



**Adaptación de híbridos de tomate indeterminado [*Solanum lycopersicum* L. (Mill.)]
bajo condiciones de invernadero**
**Adaptation of indeterminate tomato hybrids [*Solanum lycopersicum* L. (Mill.)]
under greenhouse conditions**

Gabriel Julio^{1*}, Angulo Ada¹, Velasco José¹, Guzmán Ruth²

Datos del Artículo

¹Fundación PROINPA, Regional norte, Casilla Postal 4285, Cochabamba, Bolivia.
²Escuela Técnica Superior de Agronomía (ETSA), Universidad Mayor de San Simón (UMSS), Casilla Postal 992, Cochabamba, Bolivia.

***Dirección de contacto:**
Fundación PROINPA, Casilla Postal 4285, Cochabamba, Bolivia. Telf. (591)44319595, Fax. (591) 44319600.

Julio Gabriel
E-mail address: j.gabriel@proinpa.org

Palabras clave:

Híbridos,
rendimiento,
anaquel,
fruto,
firmeza.

***J. Selva Andina Res. Soc.*
2016; 7(2):47-65.**

Historial del artículo.

Recibido febrero, 2016.
Devuelto mayo 2016
Aceptado julio, 2016.
Disponible en línea, agosto, 2016.

Resumen

Fueron evaluados 11 híbridos de tomate indeterminado de la empresa ENZA ZADEN y un testigo de la empresa SEMINIS, bajo condiciones de invernadero y laboratorio con los objetivos de: i) evaluar y seleccionar participativamente 11 nuevos híbridos de tomate indeterminado de la empresa ENZA ZADEN, por su adaptación, sus características agronómicas y de sanidad en el ciclo del cultivo, en cosecha y en pos-cosecha y ii) Implementar con agricultores emprendedores, el negocio de los tomates híbridos indeterminados seleccionados participativamente. Los resultados mostraron que las variedades con mayor número de frutos y rendimiento fueron Shannon y Afamia entre las de tipo beef (redondas) y Granadero entre las peras. Las variedades redondas presentaron un rendimiento promedio superior al de las peras. Las variedades peras presentaron un número de frutos promedio superior al de las redondas. Hubo una correlación alta y positiva entre el número de frutos y el rendimiento tanto en peras como en redondas. Las variedades con mayor peso de fruto fueron Bruni (entre las redondas) y Centenario, Granadero y (entre las peras). El peso de fruto se reduce en el tiempo en forma lineal para todas las variedades excepto Corleone. La variedad redonda con mayor firmeza de fruto fue Shannon. No hubo diferencia en firmeza entre las peras. La firmeza de fruto reduce en el tiempo en forma lineal para las variedades Bruni, Elpida, Hechicero, Rally, Centenario, Corleone y reduce en forma lineal pero incrementa en forma cuadrática para las variedades Maradona y Shannon. Las variedades que redujeron la firmeza de sus frutos a menor velocidad fueron Corleone, Centenario y Afamia. Las variedades con menor pH fueron Afamia (entre las redondas) y Centenario y Granadero (entre las peras). El pH incrementa en el tiempo en forma lineal en todas las variedades. Las variedades con mayor contenido de Grados Brix fueron Hechicero, Afamia, Granadero, Elpida, Rally, Maradona y Sebatina (entre las redondas) y Corleone (entre las peras). El contenido de Grados Brix incrementa en forma lineal en el tiempo en todas las variedades. Existieron correlaciones significativas altas y positivas entre Grados Brix y pH; y entre peso y firmeza de fruto. Se logró la selección participativa de las variedades Elpida, Rally (redondas), Centenario y Policarpo (Peras), que ahora son las que se están produciendo comercialmente en los invernaderos de EL Paso en Cochabamba.

© 2016. *Journal of the Selva Andina Research Society. Bolivia. Todos los derechos reservados.*

Abstract

Were evaluated 11 hybrids of indeterminate tomato company by ENZA ZADEN and a witness of the company SEMINIS, under greenhouse and laboratory with the objectives of: i) evaluate and participatory select 11 new hybrids of indeterminate tomato company ENZA ZADEN by adaptation, agronomic and health in the crop cycle, in harvest and post-harvest and ii) implement farmers with entrepreneurial characteristics, business participatory hybrids selected indeterminate tomatoes. The results showed that varieties with higher number of fruits and yield were Shannon and Afamia between type beef (round) and Granadero between pears. The round varieties had a higher average yield of pears. Pears are a number of varieties had higher than average round fruits. There was a

**Editado por:
Selva Andina
Research Society**

Key words:

Hybrid,
Performance,
shelf,
fruit firmness

high positive correlation between the number of fruits and yield both pears and round. The varieties with higher fruit weight were Bruni (between the round) and Centenario, Granadero and (from pears). Fruit weight in time is reduced linearly for all varieties except Corleone. The round variety with greater firmness fruit was Shannon. There was no difference in firmness between the pears. The firmness of fruit reduced linearly time for Bruni, Elpida, Hechicero, Rally, Centenario, Corleone and varieties and reduces linearly but increases quadratically for Maradona and Shannon varieties. The varieties that reduced fruit firmness were slower Corleone, Centenario and Afamia. The varieties with lower pH were Afamia (between the rounds) and Centenario and Granadero (from pears). The pH increases over time in linear form in all varieties. The varieties with higher content of Brix were Hechicero, Afamia, Granadero, Elpida, Rally, Maradona and Sebatina (between the rounds) and Corleone (from pears). Brix content increases linearly over time in all varieties. There were high and positive significant correlations between Brix and pH; weight and firmness of fruit. Participatory selection of varieties Elpida, Rally (round), Centenario and Policarpo (Pears), which are now commercially that, are taking place in the greenhouses of El Paso in Cochabamba was achieved.

© 2016. Journal of the Selva Andina Research Society. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

Las zonas de producción de tomate [*Solanum lycopersicum* L. (Mill.)] en Bolivia oscilan entre los 250 hasta los 2700 msnm. El departamento con mayor superficie de producción es Santa Cruz, seguido por Cochabamba, Tarija, La Paz y Chuquisaca. En general, se siembran variedades de hábito determinado tanto híbridas como abiertas (polinización libre), exceptuando los departamentos de La Paz y Chuquisaca donde sólo se siembran variedades abiertas (Vásquez & Gallardo 2012).

Sin embargo, las zonas donde se produce un producto de calidad, se encuentran desde los 1000 hasta los 2500 msnm, a estas altitudes se logra un balance de temperatura y luminosidad, siendo condiciones necesarias para el color intenso y alto contenido de azúcares y otros sólidos del fruto (Suarez & González 2013).

La producción total promedio de tomate en Bolivia es de 50186 t.año⁻¹. No obstante, el consumo anual es de 90627 t.año⁻¹. Esto muestra que hay una demanda insatisfecha de 40441 t (El consumo per cápita por año en Bolivia es de 8.53 kg) (FAO 2013). El rendimiento promedio es de unos 13 t.ha⁻¹,

siendo uno de los más bajos en Latinoamérica (Vásquez & Gallardo 2012). Esto sugiere una deficiencia en el sistema de producción de tomate en Bolivia, esto puede deberse al limitado acceso a tecnología, buenas prácticas agrícolas y la falta de variedades adaptadas a las condiciones del país (Suarez & González 2013).

A pesar de cultivarse variedades híbridas de tomate determinado, estas continuamente están siendo desplazadas por otras con mejores características debido a la alta incidencia de plagas y enfermedades en las zonas productoras, así como factores bióticos adversos, por lo que se debe continuar con la evaluación de la adaptación de nuevas variedades híbridas resistentes a enfermedades, plagas y factores abióticos, que tengan mayor potencial de rendimiento, y buenas característica agronómicas (Gabriel *et al.* 2013a), que satisfagan la demanda de calidad, nichos particulares de mercado. Asimismo, se debe introducir el cultivo del tomate en zonas no productoras que reúnan los requerimientos de temperatura, luminosidad para así incrementar la oferta de tomate en épocas críticas (invierno).

En Bolivia poco o nada se cultiva tomate híbrido de crecimiento indeterminado bajo condiciones de invernadero, representando una oportunidad para agricultores, que podrían introducir en su producción este tipo de cultivos, que sean rentables. Entre las ventajas que presentan el uso de variedades indeterminadas híbridas se destacan su alto vigor, uniformidad, producción, excelente calidad y tolerancia a algunas enfermedades (Jaramillo *et al.* 2012).

