	71	3263
			311	7	72	2	115	74	39	73	3231
			313	6	69	3	106	64	39	71	3224
32ESWYT	2	5	142	3	73	3	121	73	41	77	2330
			122	3	80	2	125	57	46	74	2301
			141	3	76	3	117	67	41	76	2244
			147	3	75	3	126	59	40	78	2242
33ESWYT	1	2	113	4	62	3	50	63	45	79	2184
			149	3	63	4	37	59	39	77	2048
			105	3	67	4	41	68	46	78	1900
			112	4	66	3	51	59	40	77	1873
2HPYT	2	4	410	3	69	4	82	54	47	77	2512
			415	4	69	4	117	58	39	77	2402
			413	4	70	4	119	61	39	78	2332
			417	4	61	4	111	55	41	78	2320
29SAWSN	2	2	3099	4	85	-	54	60	51	77	4026
			3098	3	95	-	47	60	49	78	4020
			3096	3	89	-	74	60	42	76	3894
			3097	3	88	-	48	54	49	77	3883
30SAWSN	1	2	3051	4	62	3	66	45	43	78	2750
			3060	3	64	3	62	63	40	80	2670
			3050	3	75	3	64	72	41	78	2520
			3020	3	56	3	64	63	39	80	2420
44IBWSN	2	3	1296	3	71	4	113	42	42	79	2487
			1272	2	62	4	92	48	38	79	2161
			1242	4	70	4	104	48	39	78	2121
			1009	3	73	4	132	48	35	77	2020
45IBWSN	1	2	1018	3	61	4	65	48	28	72	1835
			1175	3	52	2	43	48	38	74	1734
			1151	3	64	2	54	48	37	71	1637
			1213	4	69	3	35	48	40	75	1580
Seeds of Discovery	1	1	23	-	62	-	-	-	-	75	3895
			26	-	55	-	-	-	-	77	3515
			43	-	64	-	-	-	-	80	3235
			58	-	58	-	-	-	-	75	3155
44IDYN	1	1	740	3	63	4	47	60	38	73	1791
			725	3	59	4	44	51	39	75	1603
			721	4	65	4	35	54	39	74	1497
			741	4	65	2	36	54	46	74	1472

Conclusiones

EL Programa Nacional de Trigo del INIAF se ve fortalecido en el desarrollo de sus actividades por la introducción de material genético del CIMMYT. Nueve viveros con diferentes propósitos y particularidades son estudiados en diferentes pisos ecológicos de nuestro país.

Líneas identificadas por sus características de productividad, calidad y tolerancia a factores bióticos y abióticos vienen expresando ganancias genéticas significativas con relación a la línea base en la zona tropical y tradicional de trigo en Bolivia

Referencias Citadas

- Jiankang W., van Ginkel, M., Trethowan R., and Pfeiffer W. 2003. Documentación del CIMMYT para programa de mejoramiento de Trigo. D.F. México. Pp. 5.
- Kohli, M.M., ed. 1991. Mejoramiento de la resistencia a la sequía en trigo: Memoria del taller, Marcos Juárez, Argentina. México, D.F.: CIMMYT. Pp. 154.
- Kohli, M. M.; Díaz, M.; Castro, M., (eds.) 2003. Estrategias y Metodologías utilizadas en el Mejoramiento de Trigo. Seminario Internacional, La Estanzuela, Uruguay. CIMMYT-INIA.
- Reynolds M.P., Pask A.J.D., Mullan D.M. y Chávez-Dulanto P.N. (Eds.). 2013. Fitomejoramiento Fisiológico I: Enfoques Interdisciplinarios para mejorar la adaptación del cultivo. México, D.F.: CIMMYT.
- CIMMYT. 2001. Research Highlights of the CIMMYT Wheat Program, 1999-2000. Mexico, D.F.

Evaluación del porcentaje de germinación y sobrevivencia de accesiones de *Capsicum* spp. del Banco de Germoplasma del INIAF y la UMRPSFXCH colectadas entre 1983 y 1987 en el departamento de Chuquisaca

Ana María Flores^{1*}, Sandra Romero², Edwin Iquize^{3 1y3}

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

² Universidad Mayor Real Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca, Banco de Germoplasma del Sur de

Bolivia-BIORENA - Facultad de Ciencias Agrarias. Sucre, Calle Calvo N°132.

Yotala, Villa Carmen (15 km Carretera Sucre - Potosí), Chuquisaca, Bolivia

* e-mail: ani_fit@hotmail.com

Resumen

Se determinó el porcentaje de germinación y sobrevivencia de accesiones de *Capsicum* spp. provenientes al Departamento de Chuquisaca. Este material fue colectado hace más de 24 años atrás el cual debió ser regenerado y caracterizado cuanto antes. Se utilizó 62 accesiones, 50 pertenecen al Banco de Germoplasma del Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal INIAF y 12 al Banco de la Universidad San Francisco Xavier (UMRPSFXCH). Se sembraron en cajas petri las semillas de cada accesión en condiciones controladas para asegurar la germinación y luego pasarlas a bandejas multiceldas manteniéndolas en ambiente de aclimatación. Este material se trasplantó en terreno definitivo a una densidad de 1m entre plantas y entre surcos. Los resultados muestran que de 62 accesiones sembradas en cajas petri, 53 germinaron (85%). Por otro lado, el porcentaje de germinación dentro de cada una de las accesiones fue bajo (16%), esto puede deberse a que este material no ha sido regenerado desde el momento de su colecta (1983 y 1987 años). La sobrevivencia de plantas en campo fue de 79%, lo que demuestra que el lugar elegido para la regeneración fue el adecuado en el cual estas accesiones terminarán su ciclo fenológico hasta obtener semilla botánica para posteriormente conservarlas en el banco. Se recomienda realizar pruebas de tetrazolio para evaluar si las semillas que no germinaron están muertas o se encuentran en estado de dormancia y a la vez probar algunos tratamientos pregerminativos.

Palabras Clave: Diversidad genética, *Capsicum*, Caracterización, Hortalizas.

Abstract

The percentage of germination and survival of *Capsicum* spp. accessions from the Department of Chuquisaca were determined. Those materials were collected over 24 years ago which had to be regenerated and characterized as soon as possible. 62 accessions were used, 50 accessions belong to the Genebank of the National Institute of Agricultural and Forestry Innovation INIAF and 12 accessions to the Genbank of Real Pontifice San Francisco Xavier University (UMRPSFXCH). Seeds of each accession were seeded in Petri dishes under controlled conditions to ensure germination.

The small plants were passed to the muticell trays by keeping them in environment acclimatization. After, plants of accessions were planted in the field with a density 1m between plants and rows. The results showed that 53 accessions germinated (85%) of 62 accessions seeded in Petri dishes. The germination within every accessions were low (16%). This result can be the accessions have not been regenerated since the year of collecting (1983 and 1987 years). The survival plants on the field were 79%. The place for regeneration was acceptable where phonological cycle of plants will be completed until to obtain botanic seeds to conserve in the Genbank.

Keywords: Genetic diversity, *Capsicum*, Characterization.

Introducción

Las especies del género *Capsicum* son originarias de Centro y Sudamérica. A partir de su centro de origen estas especies se han distribuido y actualmente se cultivan en países muy distantes entre sí donde tienen un alto valor económico porque forma parte de platillos que son consumidos por amplios sectores poblacionales.

Estas especies constituyen uno de los condimentos más apreciados y valorados en la gastronomía nacional e internacional ya que son muy requeridos por los consumidores debido a su sabor y aroma.

En Bolivia, existe una gran diversidad de especies de este género como ajíes (dulces, semipicantes y picantes), ulupicas, locotos, aribibis, pimentones, etc con diversidad en formas, tamaños y colores.

Si se habla específicamente de los ajíes, el área cultivada en Bolivia está siendo reducida por los bajos precios que se obtienen al vender las cosechas en los mercados locales, y por el aumento de plagas y enfermedades. Consecuentemente, la oferta en los mercados locales y regionales de estas especies y variedades tiende a bajar. Adicionalmente, los agricultores tienden a reducir la diversidad de ajíes que mantienen sus terrenos, sembrando únicamente las variedades que los mercados requieren (Polar *et al.* 2011).

Por otro lado el cambio climático y el crecimiento poblacional también afectan el desarrollo y conservación de estas especies y variedades en condiciones *in situ*.

En consecuencia es de vital importancia la conservación *ex situ* de estas especies tanto silvestres como cultivables ya que poseen genes con resistencia a factores abióticos y

bióticos y pueden contener altas concentración de capsaicina, vitaminas, antioxidantes, etc. Estas características son y serán útiles desde el punto de vista agronómico, culinario e industrial, por lo que deben ser conservados para fines de mejoramiento genético.

Actualmente, el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal (INIAF) es el responsable de custodiar esta diversidad genética de los recursos genéticos de la agro biodiversidad juntamente con aliados estratégicos en el marco del Sistema Nacional de Recursos Genéticos.

Una de las actividades en este marco es la de coleccionar material genético para aumentar germoplasma disponible para investigadores y conservarlo en condiciones *ex situ*, entre los años 1983 y 1987 se ha recolectado material genético del Género *Capsicum* de diferentes lugares de Chuquisaca por investigadores y ONG's tales como el Centro de Investigaciones Fitoecogenéticas de Pairumani. En la actualidad es custodiado y administrado por el INIAF y debe ser regenerado cuanto antes para no perder viabilidad del material conservado.

Debido al largo tiempo que estas accesiones han sido conservadas como semilla, existe la necesidad de regenerar el material para evitar la pérdida de viabilidad y la consiguiente pérdida del germoplasma.

El presente artículo muestra los resultados de la primera etapa de la regeneración de *Capsicum* spp. En esta etapa se determinó el porcentaje de germinación y la sobrevivencia de plantas en campo. A partir de las accesiones que sobrevivieron, se obtendrá la semilla regenerada, vigorosa y caracterizada que será conservada a mediano plazo (5 años) de acuerdo a las normas para conservación *ex situ* de semillas ortodoxas (porcentaje de germinación mayor 85 %).

El trabajo de regeneración se llevó a cabo de manera coordinada entre el Banco de Germoplasma de Hortalizas del INIAF, el Banco de germoplasma de la Universidad Mayor Real Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca (UMRPSFXCH) quien a su vez mediante convenio interinstitucional coordinó actividades con la Carrera Agropecuaria “Centro de Investigación de Villa Alcalá” y el Gobierno Autónomo Municipal de Villa Alcalá.

Materiales y Métodos

Su utilizaron 62 accesiones del género *Capsicum* de las cuales 50 accesiones se encuentran conservadas en el Banco de Germoplasma de Hortalizas del Programa Nacional de Recursos Genéticos del INIAF y 12 accesiones del Banco de Germoplasma de la Universidad Mayor Real Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca (UMRPSFXCH). Los lugares y años de recolección de las 62 accesiones se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Lugar y año de colecta de 62 accesiones de *Capsicum* spp. utilizados en el estudio

Nº	Código Especie	Nombre común	Localidad	Provincia	Año
1	241	Ají	Sucre	Oropeza	1983
2	242	Cumbaro	Sucre	Oropeza	1983
3	243	Garnica	Padilla	Tomina	1983
4	244	Ají verde	Padilla	Tomina	1983
5	245	Ají amarillo	Sucre	Oropeza	1983
6	246	Ají rojo	Sucre	Oropeza	1983
7	247	Ají - mezcla	Sucre	Oropeza	1983
8	248	<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>Pendulum</i>	Rocoto	Oropeza	1983
9	249		Cumbaru	Oropeza	1983
10	250		Ají verde	Oropeza	1983
11	251	Yerba mala	Peral	Zudañez	1983
12	252	Ají amarillo	Corso	Tomina	1983
13	253	Puka uchu	Corso	Tomina	1983
14	255	Ulupica	Corso	Tomina	1983
15	256	Ají churcu	Corso	Tomina	1983
16	257	Ají amarillo	Arquillos	Tomina	1983
17	258	Ají rojo	Arquillos	Tomina	1983
18	259	Asta y toro	Pampa de la Caldera	Tomina	1983
19	260	Locotito	Pampa de la Caldera	Tomina	1983
20	261	Arivivi	Padilla	Tomina	1983
21	262	Ají colorado	Concepción Pampa	Belisario Boeto	1983
22	263	Ají	Concepción Pampa	Belisario Boeto	1983
23	264	Ají amarillo	Concepción Pampa	Belisario Boeto	1983
24	265	Ají rojo	Concepción Pampa	Belisario Boeto	1983
25	267	Ají amarillo	Qollpa	Belisario Boeto	1983
26	268	Ají rojo	Pampa del Algarrobo	Tomina	1983
27	269	Ají amarillo	Pampa del Algarrobo	Tomina	1983
28	270	Aribibi grande	Coré	Tomina	1983
29	271	Aribibi	Coré	Tomina	1983
30	274	Ulupica y arivivi	Candua	Hernando Siles	1983
31	276	Aribibi	Monteagudo	Hernando Siles	1983
32	277	Aribibi	Monteagudo	Hernando Siles	1983
33	278	K'omer uchu	Papa Wayk'o	Zudañez	1983