Por otra parte, la vida en anaquel está definida como el periodo, que el producto debería mantener un nivel de calidad predeterminado bajo condiciones específicas de almacenamiento (Shewfelt 1986). Un número de procesos químicos y físicos toman lugar en los vegetales durante el almacenamiento en anaquel. Entre las variables más importantes que determinan la calidad del fruto en anaquel están: el peso del fruto (g), la textura (Kg), el pH y el contenido de sólidos solubles (grados Brix). La calidad de la mayoría de frutas y vegetales es afectada por la pérdida de agua durante el almacenamiento, que depende de la temperatura, humedad relativa y genotipo del cultivo (Žnidar i & Požr 2006). Por otra parte, la firmeza de los frutos (textura) de tomate es uno de los componentes importantes para el procesamiento y empacado de frutos frescos (Taylor *et al.* 2002). La reducción de la firmeza en los frutos de tomate es consecuencia de la actividad enzimática de la poligalacturonasa en las pectinas y paredes celulares, ocasionando el ablandamiento del fruto (Riquelme 1995, Vásquez-González 2004). La firmeza del fruto de tomate también se ve afectada por la transpiración (Arias *et al.* 2000, Villarreal-Romero *et al.* 2002). El pH del fruto es una característica sensorial relacionada con los cambios que sufren las frutas durante la maduración y la senescencia. Es considerado como un índice de cosecha para ciertas especies (Nisen *et al.* 1990). El conteni-

do de sólidos solubles de frutos de tomate es un parámetro que presenta gran variación en función del cultivar, nutrición de la planta, conductividad eléctrica de la disolución nutritiva, estrés hídrico, factores ambientales (alta densidad de luz, fotoperiodos largos y tiempo seco en cosecha) y genéticos (fruto pequeño, habito determinado), entre otros. En diversas variedades de fruto de tomate el contenido de sólidos solubles se sitúa entre 4.5 y 5.5 °Brix (Vásquez-González *et al.* 2004).

En Bolivia se comercializa un tomate madurado en planta, pues no existen condiciones para almacenar y madurar. Los tomates en estado pintón (1/3 verde y 2/3 maduro) pueden ser almacenados hasta por 7 días cuando se almacenan a 25 °C (temperatura ambiente) sin que existan reducciones significativas en calidad. A temperaturas por encima de este rango, la actividad de algunas enzimas que controlan reacciones metabólicas son afectadas (Sugri *et al.* 2013). La larga duración en anaquel de la variedad Lía (variedad híbrida más difundida en Bolivia) puede deberse a su alta firmeza.

Los objetivos de la presente investigación fueron: i) evaluar y seleccionar participativamente 11 nuevos híbridos de tomate indeterminado de la empresa ENZA ZADEN, por su adaptación, sus características agronómicas y de sanidad en el ciclo del cultivo, en cosecha y en pos-cosecha y ii) implementar con agricultores emprendedores el desarrollo del negocio del cultivo de tomate indeterminado con híbridos seleccionados participativamente.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en dos periodos. Primer periodo. Este periodo se realizó entre los años 2012-2013 en un invernadero de 560 m² de superficie en predios de la Fundación PROINPA, en la zona de El

Paso en Cochabamba, geográficamente ubicada a 17° 21' 00.98" de latitud sud y de 66° 15' 47.58" de longitud oeste, a una altitud de 2617 msnm. Esta zona tiene una temperatura media anual de 18 °C, con 55% de HR y una precipitación media anual de 569.9 mm.

Se utilizó semilla sexual de 11 variedades híbridas de tomate indeterminado de la Empresa ENZA ZADEN de Holanda (ENZA ZADEN 2014) y un testigo de la Empresa SEMINIS (100 semillas/híbrido) (Tabla 1), que fueron pre-germinadas durante tres días en cámaras húmedas, que consiste en envases plásticos transparentes con papel secante, el cual se humedece con agua destilada y en la que se derrama entre 400 a 500 semillas de tomate. El envase se pone en un ambiente cerrado con luz blanca, HR mayor a 80% y temperatura de 20 °C.

Tabla 1 Híbridos de tomate determinado, utilizados para la investigación

No.	Varietal	Origen	Características agronómicas
1	Afamia	ENZA ZADEN	Tipo redondo
2	Bruni	ENZA ZADEN	Tipo redondo
3	Hechicero	ENZA ZADEN	Tipo redondo
4	Elpida	ENZA ZADEN	Tipo redondo
5	Maradona	ENZA ZADEN	Tipo redondo
6	Rally	ENZA ZADEN	Tipo redondo
7	Sebatina	ENZA ZADEN	Tipo redondo
8	Shannon ^T	SEMINIS	Tipo redondo
9	Centenario	ENZA ZADEN	Tipo pera
10	Corleone	ENZA ZADEN	Tipo pera
11	Granadero	ENZA ZADEN	Tipo pera
12	Paipai	ENZA ZADEN	Tipo pera
13	Policarpo*	ENZA ZADEN	Tipo pera

^T: Testigo; ENZA ZADEN: Empresa holandesa; HASERA: Empresa israelí, TSWV: Tospovirus (virus del bronceado), TYLCV: Begomovirus (Virus del rizado amarillo del tomate). *: La variedad Policarpo no entró en las evaluaciones realizadas, pero sí fue seleccionado participativamente posteriormente.

Para el trasplante de las plántulas se utilizó bandejas de plástico de 128 alveolos de 15 x 20 cm con hoyos de 10 cm, las cuales se desinfectaron con agua y detergente (50 mL de Cl/1 L de agua) durante 5 a 10 min. Se preparó sustrato con cascarilla de arroz (30%), tierra vegetal (30%), lama libre de sales (30%) y estiércol vacuno (descompuesto) (10%),

que se esterilizó en autoclave durante 35 minutos a 90 °C (Gabriel *et al.* 2013b). Se llenaron los hoyos (o alveolos) de las bandejas con el sustrato preparado compactándolo para evitar la formación de bolsas de aire. Las semillas pre-germinadas fueron trasplantadas en hoyos de 0.5 a 1 cm de profundidad y 0.75 cm de diámetro. Se depositó una plántula por hoyo, se cubrió con lama desinfectada y enseguida se regó a capacidad de campo.

Al mes después del almácigo se realizó el trasplante de las plántulas a platabandas niveladas de 1 x 36 x 0.40 m, se preparó el suelo y se aplicó una relación de 8 t.ha⁻¹ de estiércol bovino descompuesto. El trasplante se realizó en un diseño experimental de bloques incompletos con un testigo sistemático (Martínez-Garza 1988), alojados en un sistema de marco real a doble hilera, para lo que se cavó hoyos de 0.15 m de profundidad, a una distancia de 0.50 m entre plantas/hilera y una distancia de 0.40 m entre hileras. Cada unidad experimental tuvo una superficie de 11.00 m² con 55 plantas, con calles de 1.20 m entre hileras. La superficie total del experimento fue de 396 m². Las unidades de muestreo fueron cinco plantas elegidas aleatoriamente por cada híbrido, donde se evaluaron las variables agronómicas y morfológicas.

Durante el desarrollo del cultivo se controló las malezas en forma manual según el desarrollo de estas, el control de plagas como la mosca blanca (*Frankliniella* sp.), se aplicó insecticidas sistémicos como el Imidacloprid (impacto) a una dosis de 10 g/20 L. Para la pulguilla (*Epitrix* sp.) y gusanos cortadores (*Agrostis* sp.) se aplicó Lambda-cihalotrina (karate) a una dosis de 15 cm³/20 L y para la polilla del tomate (*Tuta absoluta*), se aplicó clorfenapir (surfire) a una dosis de 10 cm³/20 L de agua.

Para las enfermedades de suelo causantes de chupadera (damping off) se aplicó el fungicida de contacto en base a captan (merpan) a una dosis de 60 g/20 L, se utilizó un fungicida sistémicos como el metalaxyl (ridomil) y fungicidas de contacto el clorotaloni (bravo 500) y mancozeb+cymoxanil (curathane) a una dosis de 70 g/20 L, 60 g/20 L y 25 cm³/20 L, respectivamente, para el control de enfermedades fúngicas foliares causadas por *Phytophthora infestans* (mildiu) y *Alternaria solani* (tizón temprano).

Finalmente se utilizó un bactericida a base de kasugamicina (kasumin) para el control de la peca bacteriana (*Clavibacter michiganensis* ssp. *michiganensis*) a una dosis de 40 cm³/20 L, aplicado en el estado de fructificación. Durante todo el ciclo del cultivo se realizaron al menos ocho aplicaciones con plaguicidas.

Se aplicó un fertilizante foliar (20-20-20) a razón de 60 g/20 L a intervalos de 15 días, durante dos oportunidades.

En la poda se dejaron dos ramas principales, eliminando las restantes al igual que las hojas. El tutorado se realizó después de la poda poniendo dos filas de alambre galvanizado No. 18 a una altura de 3 m. Los alambres fueron tesados en bolillos firmes plantados a 3 m a lo largo de cada hilera. El tutoraje se realizó para cada rama principal.

Para evaluar las pruebas de duración en anaquel y composición química de los frutos se implementó un experimento en diseño completamente aleatorio con sub-muestras cada siete días durante 21 días en anaquel, para esto se recolectaron 18 frutos por variedad en el estado fenológico de 1/3 verde y 2/3 maduro (pintonas) de tamaño y peso parecido.

Variables de respuesta. Las variables de respuesta fueron: el rendimiento (t.ha⁻¹), el número de frutos por planta, el peso de frutos (g) medidos en una balanza electrónica de precisión. Estas variables

fueron evaluadas en unidades de muestreo de cinco plantas, elegidas y marcadas aleatoriamente.

En anaquel se determinó la textura o firmeza (kg) del fruto con texturómetro marca EFTEGI-FT 327, el grado brix que se midió con un refractómetro marca HAND-HELD 32 y el pH se determinó con un pH-metro (IPGRI 2008).

Análisis estadísticos. Sobre la base de los modelos utilizados se realizaron análisis de varianza para probar hipótesis de los efectos fijos y comparaciones de medias mediante contrastes de un grado de libertad para determinar las variedades híbridas con mejores características agronómicas y en anaquel. El análisis de varianza también sirvió para estimar los componentes de varianza para los efectos aleatorios. Los análisis indicados se realizaron utilizando el Proc MIXED y GLM del SAS (SAS 2004).

Se realizaron análisis de regresión para las variables en anaquel para determinar la tendencia de estas en el tiempo, aplicando el Proc reg del SAS. De igual manera se realizó un análisis de correlación de Pearson para detectar relaciones entre las variables evaluadas, aplicando el Proc corr del SAS (SAS 2004). También se realizó un análisis de presupuestos parciales para determinar el costo/beneficio de cultivar tomate indeterminado bajo condiciones de invernadero (CIMMYT 1988, Quiroga & Blajos 1995).

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

Segundo periodo. Este periodo se realizó entre los años 2013-2015, tres agricultores de la zona del Paso invirtieron en la construcción de tres invernaderos con una superficie aproximada 3000 m². En los tres invernaderos fueron transplantados cuatro variedades seleccionadas participativamente previamente, como Centenario, Policarpo (tipo pera), Elpida y Rally (tipo beef). La variedad Policarpo fue incorporado posteriormente y no entró en el experimento formal de la primera fase, pero si fue evaluado y seleccionado participativamente en el mismo periodo de investigación.

La preparación del suelo y el manejo del cultivo fueron similares al realizado en la primera fase, pero realizada íntegramente por los agricultores, con un asesoramiento técnico de PROINPA. Las plántulas para el transplante fueron almacigadas y provistas por PROINPA a los agricultores.

Resultados

Se debe mencionar que se presentaron ataques de enfermedades y plagas, las cuales fueron controladas utilizando los plaguicidas apropiados y que fueron mencionados anteriormente, lográndose un buen control de los mismos.

Evaluación del rendimiento (t.ha⁻¹) en invernadero. El análisis de varianza (ANVA) para el rendimiento (t.ha⁻¹) (Tabla2) expresa diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) para variedad (Var), esto estaría indicando que al menos una de las variedades tuvo un rendimiento diferente.

Entre las redondas, la variedad testigo Shanon (6.42 Kg/planta) y Afamia (6.17 Kg/planta) fueron superiores a las variedades Hechicero (3.59 Kg/planta) y Elpida (3.26 Kg/planta) (Figuras 1 y 2). Por otra parte, las demás cuatro variedades presentaron

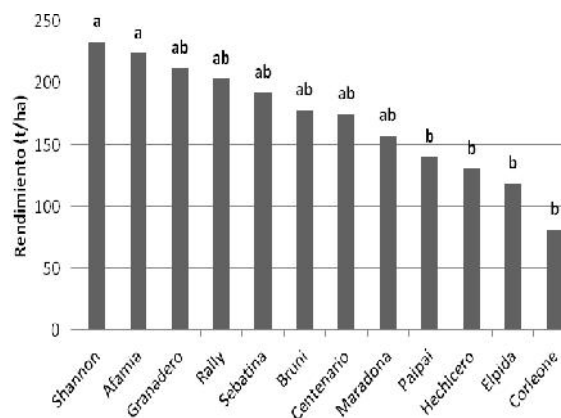
rendimientos intermedios (4.33 Kg/planta a 5.59 Kg/planta).

Tabla 2 Análisis de Varianza para Número de frutos y Rendimiento (t/ha) en 12 variedades híbridas de tomate indeterminado evaluado en invernadero

Fuente de Variación	Grados de libertad	Rendimiento (t/ha)	Pr>F Numero de frutos
Bloque	9		
Genotipo	11	<0.0001	<0.0001
Error	99		

Entre las peras no hubo diferencias significativas; sin embargo, la variedad Granadero (5.83 Kg/planta) obtuvo un rendimiento 160% superior (Figuras 1 y 2) al de la variedad Corleone (2.24 Kg/planta).

Figura 1 Medias de rendimiento (t/ha) en invernadero para 12 variedades de tomate indeterminado



En general, las variedades redondas obtuvieron un rendimiento (4.95 Kg/planta) 18% superior al de las variedades pera (4.19 Kg/planta).

El ANVA para número de frutos/planta (Tabla 2) indica que hubo diferencias entre variedades para número de frutos ($p < 0.01$). Entre las redondas, nuevamente las variedad testigo Shanon (61.94 frutos/planta) y Afamia (58.14 frutos/planta) fueron

superiores a Elpida (27.54 frutos/planta). Las restantes cinco variedades presentaron un número intermedio de frutos (33.98 a 44.91 frutos/planta) (Figura 3).

Figura 2 Medias de rendimiento (Kg/planta) en invernadero para 12 variedades de tomate indeterminado

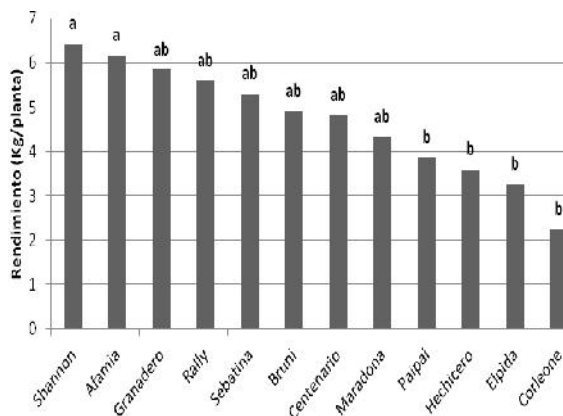
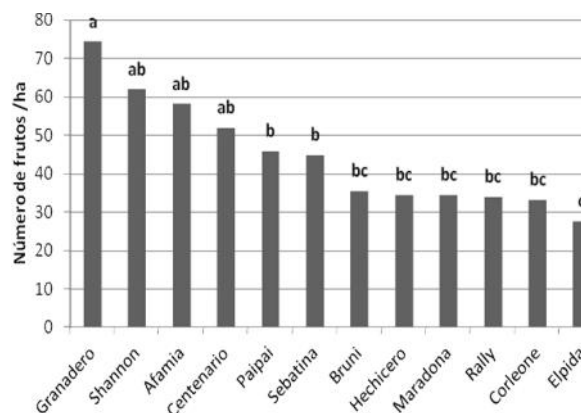


Figura 3 Medias de número de frutos en invernadero para 12 variedades de tomate indeterminado



Entre las peras, Granadero (74.37 frutos/planta) fue superior a (45.86 frutos/planta) y Corleone (33.19 frutos/planta) pero igual a Centenario (51.97 frutos/planta) (Figura 3).