34	279		Ulupica	Corso	Tomina	1983
35	280		Ají verde	Padilla	Tomina	1983
36	281		Ají verde	Padilla	Tomina	1983
37	282		Aribibi	Valle de Casa Grande	Zudañez	1983
38	395	<i>Capsicum baccatum</i>	Aribibi	Vallecitos	Luis Calvo	1987
39	396	<i>Capsicum baccatum</i>	Aribibi	Vallecitos	Luis Calvo	1987
40	397	<i>Capsicum baccatum</i>	Aribibi	Camino Muyupampa - Monteagudo	Luis Calvo	1987
41	398	<i>Capsicum baccatum</i>	Aribibi	Cañon de Heredia (Monteagudo)	Hernando Siles	1987
42	400	<i>Capsicum baccatum</i>	Aribibi	San Bartolo	Hernando Siles	1987
43	402	<i>Capsicum baccatum</i>	Aribibi	San Bartolo	Hernando Siles	1987
44	403	<i>Capsicum baccatum</i>	Aribibi	Puente Azero	Tomina	1987
45	406	<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>Pendulum</i>	Aribibi	T'iu Mayu	Tomina	1987
46	407	<i>Capsicum eximium</i>	Ulupica	El Rosal (Monteagudo)	Tomina	1987
47	410	<i>Capsicum eximium</i>	Ulupica	Leuque pampa	Tomina	1987
48	411	<i>Capsicum eximium</i>	Ulupica	La Ciénaga (Padilla)	Tomina	1987
49	417	<i>Capsicum eximium</i>	Ulupica	Villar (Alcalá)	Tomina	1987
50	429	<i>Capsicum eximium</i>	Uluquipa	Santa Rosalia	Oropeza	1987
51	R-55	<i>Capsicum pendulum</i>	Ají	Alcalá	Tomina	1987
52	R-2	<i>Capsicum pendulum</i>	Ají	Alcalá	Tomina	1987
53	R-24	<i>Capsicum pendulum</i>	Ají	Alcalá	Tomina	1987
54	A-6	<i>Capsicum pendulum</i>	Ají	Alcalá	Tomina	1987
55	A-84	<i>Capsicum pendulum</i>	Ají	Alcalá	Tomina	1987
56	R-127a	<i>Capsicum pendulum</i>	Ají	Alcalá	Tomina	1987
57	R-150	<i>Capsicum pendulum</i>	Ají	Alcalá	Tomina	1987
58	A-83	<i>Capsicum pendulum</i>	Ají	Alcalá	Tomina	1987
59	R-145	<i>Capsicum pendulum</i>	Ají	Alcalá	Tomina	1987
60	A-43	<i>Capsicum pendulum</i>	Ají	Alcalá	Tomina	1987
61	R-127B	<i>Capsicum pendulum</i>	Ají	Alcalá	Tomina	1987

Análisis de Germinación

El análisis de la germinación de las accesiones fue realizado en el Laboratorio de Análisis de Semillas del Centro Nacional de Producción de Semillas de Hortalizas (CNPSH) del INIAF ubicado en la localidad de Villa Montenegro, Municipio de Sipe Sipe del Departamento de Cochabamba para posteriormente trasladarlas a los ambientes de aclimatación del Banco de Germoplasma de la UMRPSFXCH.

Siembra de accesiones en cajas Petri

Con el objetivo de asegurar la germinación de las accesiones debido a la poca cantidad de semilla disponible, se sembraron las semillas en cajas Petri en condiciones

favorables de humedad, temperatura y sanidad utilizando una cámara germinadora. Se utilizaron 250 a 300 semillas las cuales fueron desinfectadas con Metil-1 (butilcarbamoil)-2-benzimidazol carbamato) en una dosis de 1 g por litro de agua. Posteriormente las semillas fueron sometidas a procedimientos recomendados para *Capsicum annum* L. (UANL, 2013). Las semillas fueron sumergidas en agua caliente (50°C) por un periodo de 5 min, posteriormente en KNO³ a una concentración de 0,2% (INASE, 2008 - ISTA), y posteriormente tratadas por inmersión en el fungicida Fludioxonil (4 - (2,2-difluoro - 1,3 - benzodioxol - 4 - il) 1H - pirrol - 3 - carbonitrilo) y Metalaxil M (N - (2,6 - dimetilfenil) - N - (2' - metoxiacetil) - D - alanina metil éster) para posteriormente colocarlas en cajas Petri (Figura 1A).

Una vez que germinaron, las plántulas se trasplantaron a bandejas multiceldas y vasos individuales para que las plantas logren desarrollar hasta la fase de segunda hoja verdadera (Figura 1B). En esta etapa las plantas fueron colocadas en un ambiente protegido de aclimatación hasta que logren

desarrollar el tamaño ideal para ser trasplantado (6 a 10 cm) (ISTA, 2003). Toda esta actividad fue realizada en el Banco de germoplasma de Hortalizas y el Banco de Germoplasma de la UMRPSFXCH. Cuando estas tuvieron un tamaño entre 10 a 15 cm se trasladaron a terreno definitivo.



(a)



(b)

Figura 1 (A) Germinación de la semilla en cajas Petri. (B) Traspaso de plántulas de cajas Petri a bandejas multiceldas.

Trasplante a terreno definitivo

El trasplante a terreno definitivo y la determinación del porcentaje de sobrevivencia de plantas fue realizado en la localidad y Municipio de Villa Alcalá, en los predios de la Carrera Agropecuaria, dicho lugar fue elegido por contar con las condiciones ideales y parecidas al lugar de origen de las accesiones. Esta localidad se encuentra en la cuarta sección de la Provincia Tomina del Departamento de Chuquisaca, zona considerada como productora de Ají. Este Municipio está localizado al sudeste del departamento de Chuquisaca y se encuentra a una distancia de 180 km de la ciudad de Sucre a una altura de 2080 msnm con una temperatura media de 17.5 °C.

Se preparó el suelo realizando el rotado, arado

y posteriormente el surcado. La superficie total utilizada fue de 2000 m². La densidad de plantación fue de 1 m entre plantas y entre surcos. El trasplante a terreno definitivo se realizó cuando las plántulas germinadas alcanzaron entre 10 a 15 cm. Esta actividad se realizó cuando la temperatura fue baja para evitar deshidratación de las plántulas. Para inducir al desarrollo del sistemas radicular se utilizó la hormona enraizaste (2-(1 – naftil) acético (NAA)) a una concentración de 10 g L⁻¹. Antes de incorporar fertilizantes se realizó el análisis de suelo y se incorporó las enmiendas necesarias para satisfacer los requerimientos. La aplicación de riego se realizó a requerimiento del cultivo (Figura 2). Se evaluó el número de plantas que prendieron en terreno definitivo después de un mes transcurrido desde el trasplante.

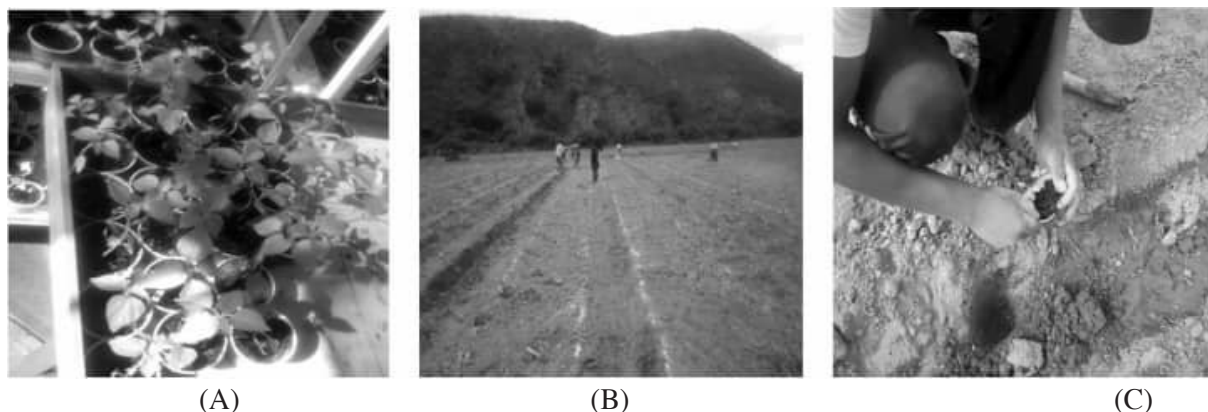


Figura 2. A) Plántulas listas para el trasplante en terreno definitivo b) Nivelado y apertura de surcos C) Trasplante de accesiones de *Capsicum* spp.

Análisis estadístico de datos

El prendimiento de plántulas en las parcelas fue analizado con el modelo lineal generalizado con el supuesto de distribución

binomial, también con la estructura del diseño completamente al azar y anidado (Montgomery, 2003; Kachman, 2000; SAS Institute Inc., 2014):

$$\eta_{ijk} = \text{logit} \left(\frac{\pi_{ijk}}{1 - \pi_{ijk}} \right) = \eta + \tau_k + \varphi_{i(k)}$$

Dónde:

j: 1,2,... r de accesiones

i: 1,2,... c de provincias de Chuquisaca.

k: 1,2,... a año de colecta

η_{ij} : Valor generalizado de la ocurrencia del prendimiento de plántulas (η_{ij}) de la unidad experimental ubicada en la j-ésima accesión e i-ésima provincia

η : Constante

τ_k : Efecto fijo de la k-esimo año de colecta

$\varphi_{i(k)}$: Efecto fijo de la i-ésima provincia dentro la k-ésima año de colecta.

El efecto provincias dentro de año de colecta fue discriminado con la diferencia de promedios por mínimos cuadrados y la distribución de Chi cuadrado.

Resultados y Discusión

Porcentaje de Germinación

De las 62 accesiones sembradas, 53 accesiones germinaron. Las accesiones que no germinaron fueron A- 255, A-261 y A-282 que pertenecen al Banco de germoplasma del

INIAF y R-55, R-2, R-127^a, R-150, A-43, y R-127b que pertenecen al Banco de Germoplasma de la UMRSFX haciendo un total de 9. Las accesiones que mostraron mayor vigor a través de su porcentaje de germinación (80 a 100 %) fueron 2, la accesión A-270 y A-402, tal como se muestra en la figura 1. Por otro lado, el porcentaje de germinación promedio general dentro las 53 accesiones fue de 16% (3224 semillas germinadas de un total de 20025 semillas), lo que refleja un bajo porcentaje de germinación.

En la figura se muestra que la mayoría de las accesiones presentaron porcentajes de germinación entre 0% y 20%. Esto se puede deber a que el germoplasma no ha sido regenerado desde el momento de su colecta, que ocurrió en los años 1983 y 1987. Es

probable que la semilla no este viable o posiblemente se encuentre en estado de dormancia. La viabilidad se reduce con el tiempo inclusive cuando las condiciones de almacenamiento son óptimas (Jaramillo y Baena, 2000)

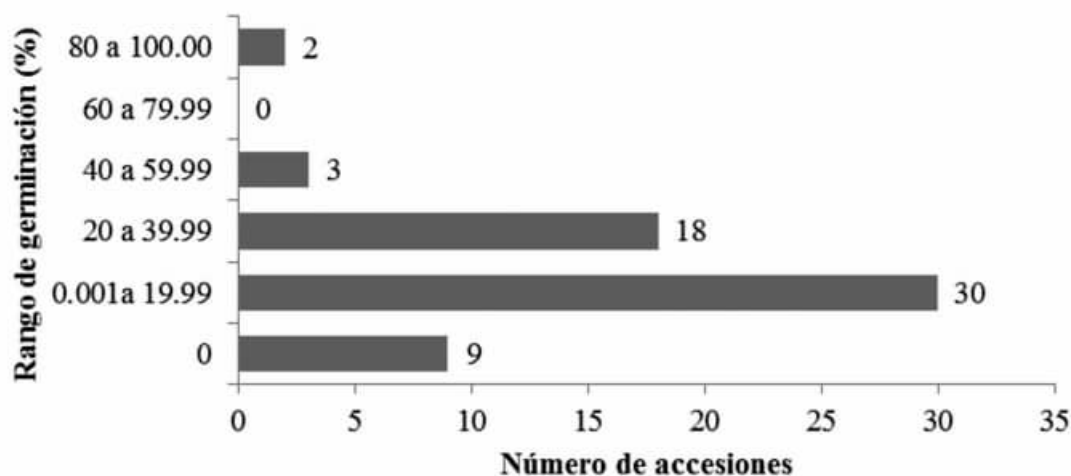


Figura 3. Frecuencia del porcentaje de germinación establecida dentro de rangos de 20% de las 62 accesiones de *Capsicum* spp.

En relación al tiempo transcurrido desde la siembra de la semilla en cajas Petri hasta la germinación, los resultados se muestran en la figura 2. El tiempo mínimo requerido para iniciar la germinación fue de (7 días para las accesiones A-52 y A – 55. El tiempo máximo

requerido para iniciar la germinación fue de 110 días para las accesiones A-141, A-242, R-145, A-244, A-83, A-400, A-398, A-397, A-281, A-280, A-279, A-252, A-278, A-277, A-274, A-270, A-269 y A-262.

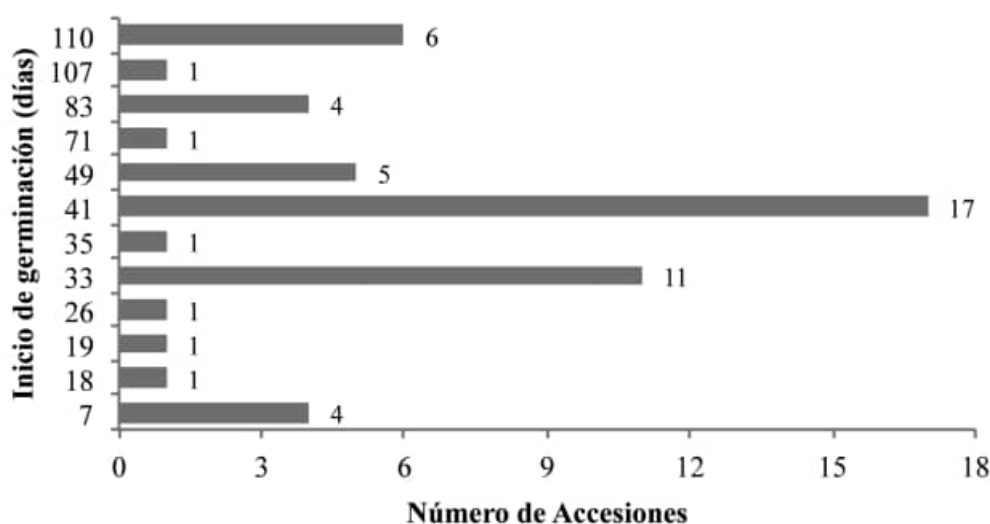


Figura 4. Días transcurridos desde la siembra al inicio de la germinación y número de accesiones

De las 53 accesiones que germinaron, 15 accesiones presentaron plantas delgadas y débiles las cuales no lograron sobrevivir cuando estas fueron trasladadas de cajas Petri a sustrato en bandejas multiceldas, quedando un total de 38 accesiones que fueron trasplantadas a terreno definitivo.

Sobrevivencia de plantas en terreno definitivo

Previo al trasplante se realizó el análisis de suelo cuyos resultados mostraron un pH débilmente ácido, no salino, con un bajo porcentaje de materia orgánica. El contenido de Nitrógeno total se consideró moderado así como el contenido de Fosforo disponible por lo que se decidió incorporar guano y fertilizante. Estos resultados se muestran en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Análisis de suelo de una superficie del 2000 m² del Centro de Investigación de Villa Alcalá

Análisis Físico-Químico de Suelos	
Profundidad:	Capa Arable
Textura:	Franco Arcilloso
% Arcilla	13
% Limo	29
% Arena	58
Densidad aparente g/cm ³	1.47
pH 1:2:5 (suelo-agua)	6.0
CE Milimhos/cm 1:2:5 (suelo/agua)	0.075
Cationes Intercambiable me/100 gr – potasio	0.51
Materia Orgánica %	1.69
Nitrógeno Total (Nt) %	0.101
Fosforo disponible ppm	12.7

Fuente: Laboratorio de suelos, UMSS (2012)

El nivel de fertilización utilizado para Capsicum spp. fue de 120-150-100 kg/ha de N, P y K, respectivamente. Para llegar a este nivel se empleó los fertilizantes triple 20 (N, P, K) y 12-6-16-3 (N.P.K.Ca y Mg) los cuales fueron incorporados en dos oportunidades al momento de la preparación del terreno y al momento del aporque.

Evaluación del porcentaje de sobrevivencia en terreno definitivo

Después de transcurrido un mes desde el trasplante, se procedió a la evaluación del porcentaje de sobrevivencia y se evidenció que 38 accesiones trasplantadas sobrevivieron, es decir 100%.



Figura 5. Prendimiento de accesiones de *Capsicum* en la parcela del Centro de Investigación de la Carrera Agropecuaria.

En lo que respecta a la sobrevivencia de plantas dentro de cada accesión se tuvo tasas de sobrevivencia el mínimo porcentaje de 2% correspondiente a la accesión A-84 (3 plantas vivas) hasta el máximo porcentaje de 100 % correspondiente a las accesiones A-256, A-252, A-263, A-265, A-268, A-278, A-417 y A-429 con 44, 91, 91, 52, 82, 48, 90 y 57

plantas vivas respectivamente. En la figura 2, se puede observar que la mayoría de las accesiones se encuentran dentro los rangos de 80 % a 100 % de sobrevivencia. Esto nos sugiere que el lugar elegido para la regeneración y las condiciones climáticas fueron las ideales para maximizar el porcentaje de prendimiento

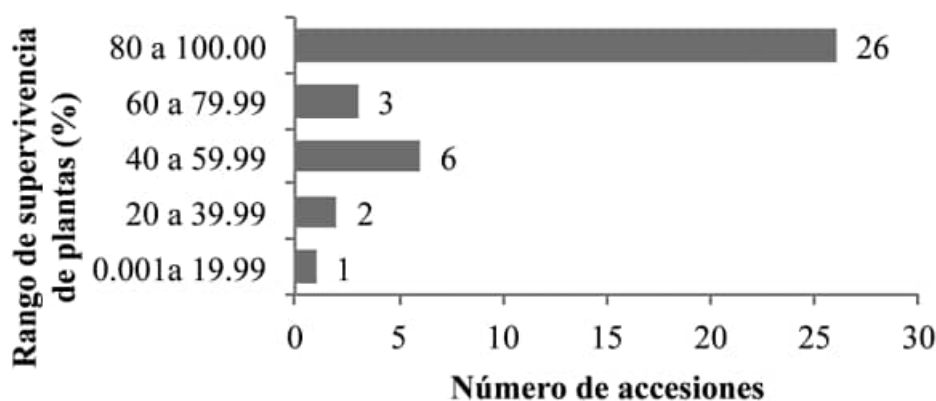


Figura 6. Frecuencias de la sobrevivencia de 38 accesiones trasplantadas a terreno definitivo en la localidad de Villa Alcalá

El porcentaje de prendimiento tuvo diferencias significativas en función de las provincias en las cuales el material fue colectado, de acuerdo a la prueba de Wald (Cuadro 3) por el contrario, no hubo

diferencias significativas en función del año de colecta. Nótese la covariable porcentaje de germinación es significativa a $P: 0.05$, es decir esta variable incide en la sobrevivencia de plantas.

Cuadro 3. Prueba de Wald para el porcentaje de sobrevivencia de plantas en terreno definitivo

Efecto	Grados libertad	Chi cuadrado	Pr > Chi cuadrado
Año de colecta	1	0.00 ns	0.9997
Provincias (Año de colecta)	6	71.38 **	<.0001
Porcentaje de germinación	1	9.84 **	0.0017

** : Significativo a P: 0.01 NS: No significativo a P: 0.05

El análisis permitió verificar que accesiones provenientes de Belisario Boeto y Zudañez mostraron un mayor porcentaje de prendimiento entre las accesiones colectadas en 1983. Respecto a las accesiones colectadas en 1987 sobresalieron las provenientes de las provincias de Tomina y Oropeza. Al mismo tiempo las accesiones de

las provincias Luis Calvo y Hernando Siles presentaron los menores porcentajes de sobrevivencia, independientemente del año de colecta (Figura 3). Estos resultados pueden deberse a las mejores condiciones de sitio y asociado con las características genotípicas de dichas accesiones (Stanfield, 1987).

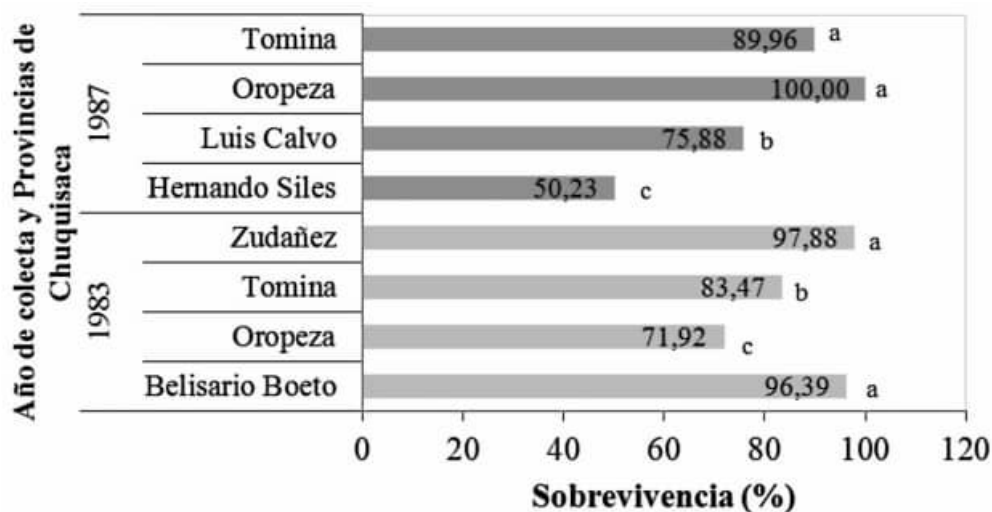


Figura 7. Sobrevivencia de plantas de *Capsicum* spp. en terreno definitivo por año de colecta y Provincia en Chuquisaca

Conclusiones

Es posible obtener plantas establecidas en terreno definitivo para la regeneración de semilla de accesiones colectadas hace más de dos décadas atrás realizando actividades de manejo como la siembras en cajas Petri, la aclimatación en invernadero y el trasplante a terreno definitivo. A la vez este trabajo dará

continuidad realizando pruebas de tetrazolio para verificar si las accesiones que no germinaron están muertas o se encuentran en estado de dormancia. Por otro lado se realizarán tratamientos pregerminativos en accesiones que presentaron baja germinación con alta viabilidad para lograr obtener mayor cantidad de plantas para la regeneración.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos a la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID) y a la Universidad de Granada en España, por la donación de equipos para el funcionamiento del Banco de Germoplasma de BIORENA-UMRPSFXCH. Los autores desean también agradecer a estudiantes de la Carrera de Agropecuaria en el Centro de Innovación Tecnológico Agropecuario y Villa Alcalá quienes manejaron estas especies a tiempo de realizar pasantías y trabajos dirigidos para lograr el título profesional.

Al Programa Nacional de Hortalizas del INIAF por el apoyo que brindó en el transcurso de la investigación.

Referencias Citadas

- International Seed Testing Association ISTA. 2003. International Rules for Testing Seed. Seed Sci. and Technology. 13p.
- IPGRI. 1995. Descriptores de *Capsicum* spp. International Plant Genetic Resources Institute. 51p.
- Jaramillo, S. y Baena, M. 2000. Material de Apoyo a la Capacitación en Conservación de Recursos Genéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali Colombia. 209p.
- Kachman, S. 2000. An introduction to generalized linear mixed models. Department of biometry, University of Nebraska–Lincoln. 15 p. <http://statistics.unl.edu/faculty/steve/glmm/paper.pdf>
- Montgomery, D 2003. Diseño y análisis de experimentos. Trad. Rodolfo Piña García. Limusa Wiley México DF. 686p.
- Polar, V; Bejarano, C; Jäger M. 2011. Taller de análisis multiactorial y de planificación sobre el cultivo de ají en Bolivia y sus perspectivas futuras. Memorias del Taller. Comité impulsor de ají y maní de Chuquisaca. Fundación PROINPA, Bioversity International, GIZ. Sucre Bolivia 4-6 de mayo del 2011.
- SAS Institute Inc. 2014. Documentation for SAS, Version 9.2. www.sas.com
- Stanfiel, W. 1987. Genética. Traducida por Patricia Ramos. Mc Graw-Hill. México DF. 551p.
- Steel, R; Torrie, J. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill, México DF. 621 p.