En general, las variedades pera obtuvieron un número de frutos/planta (51.35 frutos/planta) 24% superior al de las redondas (41.36 frutos/planta) (Figura 3).

Tabla 3 Coeficientes de correlación de Pearson para dos variables de rendimiento evaluadas en 12 variedades híbridas de tomate indeterminado bajo invernadero

	Rendimiento t/ha											
	Redondas						Peras					
	Afamia	Bruni	Hechicero	Elpida	Maradona	Rally	Sebatina	Shannon	Centenario	Corleone	Granadero	
Número de	0.527	0.746	0.974	0.953	0.919	0.913	0.977	0.915	0.973	0.834	0.966	0.911
frutos/planta	0.118	0.034	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	0.001	<.0001	0.003	<.0001	<.0001

Los números en negrillas representan las correlaciones altamente significativas (p<0.01).

Se observó una correlación de alta y positiva entre el número de frutos y el rendimiento en la mayoría de las variedades redondas (excepto Afamia y Bruni) y todas las peras (Tabla 3), lo cual indica que el rendimiento está dado por el número de frutos y no por el peso individual de cada fruto. Sin embargo,

en las variedades redondas Elpida y Sebatina si se observó una correlación alta y positiva entre el peso de fruto, el número de frutos por planta y el rendimiento.

Las variedades recomendadas por su elevado número de frutos y rendimiento serían Shannon y Afamia

entre las redondas y Granadero entre las peras. Sin embargo, en estas variedades, el alto rendimiento no estaría asociado con un mayor peso de fruto.

Evaluación en anaquel. En el ANVA para anaquel (Tabla 4), se observó que los CV., para peso (g), textura (kg), grados Brix y pH fueron de 8.42 %, 11.39 %, 8.89 % y 4.00 % respectivamente, indicando esto que las transformaciones utilizadas en

los datos fueron apropiadas para reducir la variación por debajo del 35% (valor máximo de variación para experimentos en campo). Por otra parte, los coeficientes de determinación (R^2) fueron de, 0.97, 0.83, 0.77 y 0.94 respectivamente, denotando esto que entre el 77 al 97 % de la varianza fue explicada por los modelos y apenas del 3 al 23 % de la varianza se debería a factores ambientales.

Tabla 4 Análisis de varianza para cuatro variables evaluadas en anaquel en 12 variedades híbridas de tomate indeterminado bajo invernadero

Fuente de Variación	Grados		Cuadrados medios		
	de libertad	Peso de Fruto (g)	Firmeza (Kg)	pH	Grados Brix
Tiempo	3	9125867.8**	2.379**	240.831**	0.055
Genotipo	11	25484946**	0.125**	4.023**	0.02
Tiempo x Genotipo	33	192130.7	0.075**	1.004	0.002
Error	95	105382.4	0.023	0.565	
C.V.		8	11.39	4	8.89
R^2		0.97	0.83	0.94	0.77

** Altamente significativo ($p < 0.01$), C.V.: Coeficiente de variación, R^2 : Coeficiente de determinación.

Peso de fruto. El ANVA para peso de fruto (g), (Tabla 4) mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) de probabilidad para variedad y tiempo. En cambio no se observaron diferencias significativas para la interacción variedad x tiempo. Esto está indicando que el tiempo y la variedad tienen efecto sobre el peso y al mismo tiempo que las diferencias en el peso de fruto (g) entre variedades no varían en el tiempo ($p = 0.013$).

La comparación de medias para peso de fruto (g) (Figura 4) establece que la variedad redonda con el mayor peso de fruto es Bruni (175.27 g), en segundo lugar se encuentra Rally (159.70 g). Por otra parte, las restantes seis variedades redondas presentan pesos estadísticamente iguales entre sí (110.69 a 146.67 g). Entre las peras, las variedades Centenario

(114.62 g), Granadero (112.95 g) y (111.20 g) fueron superiores a Corleone (53.59 g). En general las variedades redondas presentaron un peso de fruto 47% superior al de las peras.

Para determinar el tipo de efecto que tuvo el tiempo sobre el peso de fruto (g) en anaquel, se realizaron contrastes para ver la significancia de las tendencias lineal y cuadrática (Tabla 5). Se observó que el peso de fruto (g) en anaquel reduce en el tiempo en forma lineal ($p < 0.01$) para todas las variedades, excepto Corleone, la cual no presenta una tendencia lineal de reducción significativa de su peso en el tiempo (Figura 5).

Firmeza de fruto. Respecto a la textura (Kg) que es la capacidad del fruto de estar firme en el tiempo, se observaron diferencias altamente significativas

($p < 0.01$) para variedad, tiempo y variedad x tiempo (Tabla 4). Esto está indicando que el tiempo y la variedad tienen efecto sobre la firmeza del fruto y al

mismo tiempo que las diferencias en la firmeza del fruto entre variedades varían en el tiempo.

Tabla 5 Significancia de las tendencias lineal y cuadrática en el tiempo para cuatro variables evaluadas en anaquel en 12 variedades híbridas de tomate indeterminado bajo invernadero

Tendencia	Factor	GL	Peso	Textura	Variables	
					pH	Grados Brix
Lineal	Afamia	1	<.0001	0.038		
Cuadrática	Afamia	1	0.577	0.015		
Lineal	Bruni	1	<.0001	<.0001		
Cuadrática	Bruni	1	0.898	0.012		
Lineal	Centenario	1	<.0001	<.0001		
Cuadrática	Centenario	1	0.294	0.339		
Lineal	Corleone	1	0.142	0.0002		
Cuadrática	Corleone	1	0.858	0.946		
Lineal	Elpida	1	<.0001	<.0001		
Cuadrática	Elpida	1	0.741	0.884		
Lineal	Granadero	1	<.0001	0.056		
Cuadrática	Granadero	1	0.535	0.118		
Lineal	Hechicero	1	0.007	<.0001		
Cuadrática	Hechicero	1	0.832	0.032		
Lineal	Maradona	1	<.0001	<.0001		
Cuadrática	Maradona	1	0.662	<.0001		
Lineal	Paipai	1	0.0014	<.0001		
Cuadrática		1	0.689	0.217		
Lineal	Rally	1	0.0003	<.0001		
Cuadrática	Rally	1	0.798	0.199		
Lineal	Sebatina	1	0.0007	0.373		
Cuadrática	Sebatina	1	0.795	0.248		
Lineal	Shannon	1	0.0021	<.0001		
Cuadrática	Shannon	1	0.821	0.0007		
Lineal	Tiempo	1			<.0001	<.0001
Cuadrática	Tiempo	1			<.0001	0.068

La comparación de medias para firmeza de fruto (Figura 6) establece que entre las redondas, la variedad testigo Shannon posee mayor firmeza de fruto (4.46 Kg) que las variedades Afamia, Elpida, Rally, Maradona y Sebatina (3.14 a 3.69 Kg); por otra parte, las variedades Hechicero y Bruni presentan firmeza de fruto intermedias (3.98 Kg). Entre las cuatro variedades pera no existen diferencias significativas en firmeza (4.37 a 3.86 Kg) (Figura 6). En general, las variedades peras presentaron una firmeza de fruto 9% superior al de las redondas.

Para determinar el tipo de efecto que tuvo el tiempo sobre la firmeza del fruto (Kg) en anaquel en las doce variedades, se realizaron contrastes para ver la significancia de las tendencias lineal y cuadrática

(Tabla 5). Al existir la interacción variedad x tiempo ($p < 0.01$) (Tabla 4), se observó que la firmeza del fruto (Kg) en anaquel reduce en el tiempo en forma lineal ($p < 0.01$) para las variedades redondas Bruni, Elpida, Hechicero y Rally y para las variedades pera Centenario, Corleone y (Tabla 5 y Figuras 7 y 8). Fajardo & Mahecha (1992) también encontraron una tendencia lineal de reducción en la textura para dos variedades comerciales de tomate evaluadas para duración en anaquel en dos estados de madurez (verde y pintón). La dureza fue uno de los mejores parámetros de madurez en las dos variedades estudiadas.