Evaluación del comportamiento agronómico de dos líneas promisorias de cebolla (*Allium cepa* L.) tolerantes a floración prematura en condiciones de altiplano, Centro Experimental Kallutaca

Julio Cesar Laura¹, Jesús Dávila², Hans Mercado^{2*}

¹Becario tesista Universidad Pública de El Alto

²Programa Nacional de Hortalizas, Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal, Km 23 ½ carretera a Oruro, Villa Montenegro-Sipe Sipe, Cochabamba, Bolivia

*e-mail: hans.mercado@iniaf.gob.bo

Resumen

La cebolla es una planta bianual que necesita de bajas temperaturas para inducirla a floración. Este es un fenómeno no deseado en la producción comercial de bulbos ya que compite con la bulbificación. En la inducción a floración interactúan el genotipo, la edad de la planta y factores ambientales. Dada la necesidad de disponer de una variedad de cebolla con tolerancia a floración prematura adaptada a las condiciones medio ambientales del altiplano boliviano, el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria y Forestal a través del Programa Nacional de Hortalizas ha desarrollado líneas de cebolla roja con tolerancia a este factor. Con el fin de evaluar el comportamiento agronómico de dichas líneas se realizó un ensayo en el Centro Experimental Kallutaca ubicado en el altiplano paceño, donde se compararon dos líneas promisorias de cebolla con una variedad testigo. La Línea Promisoria de cebolla 2 sobresalió por su rendimiento de bulbos comerciales, que fue de 39.3 t ha⁻¹. La variedad testigo presentó el mayor porcentaje de plantas florecidas con un 22.4 %, mientras que las líneas promisorias presentaron ambas un porcentaje de 2.8 %, mostrando gran tolerancia a la inducción floral por frío. Estos materiales se encuentran en etapa de desarrollo final por 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 is an unwanted commercial production of bulbs and bulb formation racing phenomenon. In the induction to flowering genotype, plant age and environmental factors interact. Given the need for a variety of onion bolting tolerant and adapted to the environmental conditions of the Bolivian altiplano, the National Institute of Agricultural and Forestry Innovation through the National Horticulture Program has developed red onion 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 with a control variety were compared. The onion Promising Line 2 noted for his performance of commercial bulbs, which was 39.3 t ha⁻¹. The control variety had the highest percentage of flowering plants with 22.4 %, while promising lines presented both a percentage of 2.8 %, showing great tolerance to floral induction by cold. These materials still are under final development which is expected to become as variety in short-term.

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

Introducción

En Bolivia, la producción de cebolla es importante por constituir una fuente de alimento indispensable en la dieta del poblador urbano y rural, además del valor económico que genera su producción, sobre todo en la zona de los valles.

Se calcula que en total en nuestro país se cultivan alrededor de 9000 ha con un rendimiento promedio de 18 t ha⁻¹, siendo las principales zonas productoras Culpina y Las Carreras en Chuquisaca, Mizque, Parotani, Capinota, Sacaba y Sipe Sipe en Cochabamba, El Puente, Cercado y Padcaya en Tarija, Mairana, Saipina y Comarapa en Santa Cruz, Achacachi, La Huachaca en La Paz, y Soracachi en Oruro (MDRyT, 2012).

Tradicionalmente y por motivos geográficos-ambientales, Bolivia produce cebollas de variedades rojas y rosadas para las épocas de primavera-verano y otoño-invierno.

En nuestro país, generalmente el agricultor produce su propia semilla de manera inadecuada, repercutiendo en la mala calidad de la semilla, bajos rendimientos y sobre todo en la mezcla varietal.

Por otro lado, en 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 presencia de floración prematura como respuesta fisiológica de este cultivo al recibir la calidad de frío propia de la región del altiplano.

La cebolla es una planta bianual que necesita de bajas temperaturas para inducir a la floración. Este es un factor fisiológico no deseado para la planta en la producción comercial de bulbos ya que la floración compite con la bulbificación y

disminuye los rendimientos. Por ello es necesario conocer la época de siembra más adecuada para cada variedad que combine el fotoperiodo apropiado para su bulbificación y la temperatura no estimule la floración. Debido a las condiciones ambientales del altiplano boliviano, es necesario desarrollar una variedad tolerante a este factor fisiológico no deseado por el productor y que además proporcione un buen rendimiento y calidad de producto.

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.

Debido a lo mencionado, el INIAF trabajó por varios años en la obtención de una variedad de cebolla denominada Globosa, la cual es cultivada en la época de 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 mejoramiento de esta variedad se cuenta con 50 líneas genéticas para el mejoramiento y mantenimiento de la variedad. A partir de estas líneas de mejoramiento se busca adaptar este material a zonas más frías, para lo cual el año 2012 se realizó las primeras pruebas de adaptabilidad en la zona de Soracachi de Oruro, de donde se obtuvo dos líneas promisorias con tolerancia a floración prematura. El presente trabajo de investigación tiene como finalidad del contribuir al desarrollo de una variedad de cebolla con tolerancia a floración prematura inducida por las temperaturas del altiplano boliviano, con buenas características agronómicas y de calidad poscosecha.

Materiales y métodos

Las poblaciones alógamas como es el caso de la cebolla presentan un alto grado de heterocigosis. Esto ofrece, desde el punto de vista del 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 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 los mejores bulbos por caracteres favorables en poblaciones abiertas.

Evaluación agronómica

La evaluación de las dos líneas promisorias se realizó durante los meses de septiembre de 2013 y enero de 2014, en un lote experimental del 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 los siguientes aspectos: 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 por 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 implementación del ensayo, 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, 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 (Sinnadurai, 1970).

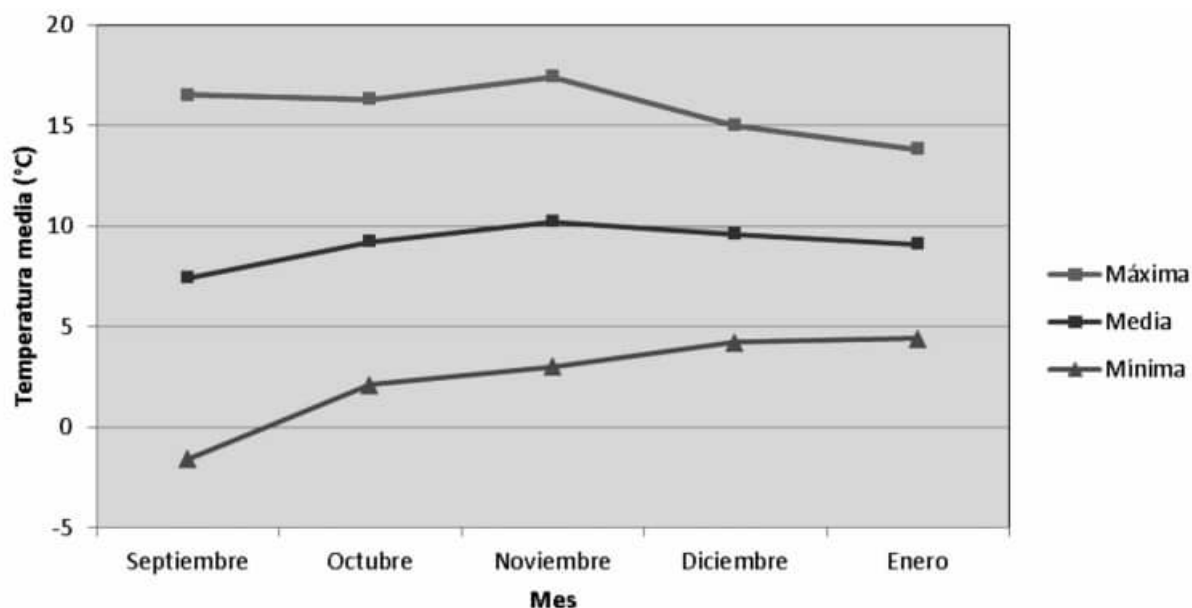


Figura 1. Temperaturas mensuales durante el ensayo (2013-2014)

Análisis de varianza

El análisis de varianza de quince 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 quince 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 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.

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.

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 ($p \leq 0.05$)

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 de 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.

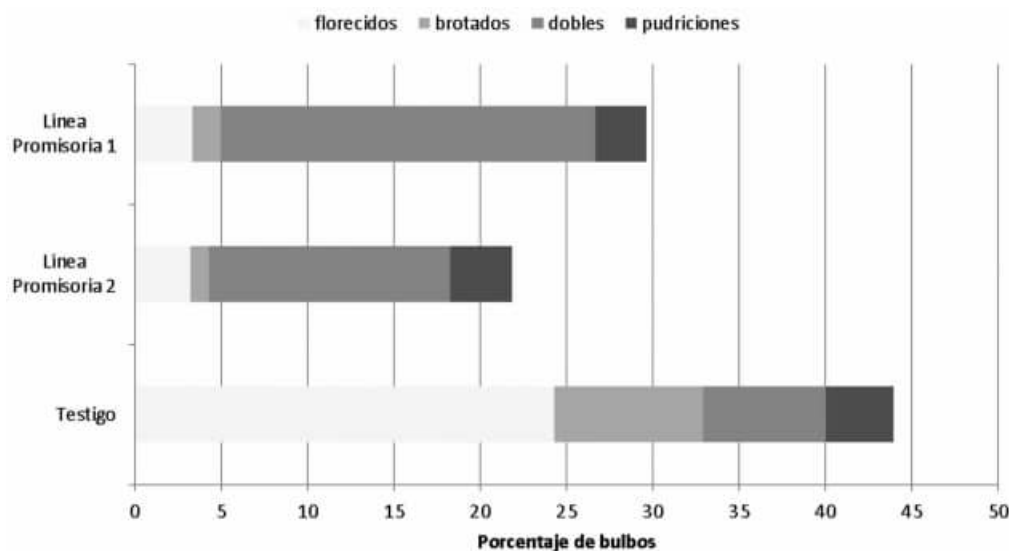


Figura 2. Porcentaje de pérdidas y causas de descarte en tres genotipos de cebolla

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 incidió 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.

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 18 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 en el presente trabajo de investigación, se concluye lo siguiente:

La Línea Promisoria 2 sobresalió por su rendimiento de bulbos comerciales, que fue de 39.3 t ha⁻¹, 97% mayor al rendimiento de la variedad testigo.

La variedad testigo es la más susceptible a floración prematura por efecto de las bajas temperaturas, mientras que las líneas promisorias mostraron ambas mayor tolerancia a la inducción floral por frío.

Para lograr una buena producción de cebollas es importante elegir adecuadamente la variedad a cultivar, la que debe estar muy bien adaptada a las condiciones medioambientales del altiplano boliviano.

Estos materiales se encuentran en etapa de desarrollo final. Se prevé realizar ensayos en diferentes ambientes 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 semilleros para su posterior multiplicación.

Referencias citadas

- 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 alógamas. 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.

Selección de líneas de frejol bajo la metodología de evaluación participativa de tecnologías con agricultores en la localidad de Samaipata, Verano 2009/2010. Bolivia

Vargas Pena Michael¹, Padilla Ayala José¹, Choque Colque Víctor^{1*}

¹Instituto de Investigaciones Agrícolas El Vallecito, Facultad Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma Gabriel René Moreno

*e-mail: victorchoquecolque@gmail.com

Resumen

El presente trabajo de investigación fue realizado en el municipio de Samaipata del departamento de Santa Cruz en la campaña agrícola de verano 2010, con el objetivo de evaluar y seleccionar nuevas líneas de frejol con la participación de agricultores, como un nuevo enfoque en la investigación. Para ello fueron seleccionados agricultores de tres comunidades productoras de frejol, el estudio se realizó bajo la metodología propuesta por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT Colombia) con participación de técnicos del Programa Frejol del Instituto de Investigaciones Agrícolas El Vallecito de la Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno (UAGRM). El ensayo fue establecido bajo el diseño de bloques al azar con tres reiteraciones. Las evaluaciones agronómicas fueron realizadas siguiendo las normas de la investigación convencional, para luego comparar con los resultados de la Evaluación Participativa de Tecnologías (EPT). Los resultados obtenidos de evaluaciones participativas y de evaluación convencional presentan una correlación de $r=0.71$. Además producto de esta evaluación fueron seleccionadas cinco líneas de frejol y hoy en día una de las líneas seleccionadas es una nueva variedad (NEGRO SEN), con amplia aceptación en zonas con deficiencia de lluvias. La metodología participativa es un nuevo enfoque en la investigación que incluye a los usuarios de la tecnología (agricultores y comercializadores) en la liberación de nuevas variedades.

Palabras clave: Evaluación convencional, evaluación participativa, criterio de los agricultores, selección de líneas de frejol.

Abstract

The present research was developed in Samaipata's municipality (Santa Cruz de la Sierra), during 2010' summer, for evaluate and select of bean's new lines with participation of farmers, like a new approach in research. The bean's farmers belong to different communities, this research was developed based in Tropical International Agriculture Center's methodology (CIAT Colombia), also "El Vallecito" Agriculture Research Institute (Gabriel René Moreno Autonomous University), specifically the Bean's Program's researchers. The trial was established with the randomized complete block design with three replications. The agronomical evaluations were established according to the research's conventional standard and compared with the results of Technology Participatory Evaluation (EPT). EPT show a correlation of $r=0.71$ in relation with results of conventional research. As a research's result five lines of beans; one of them NEGRO SEN variety which is tolerant to lack of rain. These results show that Participative Research is the best strategy which includes technology's users (farmers, traders) to achieve new varieties.

Keywords: Conventional research, Participatory evaluation, Criterion farmers, Selection of bean lines.

Introducción

La investigación participativa en la agricultura según Ashby 1999, se puede definir como un diálogo sistemático entre los destinatarios de la tecnología agrícola, los agricultores, los investigadores y los técnicos que tienen a su cargo la difusión. Su propósito es aumentar los beneficios de la tecnología agrícola para los agricultores a quienes va destinada y por consiguiente, acrecentar el impacto de la ciencia y la tecnología sobre el bienestar de la sociedad. La investigación participativa opera a través de metodologías que permiten a los investigadores ver la tecnología desde la perspectiva de sus destinatarios, tomando en cuenta: a) sus objetivos; b) sus preferencias; y c) sus condiciones y limitantes; los cuales son incorporados en el desarrollo y difusión de la tecnología.