Figura 4 Medias de peso de fruto (g) en anaquel para 12 variedades de tomate indeterminado

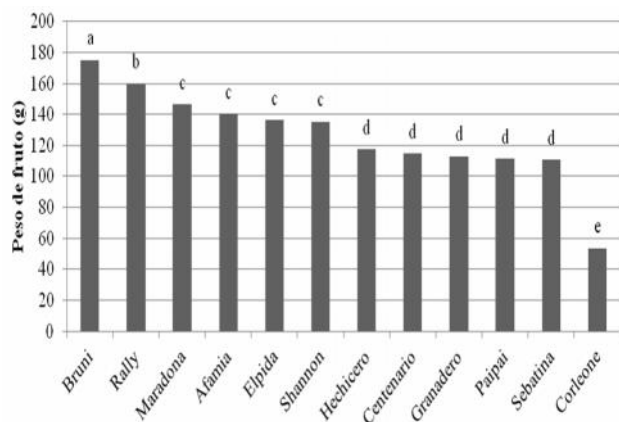


Figura 6 Medias de firmeza de fruto (Textura en Kg) para 12 variedades de tomate indeterminado

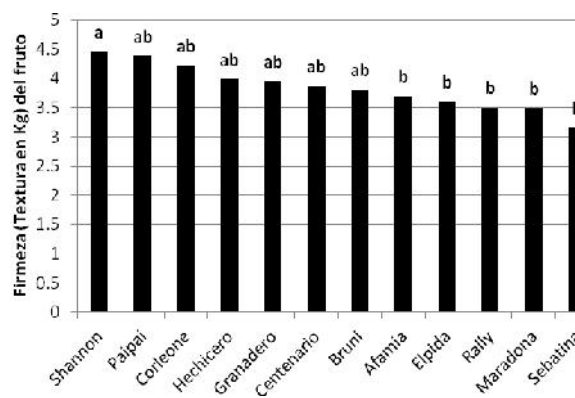
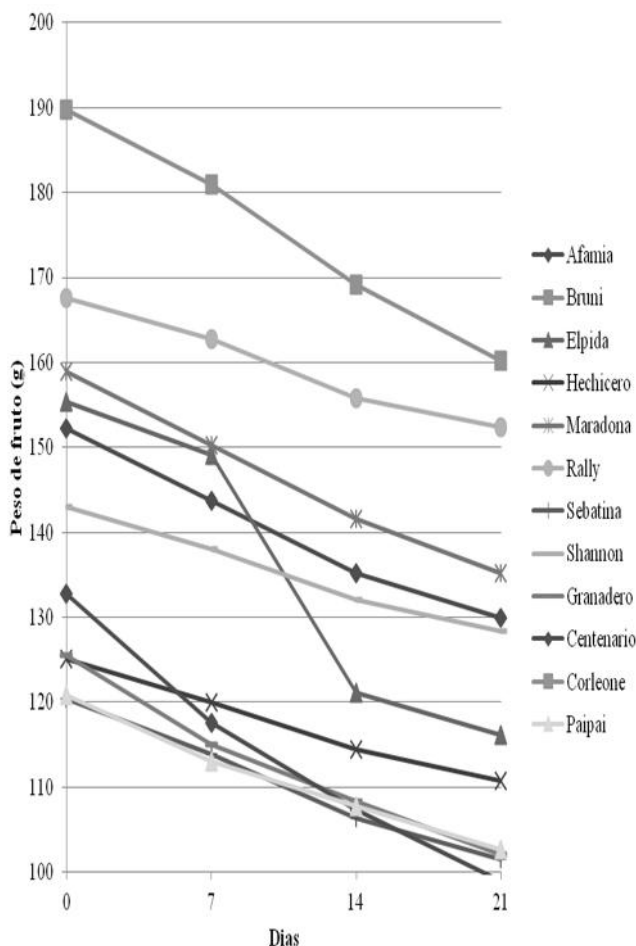


Figura 5. Tendencias lineales de pérdida de peso (g) de fruto en el tiempo para 12 variedades de tomate indeterminado



Por otra parte, la Tabla 5 y la Figura 7 muestran que las variedades redondas Maradona y la testigo Shannon reducen la firmeza de sus frutos en forma lineal hasta los 14 días; sin embargo, a partir de esa fecha incrementan la textura (Kg) en forma cuadrática ($p < 0.01$). La variedad tipo beef Afamia también siguió esta tendencia aunque no significativamente (Tabla 5 y Figura 7). En las mencionadas variedades, la firmeza se redujo de manera lineal las dos primeras semanas. Sin embargo, en la tercera semana, la fuerza necesaria para penetrar la epidermis incremento en forma drástica.

Por otra parte, la firmeza de los frutos de la variedad redonda Sebatina y la pera Granadero siguió una tendencia errática en el tiempo (Figuras 7 y 8). Sebatina registro una disminución de la firmeza en la primera semana y un incremento en la segunda para nuevamente reducir la firmeza en la tercera semana. Esto se explicaría debido a una baja firmeza de la epidermis la cual se deshidrata a partir de la segunda semana y se incrementa la fuerza necesaria para atravesarla; sin embargo, a partir de la tercera semana la epidermis se pudre y se reduce drásticamente la fuerza necesaria para atravesarla. Por otra parte, Granadero registro una dramática reducción de la firmeza en la primera semana y un ligero in-

cremento en la segunda y tercera semanas debido a la lenta deshidratación de la epidermis.

Figura 7 Tendencia lineal y cuadrática de pérdida de firmeza (Textura en Kg) de fruto en el tiempo para ocho variedades de tomate redondo indeterminado