La participación del agricultor no es un concepto nuevo en la investigación agrícola. Sin embargo, no es algo que podemos dar por sentado. Hay innovaciones en la manera de llevar a cabo la participación y de utilizar ésta en el desarrollo y difusión de nuevas tecnologías agrícolas. Los nuevos enfoques participativos enfatizan: (1) la importancia del conocimiento local; (2) la capacidad de experimentar y de innovar del agricultor; (3) la difusión de la tecnología de agricultor a agricultor; y (4) la necesidad de una diversidad de tecnologías, dado que los agricultores no son homogéneos, Quiroz 2009.

Por otra parte la investigación participativa a criterio Ashby 1999 en la agricultura conlleva desventajas. Tiene un costo adicional, tanto para los investigadores como para los agricultores. Aunque el desarrollo de opciones tecnológicas adaptadas y específicas es una de sus ventajas, también puede convertirse en una desventaja, si no hay un compromiso para generar múltiples opciones, ya que éstas pueden ser demasiado “locales” y brindar

beneficios sólo a un grupo reducido de agricultores.

Los desafíos de la investigación participativa en la agricultura requieren de un cambio de mentalidad en muchos técnicos, investigadores, administradores de la ciencia, extensionistas y aún agricultores. Se requiere desarrollar nuevas habilidades entre los investigadores y extensionistas y modificar las estructuras institucionales de investigación y difusión, para incorporar de manera efectiva la participación. Esto implica crear un sistema institucional que vincule las actividades de investigación con las de difusión y extensión, y viceversa, lo cual debe hacerse sobre la base de vincular lo “formal” con lo “informal” de tal manera de que se retroalimenten mutuamente. Los agricultores tienen gran capacidad e interés para innovar, hay que crear y fortalecer instituciones que generen y brinden las herramientas necesarias para tales propósitos, Roa 2009.

Esta metodología de evaluación participativa con agricultores es el primero que se pone en práctica en la investigación agrícola en la UAGRM y por los desafíos y avances que se tiene consideramos factible su implementación.

En este entendido la UAGRM y el proyecto ALIANZA PARA EL CAMBIO ANDINO dependiente del CIAT-Colombia, a través del IIA “El Vallecito” Programa Frejol, está implementando la evaluación participativa de tecnologías con agricultores en la selección de líneas de frejol biofortificado, producto de esta evaluación se tiene previsto liberar nuevas variedades de frejol, para cumplir con este propósito se han planteado los siguientes objetivos: a) Seleccionar líneas de frejol biofortificado con tolerancia a sequía, aplicando la metodología de la evaluación participativa tecnologías con agricultores, bajo los métodos de evaluación absoluta y orden de preferencia durante la campaña agrícola verano

2010, b) Evaluar el comportamiento agronómico de 20 líneas mejoradas de frejol biofortificado con tolerancia a sequía arbustivo con altas concentraciones de hierro y zinc y c) Comparar los resultados de la evaluación participativa con agricultores vs resultados de la evaluación agronómica.

Materiales y métodos

Ubicación del ensayo

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la provincia Florida del departamento de Santa Cruz localidad Valle Abajo, en el municipio de Samaipata ubicado a 130km al oeste de la ciudad de Santa Cruz, la precipitación promedio es de 985 mm, la temperatura promedio es 23°C y una altitud de 1350 msnm,

los principales cultivos de la zona son: frejol, maíz, papa y hortalizas.

Material genético (vegetal) utilizado

El material vegetal utilizado corresponde a líneas mejoradas de frejol arbustivo con alto contenido de hierro, zinc, con tolerancia a sequía que fueron desarrolladas por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Colombia y que fueron enviadas a Bolivia a través del proyecto AGROSALUD. Inicialmente se evaluaron 20 líneas de frejol y un testigo local (variedad rojo oriental), las líneas fueron seleccionados de diferentes viveros como: NUAs, BIFs y VAM. La identificación de las líneas se detalla a continuación.

Establecimiento del ensayo

Cuadro 1. Principales características de las líneas de frejol arbustivo con alto contenido de hierro, zinc y con tolerancia a sequía, que fueron utilizados en la evaluación participativa de tecnologías con los agricultores. Verano 2010. Santa Cruz, Bolivia

Nº	Variedades y línea de frejol	Vivero Original	Color del grano	Tamaño del grano
1	MIB 395	VAM	Rojo Pequeño	Pequeño
2	MIB 421	Fe, Zn y sequía	Blanco	Pequeño
3	SEN 46	Fe, Zn y sequía	Negro	Pequeño
4	NUA 35	NUAs	Rojo Moteado	Grande
5	MIB 422	Fe, Zn y sequía	Blanco	Pequeño
6	SEN 47	Fe, Zn y sequía	Negro	Pequeño
7	NUA 46	NUAs	Rojo Moteado	Grande
8	MIB 423	Fe, Zn y sequía	Blanco	Pequeño
9	SEN 63	Fe, Zn y sequía	Negro	Pequeño
10	MIB 396	VAM	Rojo Pequeño	Pequeño
11	NCB 275	Fe, Zn y sequía	Negro	Pequeño
12	BIF 34	BIFs	Rojo Moteado	Grande
13	MIB 435	Fe, Zn y sequía	Blanco	Pequeño
14	SEN 48	Fe, Zn y sequía	Negro	Pequeño
15	ROJO ORIENTAL (TL)	TESTIGO L.	Rojo Moteado	Grande
16	NUA 45	NUAs	Rojo Moteado	Grande
17	MIB 397	VAM	Rojo Pequeño	Pequeño
18	MIB 427	Fe, Zn y sequía	Blanco	Pequeño
19	SER 162	Fe, Zn y sequía	Rojo Pequeño	Pequeño
20	RCB 264	Fe, Zn y sequía	Rojo Pequeño	Pequeño
21	NUA 56	NUAs	Rojo Moteado	Grande

Fuente: Elaboración propia (PRONALAG 2010)

El ensayo fue establecido el 6 de marzo del 2010 de acuerdo con las recomendaciones técnicas del programa frejol del IIA El Vallecito, como un ensayo de investigación con 21 tratamientos y tres reiteraciones. Por otra parte las variables evaluadas como altura de planta, días a floración, días a madurez de cosecha, vainas por planta, granos por vaina, peso de 100 semillas y rendimiento (estos dos últimos ajustado al 13% de humedad del grano) fueron sometidas al análisis de varianza y los que resultaron con diferencias estadísticas significativas fueron sometidas a la comparación de medias utilizando el comparador Tukey al 95% de probabilidad.

Evaluación participativa de tecnologías con agricultores

Las evaluaciones participativas fueron desarrollados de acuerdo a los lineamientos de la oficina de evaluación participativa de tecnologías (EPT) del CIAT-Colombia, utilizando formularios tipo encuesta (evaluación absoluta y por orden de preferencia) para posteriormente ser tabulados y procesados. Esta actividad fue realizada en la etapa de madurez fisiológica a madurez de cosecha, el 25 de marzo del 2010.

a) Método de la evaluación absoluta

Este método consiste en que el agricultor acompañado de un técnico evaluó las líneas de frejol a nivel de campo inicialmente asignando un puntaje de acuerdo al siguiente criterio: bueno 5 puntos, regular 3 puntos y malo 1 punto, para ello se cuenta con formularios tipo encuesta propuesto por Hernández 2008.

Además de asignar un puntaje el agricultor explica del porque los puntajes asignados justificando en criterios favorables y desfavorables, lo que debe ser registrado al detalle por el técnico los criterios del agricultor

para conocer la frecuencia con que se repiten durante la evaluación para posteriormente ser tabuladas e interpretadas.

b) Método de evaluación por orden de preferencia

Para este método las líneas de frejol según Hernández 2008, deben ser arrancadas dos o tres plantas por línea, ser identificadas y colocadas sobre el piso o una mesa para que el agricultor según su criterio los agrupe como buenas, regulares y malas, posteriormente el productor los ordena cada material o línea bajo su criterio mencionando las razones del porqué, a la vez el técnico registra las razones del orden en una matriz previamente elaborado para este propósito. Una vez obtenido la matriz se realiza la frecuencia de ubicación de cada material, la frecuencia acumulada y la probabilidad de ser aceptadas como una nueva tecnología o nueva variedad de frejol por parte de los agricultores.

Para esta evaluación los agricultores fueron seleccionados de tres zonas productoras de frejol del departamento de Santa Cruz como sigue: siete agricultores de la localidad Chane Independencia, seis agricultores de la localidad Vallecito y ocho agricultores de la localidad Valle Abajo. Los agricultores de las diferentes zonas de producción fueron divididos en tres grupos, con el objetivo de tener una mejor comprensión de los criterios que señalen los agricultores sobre las líneas de frejol biofortificado con tolerancia a sequía.

Los puntajes acumulados por cada línea y la frecuencia con que manifiestan los agricultores sobre las características de las líneas de frejol, fueron comparados con los resultados del rendimiento en kg/ha de las líneas, bajo la metodología de correlación de Pearson, esto con el propósito de encontrar si existe una correlación directa entre la evaluación convencional y los puntajes asignados por los agricultores.

Para la evaluación por orden de preferencia fueron seleccionadas solo diez líneas debido a que el programa estadístico desarrollado por CIAT Colombia (Hernández 2008), solo acepta esta cantidad de líneas, los resultados como la frecuencia con que ocupa una línea las primeras ubicaciones y la frecuencia acumulada, estos datos fueron tabulados y sometidos a un programa estadístico, para conocer la probabilidad de las líneas en ser aceptadas o que presentan mayor preferencia como nuevas variedades.

Resultados y Discusión

Evaluación participativa con agricultores (evaluación absoluta)

Los resultados de la evaluación absoluta realizada por parte de los agricultores de las tres comunidades fueron divididos en puntajes acumulados por las líneas evaluadas y la frecuencia de los criterios de los agricultores en favorables y desfavorables.

Los puntajes acumulados por cada línea en

estudio, están reflejadas en la figura 1, y se visualiza que los mayores puntajes corresponden a las líneas SEN 47, SEN 63 y SER 162 superando al testigo local con 6 puntos y los menores puntajes corresponden a las líneas NUA 35, BIF 34 y NUA 56 que se sitúan por debajo del testigo local, estos puntajes acumulados por cada línea están directamente relacionados con los componentes de rendimiento que presentaron en el estudio.

Cuando analizamos los resultados de los criterios favorables de los tres grupos de agricultores como se observa en la figuras 2, se puede afirmar que los evaluadores (agricultores) prefieren líneas de frejol con características de alto rendimiento, seguido por planta alta y buena arquitectura, además que presenten tolerancia a las principales enfermedades que se tienen en las zonas de producción de frejol, por otra parte también se visualiza la importancia de la comercialización de la producción y la precocidad adquiere mucha importancia debido a la variación del régimen de lluvias que se tiene en todas las zonas de producción en Bolivia.

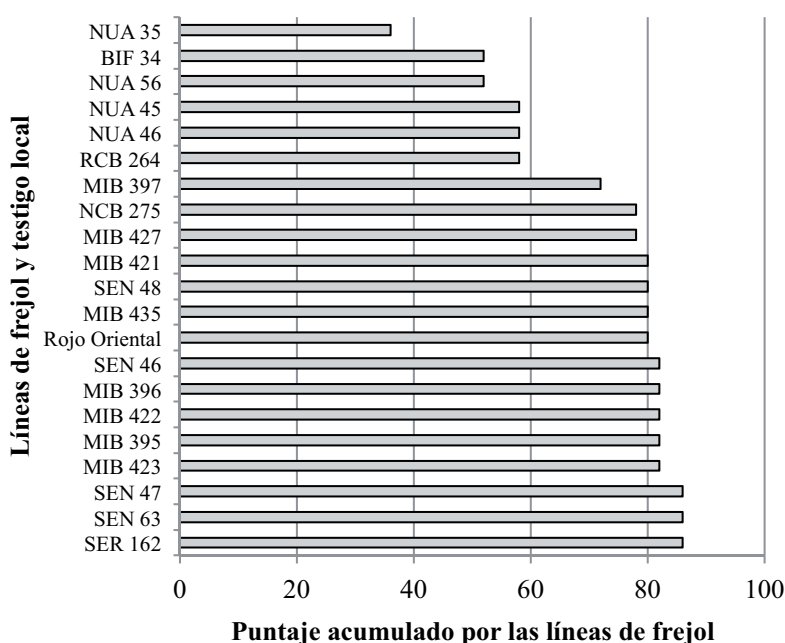


Figura 1. Representación gráfica de los resultados de la evaluación absoluta, puntaje acumulado por las líneas en la EPT con agricultores realizada en la zona de los Valles en la campaña agrícola verano 2010

Cuando se analizan los criterios desfavorables como se pueden observar en la figura 2, los resultados muestran que la mayor frecuencia está relacionado con características relacionadas con el bajo el bajo rendimiento de las líneas de frejol, seguida por la susceptibilidad o tolerancia a las principales enfermedades, plantas bajas y plantas que se

acaman, la tolerancia al daño que causan los principales insectos, plantas que se postran en la época de cosecha, todos estos criterios expresado por los agricultores y con la frecuencia que manifiestan están directamente relacionados con los ingresos económicos que genera el frejol producto de la comercialización.