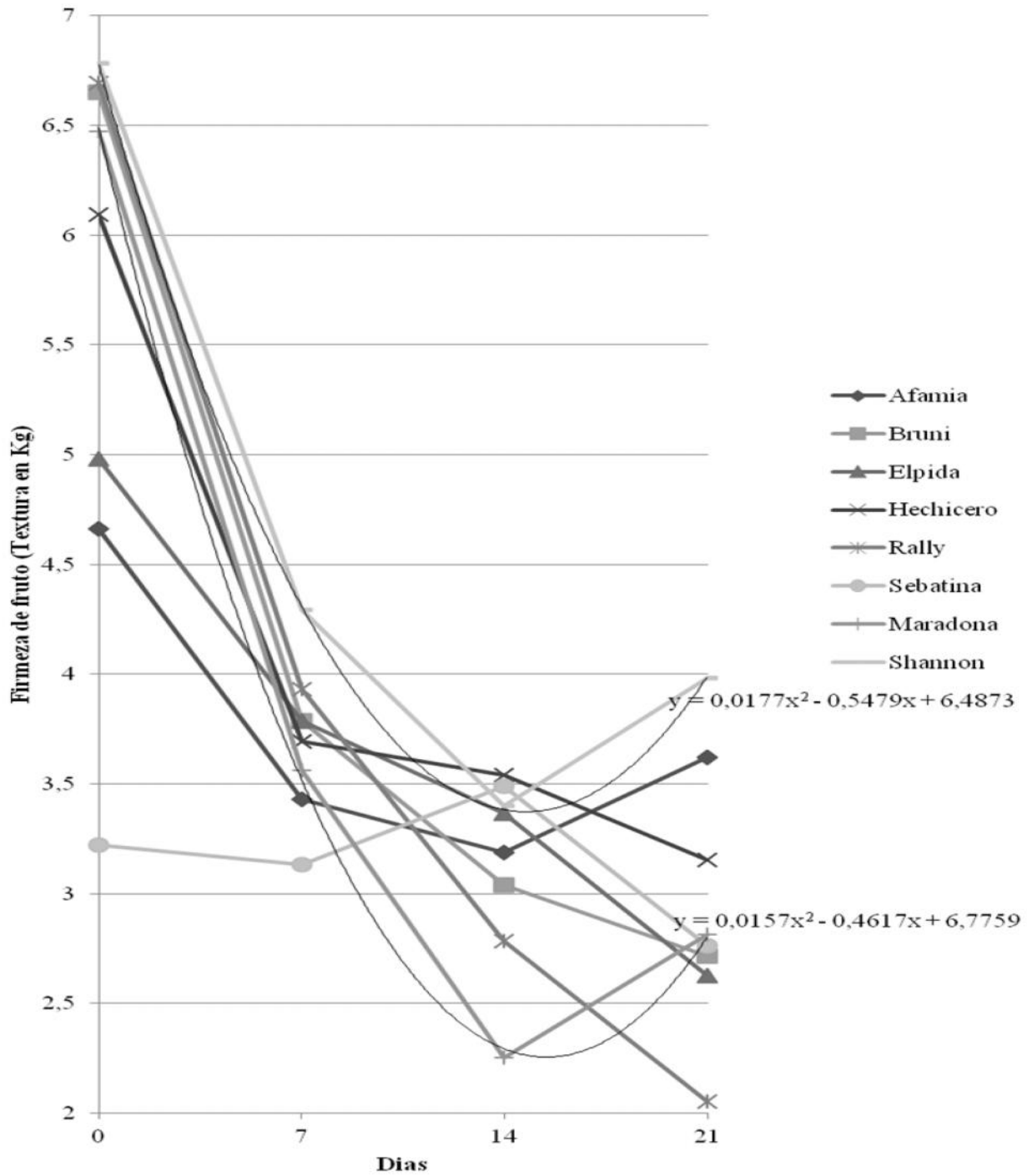
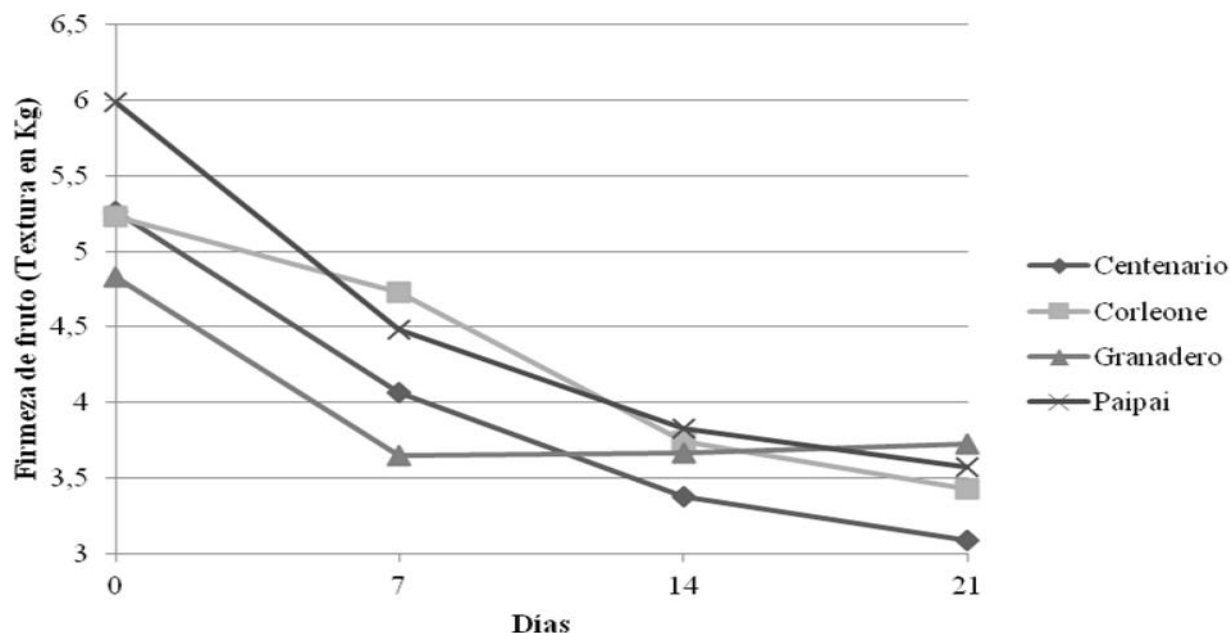


Figura 8 Tendencia lineal de pérdida de firmeza (Textura en Kg) de fruto en el tiempo para cuatro variedades de tomate pera indeterminado



Las diferencias significativas en firmeza entre variedades no se mantienen en el tiempo debido a la interacción variedad x tiempo; esto significa que las líneas de tendencia lineal de las variedades (Figuras 7 y 8) no tienen la misma pendiente (misma velocidad de pérdida de peso por día en gramos). Por tanto, se realizó la comparación de las pendientes de las líneas de tendencia lineal de las doce variedades (Figura 9). La comparación indica que la variedad redonda Sebatina redujo su firmeza a menor velocidad (0.005 g/día) que las variedades redondas Shannon, Hechicero, Elpida, Bruni, Maradona y Rally (0.029 a 0.056 g/día). Por otra parte, las variedades pera Granadero, Corleone, Paipai y Centenario y la redonda Afamia presentaron velocidades de reducción de firmeza intermedias (0.011 a 0.026 g/día) estadísticamente iguales a las de Sebatina. Sebatina tuvo características indeseables de endurecimiento temprano de la epidermis y pudrición.

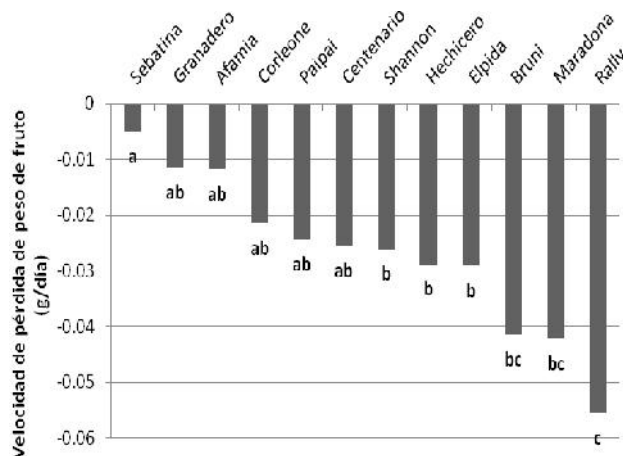
Entre las redondas recomendadas para larga duración en anaquel podríamos señalar a las variedades Hechicero y Elpida. Ambas variedades serían recomendables para larga duración en anaquel ya que presentaron la misma velocidad de reducción de firmeza que la de la testigo redonda Shannon, además, no presentan endurecimiento de la epidermis. Entre las peras recomendadas para larga duración en anaquel estarían Centenario, Corleone y Paipai ya que además de presentar buena firmeza (estadísticamente igual a la de la testigo redonda Shannon) las cuatro presentaron la misma velocidad de reducción de firmeza (estadísticamente igual a la de Sebatina) y ausencia de endurecimiento de la epidermis.

Ph

En referencia al pH, el análisis de varianza (Tabla 4) mostró diferencias altamente significativas ($p < 0.01$) de probabilidad para Variedad y Tiempo. Esto está indicando que el pH varía entre variedades y en el

tiempo. Por otra parte, las diferencias entre variedades se mantienen en el tiempo ($p=0.017$).

Figura 9 Velocidad de pérdida de peso diaria (g/día) del fruto para 12 variedades de tomate indeterminado

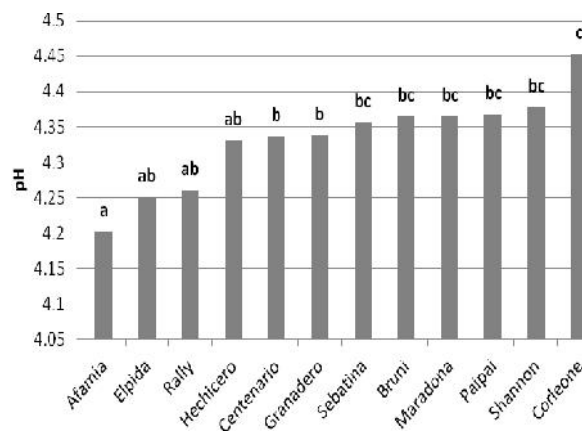


Al existir diferencias en pH entre variedades se realizó la comparación de medias (Figura 10) y se observó que entre las redondas, la variedad Afamia tiene un pH inferior (4.2) al de las variedades Sebatina, Bruni, Maradona y Shannon (4.36 a 4.38) e igual al de las variedades Elpida, Rally y Hechicero (4.25 a 4.33). Por otra parte, las variedades pera Centenario y Granadero presentaron un pH inferior (4.34) al de Corleone (4.45) pero igual al de Paipai (4.37). El pH de las peras es en general 1.4 % superior al de las redondas.

Para determinar el tipo de efecto que tuvo el tiempo sobre el pH, se realizaron contrastes para ver la significancia de las tendencias lineal y cuadrática (Tabla 5). Se observó que el pH incrementa en el tiempo en forma lineal ($p<0.01$). Asimismo, al no existir la interacción variedad*tiempo ($p=0.017$) (Tabla 4), la ganancia en pH siguió la misma tendencia (lineal) en todas las variedades a lo largo de los 21 días (Figura 11). Fajardo & Mahecha (1992) también observaron un incremento del pH en el

transcurso de la maduración de dos variedades comerciales evaluadas en anaquel en dos estados de maduración (verde y pintón).

Figura 10 Medias de pH en anaquel para 12 variedades de tomate indeterminado



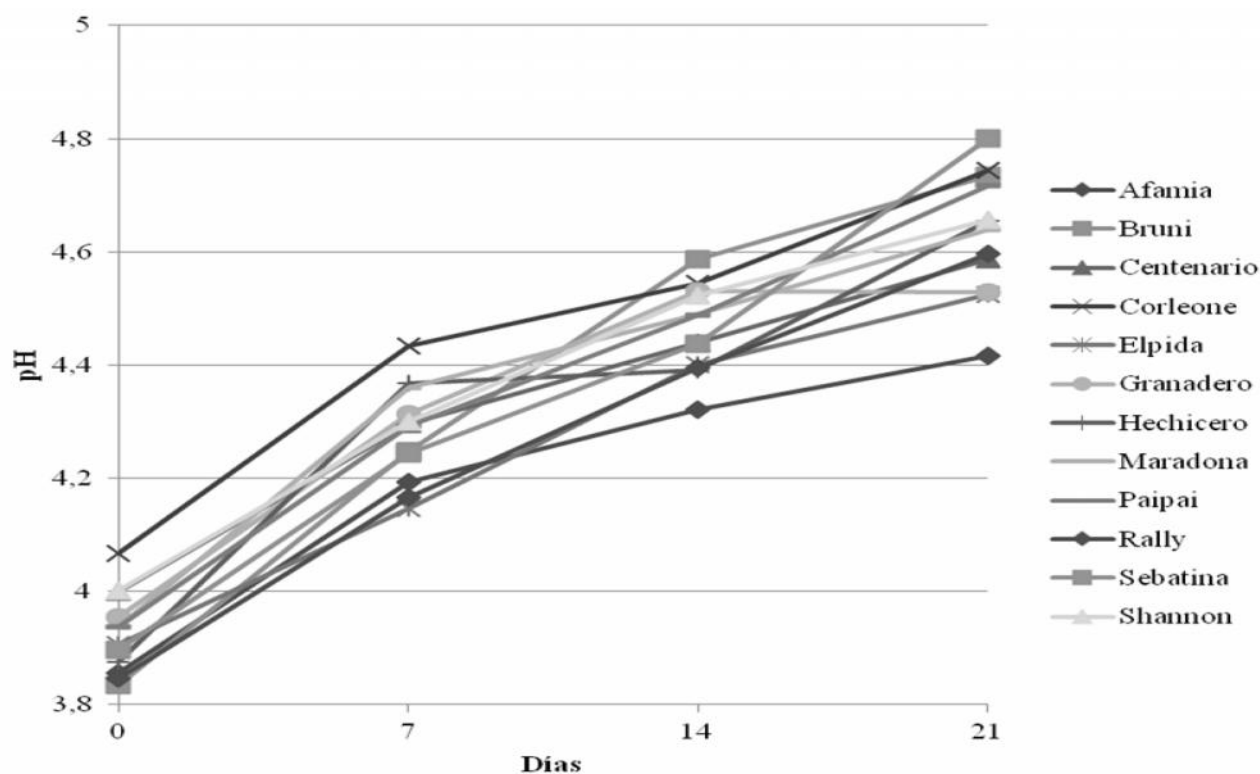
Grados Brix. Finalmente, para la variable grados Brix también hubo diferencias significativas tanto para Tiempo como para Variedad ($p<0.01$) (Tabla 4). Esto significa que los Grados Brix variaron entre variedades y en el tiempo. En la comparación de medias entre variedades (Figura 12) se observó que las variedades redondas Hechicero, Elpida, Afamia, Rally, Maradona y Sebatina presentaron mayor cantidad de Grados Brix (4.63 a 4.95) que Shannon y Bruni (4.44 a 4.51). Por otra parte, entre las peras (Figura 12), la variedad pera Corleone fue la variedad con mayor contenido de Grados Brix (5.71), en segundo lugar estuvo Granadero (4.83), que fue superior a Centenario y Paipai (4.51 a 4.6). En general, las variedades pera presentan una cantidad de Grados Brix 3% superior que las variedades redondas.

Para determinar el tipo de efecto que tuvo el tiempo sobre el contenido de Grados Brix, se realizaron contrastes para ver la significancia de las tendencias lineal y cuadrática (Tabla 5). Se observó que los

Grados Brix incrementan en el tiempo en forma lineal ($p < 0.01$). Asimismo, al no existir la interacción Variedad*Tiempo ($p = 0.013$) (Tabla 4), la ga-

nancia en Grados Brix siguió la misma tendencia (lineal) en todas las variedades a lo largo de los 21 días (Figura 13).

Figura 11 Tendencia lineal de incremento del pH del fruto en el tiempo para 12 variedades de tomate indeterminado



Las variedades redondas Hechicero, Elpida, Afamia, Rally, Maradona y Sebatina y la variedad pera Granadero presentarían la misma calidad de fruto. Por otra parte, la variedad pera Corleone presenta la mayor cantidad de Grados Brix de todas las variedades, siendo por tanto; la variedad con mayor calidad de sabor.

Análisis de correlación. El análisis de correlación de Pearson para las variables evaluadas en anaquel (Tabla 6) mostró una correlación alta y negativa ($p < 0.01$) entre grados Brix y peso para la variedad pera Corleone. Esto estaría indicando que a medida que disminuye el peso, incrementan los sólidos solubles o grados Brix en los frutos de esta variedad.

También se observó una correlación alta y positiva ($p < 0.01$) entre pH y grados Brix (Tabla 6) para las variedades redondas Maradona, Sebatina, Shannon y la variedad pera Corleone, lo cual significa que a medida que aumenta el pH, aumentan los sólidos solubles en estas variedades.

Existió también una correlación alta y negativa ($p < 0.01$) entre las variables pH y textura (Tabla 6) para las variedades redondas Elpida, Hechicero, Rally y Shannon y las variedades pera Centenario y Paipai. Esto quiere decir que a medida que aumenta el pH disminuye la firmeza en las mencionadas variedades.

Figura 12 Medias de Grados Brix en anaquel para 12 variedades de tomate indeterminado

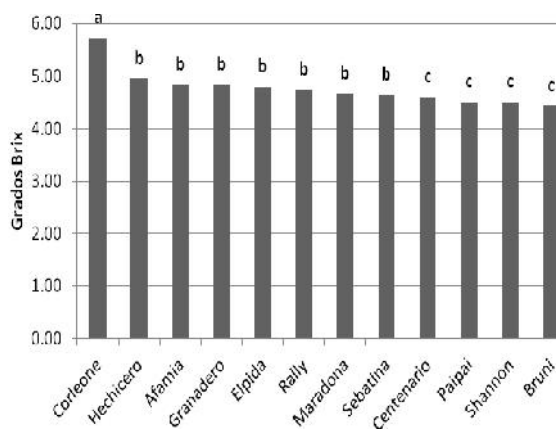
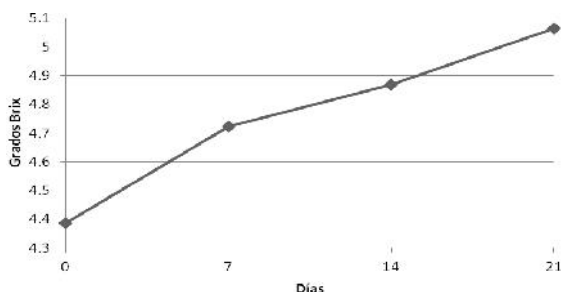


Figura 13 Tendencia lineal de incremento del contenido de Grados Brix del fruto en el tiempo para 12 variedades de tomate indeterminado



Una correlación alta y positiva ($p < 0.01$) entre el peso y la textura se observó en las variedades redonda Hechicero y pera Paipai. Esto significa que a medida que perdieron peso estas variedades también perdieron firmeza.