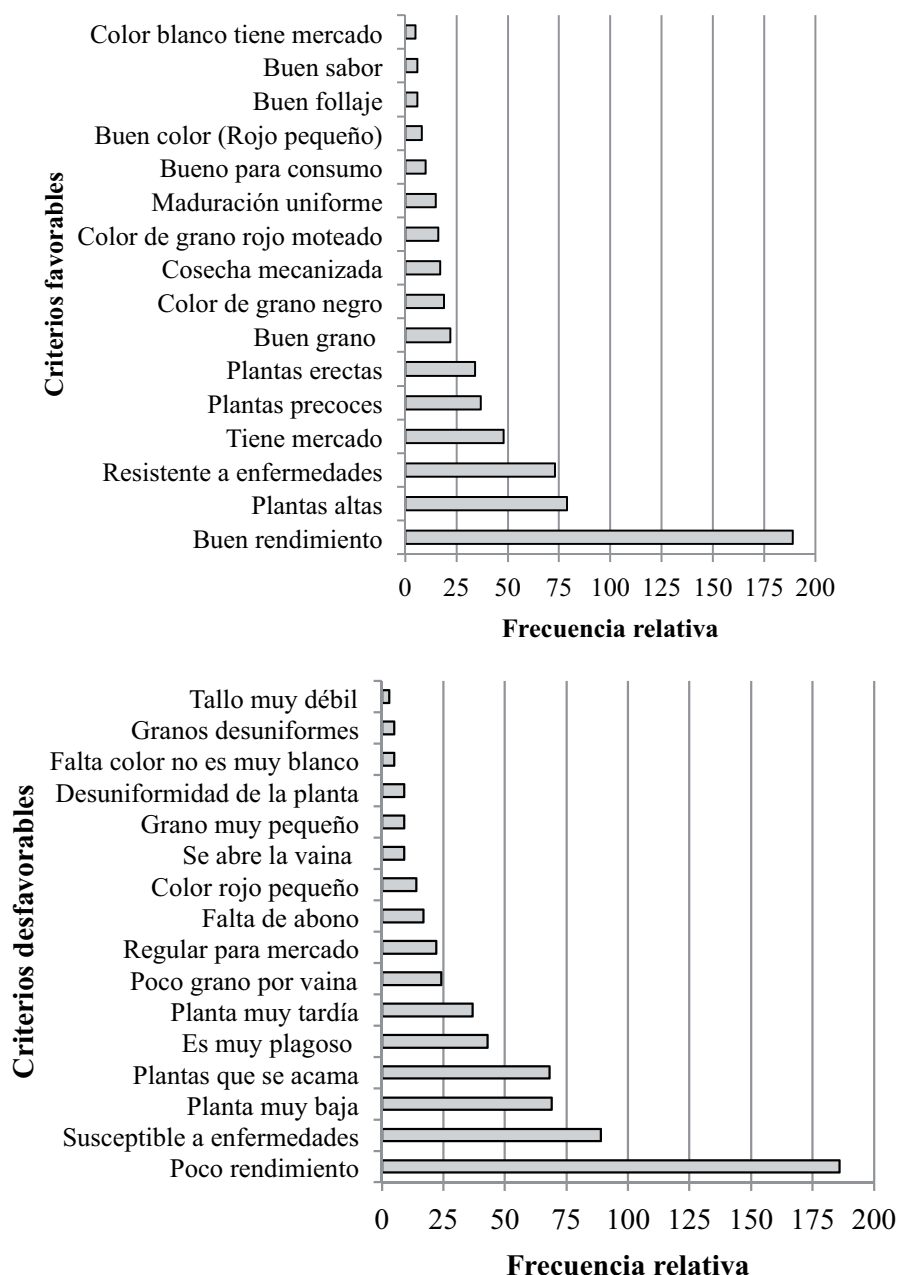


Figura 2. Representación gráfica de la frecuencia de los criterios favorables y desfavorables producto de la evaluación absoluta, en la EPT con agricultores realizada en la zona de los Valles en la campaña agrícola verano 2010

Características agronómicas

Todas las características agronómicas evaluadas fueron sometidas al análisis de varianza y los resultados muestran diferencias estadísticas altamente significativas, estos resultados a su vez fueron sometidos a la comparación de medias bajo el comparador de Tukey al 95% de probabilidad. Los resultados de las variables evaluadas como se puede apreciar en cuadro 2, estos se ubican entre los parámetros promedios registrados en las principales zonas de producción de frejol en el

departamento de Santa Cruz, aunque en ciclo del cultivo existen líneas más precoces comparados con el testigo, esta es una característica favorable cuando se tiene déficit de agua en las diferentes zonas de producción de frejol, en los componentes de rendimiento existen líneas que superaron ampliamente al testigo local independiente del color de grano, en la altura de planta y otras características que son de interés de los exportadores de esta leguminosa como es el tamaño, forma y color de grano existen líneas que reúnen los parámetros que son requeridos por el mercado.

Cuadro 2. Resumen de los resultados de la evaluación de las características agronómicas y análisis de varianza de las líneas que formaron parte de la evaluación participativa, localidad Valle Abajo verano 2010.

Nº	Variedades y líneas de frejol	Días a floración		Días a madurez de cosecha		Altura de planta en cm		Nº de vainas por planta		Nº de granos por vaina		Peso de 100 semillas en g		Rendimiento en kg/ha	
1	MIB 395	41	ABC	87	BCD	56,0	AB	13,3	ABCD	4,7	ABC	28,3	EF	3460,0	ABCD
2	MIB 421	43	A	89	B	63,0	A	15,7	AB	5,3	A	28,7	EF	3773,3	ABC
3	SEN 46	42	AB	82	F	58,3	AB	14,0	ABCD	4,7	ABC	28,7	EF	3931,0	ABC
4	NUA 35	39	BC	83	EF	49,0	AB	8,3	DE	3,7	BC	52,3	B	1947,7	F
5	MIB 422	43	A	89	B	61,0	AB	15,7	AB	5,0	AB	25,0	F	3149,3	ABCDEF
6	SEN 47	42	AB	84	CDEF	55,0	AB	10,0	BCDE	4,3	ABC	30,0	E	3499,7	ABCD
7	NUA 46	38	C	86	BCDE	58,0	AB	6,7	E	4,3	ABC	46,7	C	2079,0	EF
8	MIB 423	43	A	88	B	62,3	A	17,3	A	4,7	ABC	25,0	F	3232,0	ABCDEF
9	SEN 63	41	ABC	83	DEF	51,0	AB	15,0	ABC	5,0	AB	25,3	F	3568,0	ABCD
10	MIB 396	43	A	87	BCD	52,7	AB	12,0	ABCDE	5,0	AB	27,0	EF	2801,7	BCDEF
11	NCB 275	42	AB	86	BCDE	57,0	AB	11,7	ABCDE	4,7	ABC	26,3	EF	4260,0	A
12	BIF 34	44	A	97	A	60,0	AB	10,0	BCDE	3,3	C	44,7	C	1934,3	F
13	MIB 435	44	A	88	BC	53,0	AB	13,0	ABCDE	5,0	AB	25,0	F	3346,0	ABCDE
14	SEN 48	42	AB	83	EF	56,7	AB	11,7	ABCDE	5,0	AB	29,3	EF	4093,7	AB
15	Rojo Orien. (TL)	43	A	89	B	55,0	AB	10,0	BCDE	3,3	C	45,0	C	2778,0	CDEF
16	NUA 45	41	ABC	87	BCD	54,3	AB	11,7	ABCDE	3,3	C	62,7	A	2978,3	ABCDEF
17	MIB 397	44	A	89	B	53,3	AB	13,0	ABCDE	5,0	AB	26,0	EF	2776,0	CDEF
18	MIB 427	43	A	88	B	58,0	AB	14,3	ABCD	5,0	AB	27,3	EF	3045,7	ABCDEF
19	SER 162	42	AB	88	B	58,0	AB	11,3	ABCDE	5,0	AB	28,0	EF	2871,3	BCDEF
#	RCB 264	43	A	83	DEF	47,3	B	8,7	CDE	4,7	ABC	25,0	F	3099,0	ABCDEF
21	NUA 56	44	A	83	DEF	56,0	AB	8,7	CDE	4,3	ABC	40,0	D	2457,7	DEF
Promedio		42		86		56		12		5		33		3099	
Significancia		**		**		**		**		**		**		**	
Coefficiente de variación (%)		2,7		1,6		8,2		17,5		10,1		4,5		13,7	

Correlación, rendimiento en kg/ha vs puntaje asignado por los agricultores

Cuando se analiza la correlación entre el rendimiento de las líneas evaluadas y el puntaje asignado por los agricultores, el valor del coeficiente de correlación es de 0,71; esto

refleja que las líneas con mayor puntaje asignado por los agricultores son también las líneas que registran los mayores rendimientos en la evaluación agronómica, lo que demuestra que existe una buena correlación, esta afirmación se puede visualizar en la figura 3.

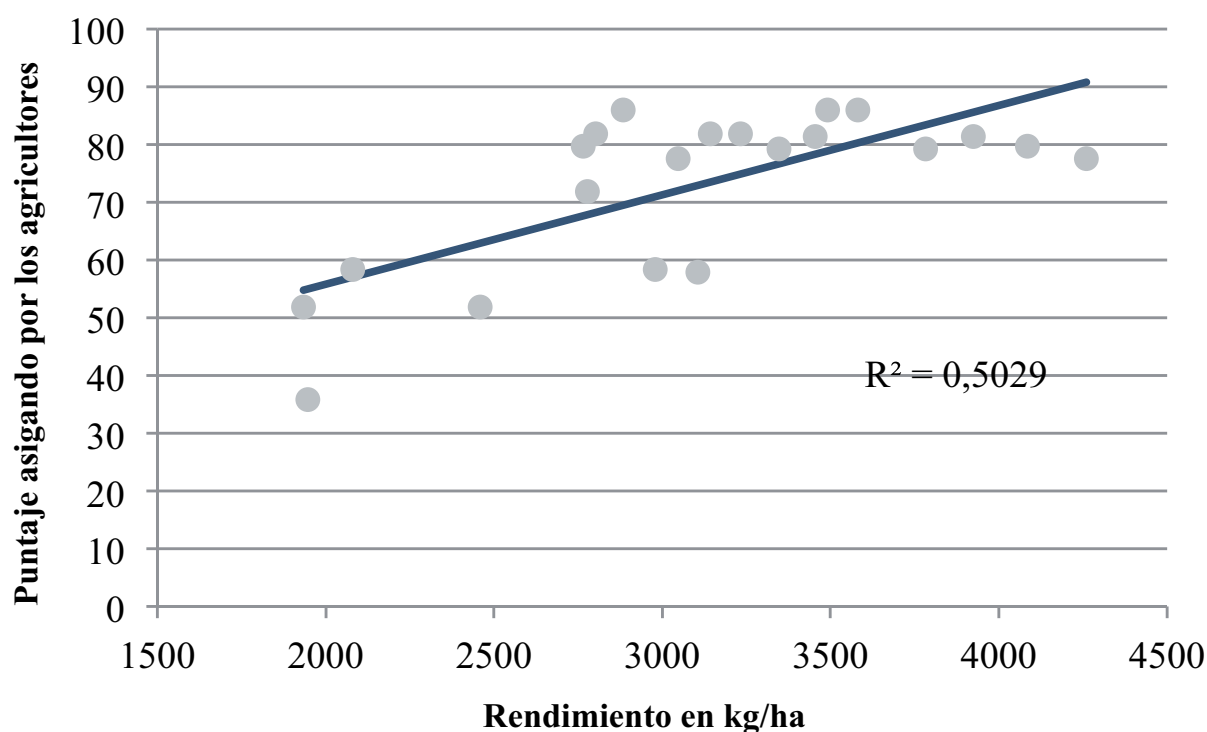


Figura 3. Resultados de la evaluación participativa, correlación de rendimiento vs puntaje asignado por los agricultores, realizado en verano 2010

Evaluación participativa con agricultores (por orden de preferencia)

Cuando se analizan los resultados de los tres grupos de agricultores en la evaluación por orden de preferencia, se observa en la figura 4, que las líneas que se sitúan en los primeros lugares, son en su mayoría las mismas líneas que ocuparon los primeros lugares cuando fueron analizados individualmente o por la evaluación absoluta, esto nos demuestra que los agricultores de las tres zonas orientan sus

criterios a la producción comercial de frejol y a la comercialización, por lo tanto los agricultores prefieren o sitúan en los primeros lugares a las siguientes líneas de frejol MIB 423, SEN 47, SEN 48, SER 162 y MIB 395 y las mayores probabilidades de ser aceptadas como nuevas y futuras variedades son las líneas SEN 47 y MIB 423. Las menores probabilidades en ser aceptadas o las que no gozan de la preferencia de los agricultores son las líneas NUA 35, NUA 45 y NUA 46.

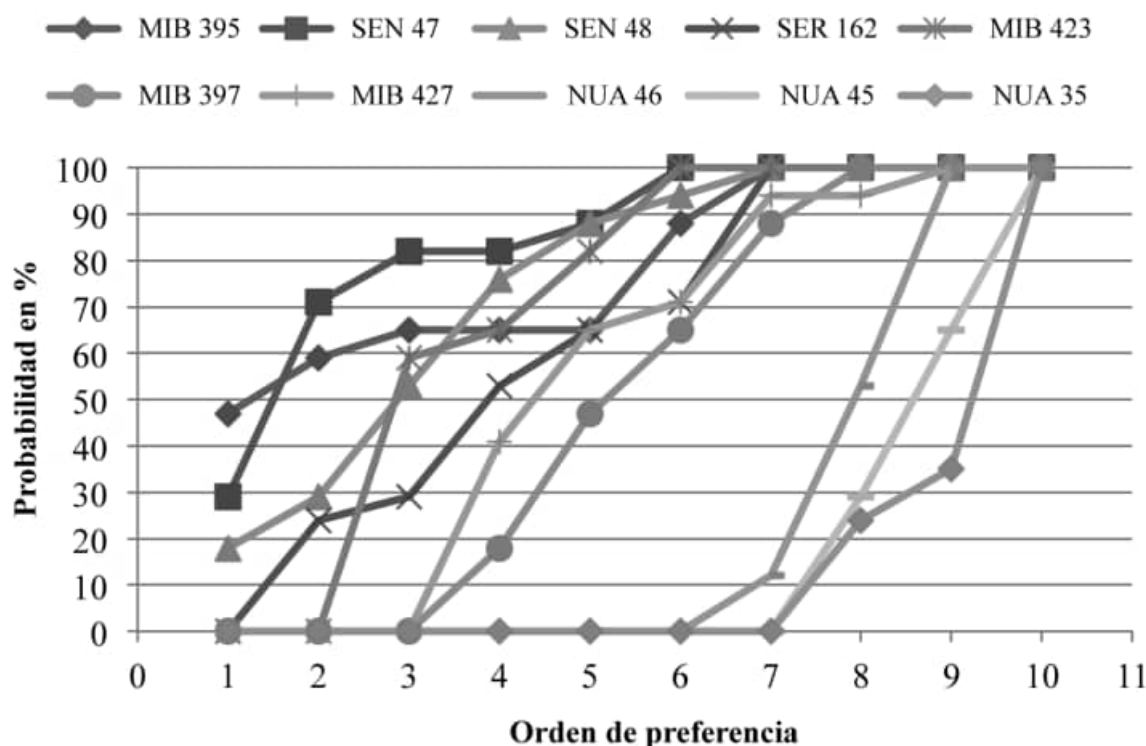


Figura 4. Resultados de la evaluación por orden de preferencia y la probabilidad de las líneas en ser aceptadas como nuevas variedades, según los agricultores de las tres localidades. Verano 2010

Conclusiones

En la evaluación participativa con agricultores, los resultados de la evaluación absoluta reflejan que los criterios favorables están directamente relacionados con la comercialización del frejol, es decir los agricultores tienen una visión de mercado y los criterios desfavorables, también están relacionados con los factores que afectan negativamente la producción de frejol.

Cuando se realiza la correlación entre el puntaje asignado por los agricultores y el variable rendimiento, se observa que existe una excelente correlación, es decir, las líneas con mayor puntaje asignado por los agricultores, también registran los mayores rendimientos.

En la evaluación por orden de preferencia, se corrobora los resultados obtenidos en la

evaluación absoluta, es decir cuando se analizan los resultados, se observa que las líneas que ocupan los primeros lugares, presentan los mayores rendimientos, esto nos demuestra que la evaluación realizada por los agricultores tiene buen respaldo agronómico y viceversa.

Producto de los resultados obtenidos, de las veinte líneas de frejol, fueron seleccionados cinco líneas y están en ensayos de validación para convertirse en una futura variedad y las líneas que presentaron menor puntaje y rendimientos menores fueron descartadas para una próxima evaluación participativa a realizarse en la campaña de invierno 2010.

Referencias citadas

Ashby J. 1999. Manual para la Evaluación Participativa con Productores Proyecto IPRA. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Cali Colombia.

- Hernández R., Quiroz C., García T., Ashby J. 1992. Manual de Metodología de la Evaluación Participativa de Tecnologías. Proyecto de investigación participativa IPRA. Cauca Colombia.
- Hernández R. 2008. Evaluación Participativa de Tecnologías con Agricultores. Proyecto Programa Alianza Para el Cambio Andino. Cali Colombia.
- Pachón H. 2008. Seminario de Actualización de Micronutrientes. Biofortificación de cultivos, una estrategia para abordar la deficiencia de micronutrientes. Proyecto AgroSalud, Quito Ecuador.
- Programa Nacional de Leguminosas Alimenticias de Grano. 2010. Frejol Biofortificado Boletín Informativo, Publicación financiada por el PMA-PAE Sostenible. Santa Cruz Bolivia.
- Quiroz C. 2007. Evaluación Participativa de Tecnologías (EPT). Programa Alianza Para el Cambio Andino. CIAT Cali Colombia.
- Roa J. 2009. Investigación Participativa de Tecnologías con Productores. Proyecto en investigación participativa en agricultura (IPRA). Proyecto Alianza Para el Cambio Andino, Cali Colombia.

Instrucciones para los autores

1. Objetivos y Alcance

La revista “Conservación y Manejo de Recursos Genéticos para la Seguridad y Soberanía Alimentaria en Bolivia” publica artículos producto de investigaciones primarias relacionadas a las siguientes grandes áreas:

- Nuevas tecnologías para la conservación de Recursos Genéticos
- Nuevas tecnologías para la caracterización de Recursos Genéticos
- Manejo y uso sostenible de Recursos Genéticos
- Conservación, caracterización y manejo de Recursos Genéticos subutilizados
- Investigaciones relacionadas a la taxonomía, morfología, fisiología, bioquímica, genética, citología o etnobiología de Recursos Genéticos
- Contribuciones relacionadas al manejo de Bancos de Germoplasma: Colección, mantenimiento, evaluación, almacenamiento y documentación.
- Otras áreas de interés para la publicación son la evolución, domesticación, agrobiodiversidad, parientes silvestres y la historia de los Recursos Genéticos bolivianos.

Para ser aceptados para su publicación, los artículos sometidos a consideración de la revista deberán hacer una contribución significativa al conocimiento en una o más de las áreas mencionadas y ser de interés general para la comunidad que trabaja con Recursos Genéticos.

2. Tipos de Publicaciones

Artículo formal: Es un trabajo destinado a la publicación en revistas especializadas. Se refiere a una investigación profunda y

detallada, con todos los elementos de un artículo, incluidos Resumen (y su “Abstract” debidamente traducido), Introducción, Materiales y Métodos, Resultados, Discusión, y Referencias a la literatura citada. Debe incluir un número apropiado de cuadros y figuras relevantes y sustanciosas que demuestren la profundidad del estudio y resalten los méritos del trabajo para su publicación en una revista indexada. Es un texto de carácter académico que exige el cumplimiento de normas específicas tanto en su estructura general como en su contenido. Estos aspectos fundamentales están determinados por el tipo de lectores y por el medio de divulgación. El uso del vocabulario especializado y el tono formal en que se escribe facilitan el acceso a la información y por consiguiente, su comprensión. Debe estar cuidadosamente redactado para evitar cambios de tema innecesarios, para lograr expresar de un modo claro y sintético lo que se pretende comunicar, y para que incluya las citas y referencias indispensables. En muchas ocasiones los artículos científicos son síntesis de informes o tesis de mayor envergadura, que orientan los esfuerzos de quienes puedan estar interesados en consultar la obra original.

Revisiones bibliográficas: Son recopilaciones y síntesis del conocimiento existente en un campo específico de interés respecto a los Recursos Genéticos bolivianos. Se recibirán revisiones bibliográficas solicitadas por el comité editorial a autores de reconocida trayectoria en el campo correspondiente, y con antecedentes de investigación y publicaciones arbitradas en el mismo. No se descarta la consideración de revisiones sometidas a consideración por los propios autores, pero su publicación quedará a criterio del comité editorial.

En estos casos, se recomienda a los autores enviar una solicitud por escrito al comité editorial, en la que se resuman los objetivos y los alcances de la revisión bibliográfica propuesta.

Comunicaciones cortas: Son reportes de significado, urgencia e interés, pero deben contener resultados preliminares relevantes. Los manuscritos de comunicaciones cortas redactados según la normativa de la revista no pueden tener una extensión mayor a 10 páginas (en Word). La introducción debe explicar la urgencia, el significado o el interés extraordinario de la información, lo cual ayudará al editor en la aceptación o rechazo de la comunicación. No debe ser estructurada de la misma manera que un artículo formal, debe contener una introducción muy breve sobre el tema y los resultados más importantes. Si se describe un trabajo sintético, se debe agregar suficiente material suplementario con el fin de que quien lo desee pueda replicar la metodología inmediatamente.

Notas técnicas: Se refieren a la publicación del desarrollo de técnicas o metodologías innovadoras preferiblemente, o su adaptación, modificación, o promoción y divulgación de carácter científico, de interés para la región mesoamericana. Incluye métodos de mejoramiento, análisis estadísticos, aparatos o instrumentos de campo, invernadero o laboratorio. Se valorará el carácter didáctico de estas publicaciones en el contexto boliviano. Tendrán una extensión máxima de cinco páginas según lo indicado en el instructivo a los autores.

La nota técnica puede abordar los resultados de un ensayo práctico ante un problema muy concreto, fundamentado en procedimientos de uso general en el ejercicio de la profesión. La sección de Discusión puede tomar un tono más expositivo (cualitativo) que crítico, mientras

que en un artículo formal, la Discusión es una sección relevante y representativa del trabajo (cualitativo si las variables lo permiten y cuantitativo casi siempre).

Análisis y Comentarios: Es el análisis de una situación específica realizado por un especialista con reconocida trayectoria en el campo y publicaciones relevante en revistas indexadas. Puede contener datos, puntos de vista, opiniones, y debe incluir una revisión de literatura apropiada para la naturaleza y la extensión de esta modalidad de publicación. Además, puede incluir observaciones personales. Su formato consiste de una introducción, el desarrollo temático, y la revisión bibliográfica.

3. Autoría

El autor que remite el trabajo debe indicar en una carta que el trabajo es original y que no se ha publicado ni sometido a publicación en otras revistas, cediendo los derechos de publicación a la revista “Conservación y Manejo de Recursos Genéticos para la Seguridad y Soberanía Alimentaria en Bolivia” y responsabilizándose por el contenido de su trabajo. Además, los trabajos publicados en la revista no pueden ser enviados para publicación en otras revistas.

Se considerará como autores a aquellas personas que hayan participado en grado suficiente en el trabajo de investigación para asumir la responsabilidad pública del contenido del trabajo. Se considera como autor al que intervino en forma esencial en: a) la concepción y el diseño del estudio, obtención de los datos, o el análisis y la interpretación de los mismos; b) la redacción del trabajo o la revisión crítica de una parte sustancial de su contenido intelectual; y c) la aprobación final de la versión que será publicada. Los requisitos a, b y c tendrán que cumplirse simultáneamente.

La participación exclusivamente en la obtención de fondos o en la obtención de datos o la coordinación del trabajo o la supervisión general del grupo de investigación, no justifica la autoría.

Los trabajos sometidos a consideración para su publicación deben contar con la autorización de parte de la institución o empresa donde se efectuó la investigación. Además se asumirá que todos los autores participaron en la elaboración, y autorizaron someterlo a publicación. La responsabilidad del contenido es de los autores.

El autor principal debe indicar si su trabajo lo considera un artículo, comunicación corta, análisis y comentarios, revisión bibliográfica o información técnica, sin embargo, la decisión sobre su ubicación se tomará con base en el arbitraje efectuado y el acuerdo del Consejo Editorial. Se podrá rechazar de oficio todo trabajo de campo con un solo periodo de evaluación (época o año), sobre cultivos ampliamente estudiados y sobre una temática ya conocida (épocas de siembra, distancias de siembra, etc.).

4. Proceso de Revisión

Todos los manuscritos deberán ser elaborados en MS Word, y guardados como documentos con extensión .doc o .docx, indicando en el nombre del archivo el nombre completo del autor principal y un título corto del manuscrito. Por ejemplo: Martin Cardenas Hermosa_Caracterizacion Eritroxyloncoca.doc. El autor principal deberá enviar su manuscrito mediante correo electrónico a la dirección revista.rggg.bolivia@gmail.com. Es muy importante que al momento de enviar el manuscrito el autor guarde el mensaje enviado con el manuscrito para que sirva de constancia de la hora y fecha de envío.

Todo trabajo enviado para publicación será

revisado al menos por dos especialistas anónimos antes de ser sometido a aprobación por el Consejo Editorial. Si este trabajo es aceptado, el autor responsable con el que se tiene establecida la comunicación debe hacer las correcciones solicitadas por los editores, y debe enviar de nuevo el trabajo, indicando las correcciones realizadas en otro color de letra (envío por correo electrónico), o en subrayado para envíos de impresos.

Se aceptarán, para análisis del Comité Editorial, las respuestas del autor con el que se mantiene la comunicación sobre las correcciones o adiciones al trabajo, sin embargo, la decisión del Comité Editorial será definitiva y su incumplimiento implica el rechazo del manuscrito para su publicación. Se dará un período de 10 días hábiles para el envío de las correcciones. Si luego del periodo dado no hubiera respuesta, se procederá en primera instancia a dejarlo fuera del proceso de edición, y posteriormente pasados los 30 días hábiles, se procederá a rechazar el trabajo bajo la premisa de no acatamiento a las directrices de la revista.

Cuando finalice el diagramado con las correcciones del autor, se le devolverá de nuevo para que efectúe la revisión final e indique vía carta o vía correo electrónico al Editor que está de acuerdo con la versión final o indicar las observaciones de forma. El tiempo de respuesta del autor deberá ser de un máximo de cinco días hábiles, después del cual el Comité Editorial podrá aprobar su publicación o suspender su proceso de edición.

5. Estilo Editorial

Los manuscritos deben ser elaborados en el procesador de textos MS Word, escritos a doble espacio en hoja tamaño carta, con márgenes de 2.5 cm. No existe un límite de páginas pero se recomienda que los artículos formales no excedan las 15 páginas incluyendo figuras y tablas.

Se deben definir todas las abreviaciones en la primera mención, ya sea en el resumen o en el texto. Una vez que se usa una abreviación, se debe usar en todo el texto excepto al inicio de una oración.

Toda información debe estar respaldada con citas bibliográficas, que sean de fácil acceso mediante centros de documentación, bibliotecas o Internet. Si son más de dos autores se pone *et al.* después del primer apellido. Ej. a) "...la metodología propuesta por Gómez *et al.*". b)... Este método fue similar al de otros autores (Hartman 1974, Jackson *et al.* 1977).

Toda mención de especies vegetales o animales debe incluir su nombre científico, y cuando es parte de lo que se estudia en el trabajo, se debe indicar además su clasificación biológica. Toda indicación posterior de un nombre científico se hará con solo la inicial del género más la especie (Revisar terminología en: International Association for Plant Taxonomy IAPT, Código Internacional de Nomenclatura Botánica). El nombre científico en latín (binomial o trinomial) se debe presentar en letras cursivas junto con la abreviación de la autoridad que ha realizado la descripción taxonómica. Por ejemplo: "Se caracterizaron accesiones de quinoa silvestre (*Chenopodium quinoa* var. *melanospermum* Willd.)...". Los nombres genéricos que se usan como nombres vernaculares no llevan mayúscula

Los nombres de los plaguicidas se deben escribir con el nombre común seguido del químico, de acuerdo a la IUPAC, entre paréntesis. Por ejemplo: "Se empleó Benomil (Metil [1-[(butilamino) carbonil]-1H-benzimidazol-2-yl] carbamato)...". No se aceptará el uso de nombres comerciales, con excepción de formulaciones particulares que sí afectan los resultados o que tienen relación con los objetivos del estudio.

Se deben identificar los suelos a nivel de grupos, en la primera mención en el texto, de acuerdo a las normas de la Base Referencial Mundial del Recurso Suelo de la FAO (<http://www.fao.org/docrep/011/a0510s/a0510s00.htm> ó <http://www.fao.org/docrep/W8594E/W8594E00.htm>)

Los números arábigos se emplearán para todos los casos con dos o más dígitos, y cuando se presenten con unidades de medida. Se escribirán en palabras si se trata de la primera palabra de una oración.

Las unidades de medida y sus respectivas abreviaciones y formatos se deben presentar de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI)

El diccionario de referencia en español será el de la Real Academia Española (<http://buscon.rae.es/drae1/>)

6. Formato para cada sección de los trabajos

Todos los trabajos deben basarse en las siguientes instrucciones de formato, pero sólo en el artículo se incluyen todas las secciones descritas a continuación:

TÍTULO: El título debe ser conciso y no debe exceder de 14 palabras. Se sugiere evitar el uso de nombres científicos en el título cuando el nombre común es muy conocido (frijol, maíz, papa, tomate, etc.). Se deberá usar el nombre científico sólo cuando el nombre común no es conocido o puede variar entre países (nombres de malezas, hongos, insectos, etc.).

Evitar las siguientes palabras: Estudios de, Investigaciones en, Observaciones acerca de, y otras palabras similares. No incluya generalidades que no contribuyen con la utilidad del título. Ejemplo: Estudios de poblaciones de malezas en el Valle Central.

AUTORES: Debe indicarse el nombre completo y apellidos (sin abreviaturas). Si el autor decide solo incluir un apellido debe indicarlo al editor. Se debe listar una sola vez las instituciones a las que pertenecen los autores e indicar la pertenencia con un superíndice al final de cada nombre de los autores. Al pie de página debe incluirse la dirección postal y correo electrónico del autor principal. El autor principal se considerará el de mayor aporte a la investigación que dio origen al trabajo sometido a publicación. El número total de autores no deberá ser mayor de seis.

INTRODUCCIÓN: Debe incluir el propósito de la investigación, los antecedentes más relevantes y el (los) objetivo(s) concreto(s). Además de la importancia del problema dentro del marco de estudio y las limitaciones de la investigación.

MATERIALES Y MÉTODOS: Son los elementos básicos de la investigación y los que generan los resultados. Los materiales (suelos, plantas, semillas, vacas, cabras, etc.) deben estar claramente descritos (análisis físico químico y tipo de suelo. Descripción de la variedad de planta empleada y su origen. Características del animal empleado, que incluya su origen, tipo, edad, etc.). La procedencia de los insumos mencionados también debe figurar entre paréntesis.

Los métodos deben indicar claramente las variables que se pretende medir y su precisión, por lo que se debe incluir el diseño experimental, unidad experimental, método de muestreo y tipo de análisis estadístico. Descripción de los tratamientos y variables evaluadas. Prácticas culturales y del manejo del experimento. Además el lugar donde se efectuó la investigación, el periodo(s) y

condiciones climáticas, si procede. En general, los métodos descritos deben permitir a otro investigador replicar el experimento para corroborar los datos obtenidos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN: Se presenta y analiza la información obtenida. Los datos derivados de la aplicación de la metodología, de una manera clara, ordenada y completa, pero a la vez concisa, basados en comprobaciones y no suposiciones, deben ser expresados por separado en figuras o cuadros (incluir en un archivo adicional los datos que los originaron para efecto del diagramado). No se debe repetir en el texto la información contenida en los cuadros o figuras. Se describirá en el texto la información obtenida del análisis de varianza. No se deben incluir tablas de análisis de varianza, sino mas bien la significancia obtenida con el análisis se debe indicar en otras tablas o figuras mas informativas.

CUADROS, FIGURAS, FOTOS, DIBUJOS

Y MAPAS: Se deben presentar solamente tablas y figuras que sean relevantes a la información presentada en la sección de Resultados. Deben tener una descripción, que los explique por sí solos, independientemente del texto. Se debe identificar claramente la información brindada, áreas geográficas donde se realizó (provincia (s)), además del periodo o año de ejecución. Como figura se entenderá las imágenes, fotos, dibujos y mapas. Los cuadros y figuras se deben presentar preferentemente en formato pequeño condensado en vez de uno complicado, de difícil interpretación. Se recomienda que tanto tablas como figuras se enmarquen en 8 a 16 cm de ancho y 8 cm de alto para no dejar espacios en blanco en el texto. No se debe repetir la información en cuadros y figuras, se deberá escoger la forma que mejor comunique la información deseada.

Las fotos deben enviarse en archivo separado, con una resolución mínima de 300 dpi y en formato JPG, EPS o TIFF identificando en el nombre del archivo el nombre del autor, un título corto del artículo, el número de figura y el contenido, por ejemplo Martin Cardenas Hermosa_Caracterizacion

Eritroxyloncoca_Fig1_flores.tiff. Los cuadros, figuras, fotos o mapas deben aparecer inmediatamente después de que se les mencione. Bajo ninguna circunstancia se aceptarán como anexos o apéndices. Evitar el uso de abreviaturas en los títulos de cada columna en los cuadros. Todo tipo de abreviaturas incluidas en el cuerpo del cuadro o en una figura, con excepción de las de uso universal, deberán ser aclaradas al pie del cuadro o figura.

Las figuras y fotos se incluyen en blanco y negro en la versión final impresa de la revista; si el autor desea impresión en color deberá cubrir los gastos de separación de colores de fotos y figuras. De no ser así, el autor debe brindar las figuras y fotos de manera que sean legibles en blanco y negro. Lo anterior porque las tonalidades dan problemas de definición en la impresión en blanco y negro. El uso de colores debe estar justificado para facilitar la comprensión de los resultados mostrados en las figuras y no con fines solamente estéticos.

Se deben usar figuras y cuadros que se puedan reducir de tamaño sin perder nitidez. No se deben enviar cuadros ni figuras en formato de imagen.

RESUMEN: Iniciar con el objetivo del trabajo, si procede, indicar el sitio del evento y periodo de ejecución, el procedimiento, los principales resultados y una discusión básica. No incluir introducción, referencias o citas bibliográficas, figuras o cuadros. El tamaño máximo será de 250 palabras (con base en el contador de palabras de Word) a espacio

seguido y en un solo párrafo.

ABSTRACT: Traducción al inglés del RESUMEN, incluyendo título del trabajo.

PALABRAS CLAVE: Se deben incluir un máximo de cinco palabras clave en español e inglés. El objetivo es su uso en indización y selección de la información bibliográfica. Como referencia se puede consultar AGROVOC Thesaurus de la FAO (http://www.fao.org/aims/ag_intro.htm?search text) y el tesoro agrícola de la National Agricultural Library de United States Department of Agriculture (http://agclass.nal.usda.gov/agt_Espanol/download_es.shtml).

ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS: La revista, sólo aceptará la normativa oficial del sistema internacional de pesos y medidas y lo indicado para tal efecto por la Real Academia Española (ejemplo: para la separación de los decimales se empleará la coma siempre y cuando el trabajo sea en español).

LITERATURA CITADA: Debe contribuir al conocimiento sobre el tema y ser lo más reciente posible, y de fácil acceso en centros de documentación, bibliotecas o Internet y estar redactadas con base en las normas del IICA (http://biblioteca.catie.ac.cr/Descargas/Normas_de_redaccion.pdf). Toda referencia bibliográfica que se incluya en el texto (introducción, materiales y métodos o resultados y conclusiones) deberá aparecer en esta sección. Todas las citas deben incluir todos los autores, año de publicación, título completo del trabajo, e información del documento en que se publicó, edición, casa editora, lugar de publicación, volumen y número de páginas. Los nombres de los autores van con minúscula, primero el apellido y luego la inicial del nombre.

Las comunicaciones personales no son parte de la literatura citada, por lo que se presentan al pie de página. Las citas obtenidas de Internet, deben ser preferentemente de publicaciones periódicas o libros.

Libros: Carvajal, F. 1984. Cafeto: cultivo y fertilización. 2 ed. Instituto Internacional de la Potasa, Berna, Suiza. 253 p.

Tesis: Yah Correa, EV. 1998. Crioconservación de suspensiones celulares embriogénicas de *Musa* spp. Iniciadas a partir de flores inmaduras. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 77 p.

Congresos, Conferencias, Reuniones: Regional Workshop: Needs and priorities for forestry and agroforestry policy research in Latin America (1993 San José, CR). 1994. (Report). M. Alfaro; R de Camino, M. I. Mora; P. Oram. eds. San

José, C.R., CR, IICA. 298 p.

Revistas: Shingh, CK; Grewal, GS. 1998. Detection of rabies in central nervous system of experimentally infected buffalo calves. Indian Journal of Animal Sciences 68(12):1242-1254.

Comunicaciones personales: Se mencionan en nota al pie de página en el texto de la publicación.

Ejemplo: Aguilar, JF. 1997. Forestería social (entrevista). San José, CR. Universidad de Costa Rica.

En línea: Guzmán, M. de. 1993. Tendencias innovadoras en educación matemática (en línea). Bogotá, Unesco. Consultado 5 ene. 1998. Disponible en <http://www.oel.org.co/oeivirt/edumat.htm>.



Teléfonos y Fax 591-2-2441153/2-2441608/2-2113629

www.INIAF.gob.bo - contacto@INIAF.gob.bo

Casilla Postal 4793

Calle Batallón Colorado Nro. 24

Edificio El Cóndor - Piso 16

La Paz - Bolivia



2308-250X



2014

Año Internacional de la
Agricultura Familiar