Una correlación alta y negativa entre Textura y Grados Brix se observó en las variedades redondas Maradona y Shannon. Esto significa que estas variedades incrementaron su contenido de Grados Brix a medida que disminuía su firmeza.

Finalmente se observó una correlación alta y negativa entre el peso de fruto y el pH. Esto significa que a medida que los frutos perdían peso, el pH se incrementaba en las variedades pera Corleone, Granadero y Paipai y la variedad redonda Sebatina.

Las variedades Afamia y Bruni no mostraron correlaciones significativas entre variables.

Entre las redondas, la variedad Rally presentó un peso de fruto alto, un pH bajo (ácido) y un contenido elevado de grados Brix, las cuales son excelentes características para aceptación por los consumidores. Sin embargo, esta variedad presenta una baja firmeza de fruto y esta disminuye a una alta velocidad en anaquel. Por tanto, no es una buena opción si se busca una larga duración en anaquel. Otras variedades con elevado contenido de grados brix y bajo pH son Elpida y Hechicero. Estas variedades presentan a su vez, lenta pérdida de firmeza y por tanto, serían buenas opciones para duración en anaquel.

Entre las peras, la mejor opción sería Centenario por su alto peso de fruto, su alta firmeza, su bajo pH y su lenta pérdida de firmeza. La única desventaja sería su bajo contenido de grados Brix.

Evaluación participativa. En el proceso de evaluación participativa los productores y los consumidores participantes, eligieron a las variedades Rally, Elpida, Centenario y Policarpo como las mejores para el consumo en Bolivia. La dureza de fruto y firmeza fue superior en las variedades Centenario, Maradona, Bruni, Hechicero, Paipai, Shannon y Corleone; en cambio Afamia, Elpida, Granadero, Sebatina y Rally, mostraron una dureza y firmeza del fruto intermedia. En referencia a la textura, sabor, contenido de azúcares del fruto no hubo diferencias para ninguna de las variedades evaluadas. Finalmente los consumidores priorizaron a los frutos de Elpida, Afamia y Bruni como los menos ácidos.

Análisis de presupuestos parciales. El análisis de costo/beneficio realizado a través de presupuestos parciales para cada variedad mostró que el costo de producción fue de 81381.40 Bs/ha (USD 11 692.72). El beneficio/costo estuvo en un rango de

326618,60 Bs/ha (USD 46927.95) a 1086248,40 (USD 156070.17). Lo que mostró la alta rentabilidad de producir tomate indeterminado bajo condiciones de invernadero. Se debe mencionar que en el análisis no se incluyó la construcción de los invernaderos.

Discusión

Segun la FAO (2011), la producción mundial de hortalizas supera los 750 millones de toneladas, cifra que ha venido creciendo en los últimos años dado el mayor interés de la población por temas de salud y bienestar. Entre la gran cantidad de hortalizas existentes, el tomate está en un lugar privilegiado, al ser el número uno en cuanto a producción (más de 120 millones de toneladas), área sembrada (alrededor de 4 millones de hectáreas) y volumen de exportaciones (más de 30 millones de toneladas); lo que marca una diferencia importante frente a las demás hortalizas y permite vislumbrar la importancia del tomate en la dieta de la población mundial. Por ende, se trata de un mercado altamente competitivo, el cual exige una oferta constante y un producto con calidad que cubra las expectativas de los consumidores en cuanto a inocuidad, sanidad, características organolépticas, nutricionales y ahora también funcionales, pues el tomate se considera una importante fuente de carotenoides (como el licopeno, principalmente), compuestos fenólicos y flavonoides a los que se les atribuye efectos contra el cáncer especialmente de próstata y contra enfermedades cardiovasculares (Arab *et al.* 2002, Giovannucci 2005, Kun *et al.* 2006).

En nuestro estudio observamos que las variedades recomendadas por su elevado número de frutos y rendimiento serían Shanon y Afamia entre las redondas y Granadero entre las peras. Pero, en estas

variedades, el alto rendimiento no estaría asociado con un mayor peso de fruto. Resultados similares fueron encontrados por Wessel-Beaver & Scott (1992), y describieron correlaciones genéticas negativas entre rendimiento y peso de fruto en temperaturas altas que equivaldrían a las temperaturas bajo invernadero.

Entre los factores que influyen en la discusión de compra de tomate-escogidos por cerca del 95% de los consumidores está la apariencia, la frescura, la madurez, el sabor y el aroma, seguidos por el valor nutricional, precio y vida útil, con cerca del 60% (Schouten *et al.* 2007, Garcia 2001).

Hemos observado que el peso de fruto (g) en anaquel reduce en el tiempo en forma lineal para todas las variedades, excepto Corleone, la cual no presenta una tendencia lineal de reducción significativa de su peso en el tiempo. Así mismo, Žnidar i & Požr (2006), encontraron una pérdida lineal de peso cuando evaluaron la duración en anaquel de la variedad Malike bajo dos temperaturas (5 y 10 °C) de almacenamiento.

También se observó que el efecto del tiempo sobre la firmeza del fruto en anaquel en las doce variedades. Pudimos determinar que la firmeza del fruto en anaquel reduce en el tiempo en forma lineal para las variedades Bruni, Elpida, Hechicero, Rally, Centenario, Corleone. Fajardo & Mahecha (1992) también encontraron una tendencia lineal de reducción en la textura para dos variedades comerciales de tomate evaluadas para duración en anaquel en dos estados de madurez (verde y pintón). Asimismo, concluyeron que la dureza fue uno de los mejores parámetros de madurez en las dos variedades estudiadas. Hibler & Hardy (1994) también notaron que la firmeza de la pulpa del fruto de tomate estaba inversamente relacionada con el proceso de maduración, lo cual implica que si el proceso de madura-

ción progresa en el tiempo, la firmeza de la pulpa declina. Kader *et al.* (1987) mencionan que la calidad de los frutos de tomate para consumo fresco está determinada por la firmeza y la materia seca. Esto significaría que los frutos con pericarpios gruesos y cera epicuticular inhibirían la pérdida de agua en frutos (Wills *et al.* 1998). En la presente investigación las cuatro variedades para presentarían pericarpios gruesos y/o cera epicuticular en sus frutos.

En referencia a los grados Brix, contrariamente a nuestros resultados, Fajardo & Mahecha (1992) no encontraron un incremento significativo de grados Brix en el tiempo para dos variedades comerciales evaluadas en anaquel en dos estadios de madurez (verde y pintón).

La calidad del sabor en el tomate está ampliamente determinada por el contenido de azúcar (estimado a través del contenido de sólidos solubles o grados Brix) del fruto (Žnidar i & Požr 2006). Esto quiere decir que en nuestro caso, las variedades redondas Hechicero, Elpida, Afamia, Rally, Maradona y Sebatina y la variedad para Granadero presentarían la misma calidad de fruto. Por otra parte, la variedad para Corleone presenta la mayor cantidad de Grados Brix de todas las variedades, siendo por tanto; la variedad con mayor calidad de sabor.

También hemos observado una correlación alta y positiva entre pH y grados Brix para las variedades Maradona, Sebatina, Shannon y Corleone, lo cual significa que a medida que aumenta el pH, aumentan los sólidos solubles en estas variedades. Fajardo & Mahecha (1992), asimismo, encontraron una correlación alta y positiva entre grados Brix y pH en dos variedades comerciales evaluadas en anaquel en dos diferentes estados de madurez (verde y pintón).

Por otra parte hemos observado una correlación alta y positiva entre el peso y la textura en las variedades Hechicero. Esto significa que a medida que perdie-

ron peso estas variedades también perdieron firmeza. Lownds *et al.* (1994) reportaron que el decremento pronunciado en la firmeza está asociado con un incremento en la pérdida de peso durante un almacenamiento prolongado en pimentón. Hibler & Hardy (1994) y Lownds *et al.* (1994) por su parte observaron que un incremento en la madurez incrementa a su vez el nivel de pérdida de agua o peso lo cual resulta en un decremento de la firmeza de fruto. Estos resultados sugieren que existe una fuerte asociación entre la pérdida de peso y la fuga de iones a través de la membrana en los frutos de tomate lo cual está de acuerdo con Walter (1990), quien también encontró una relación entre el incremento de la pérdida de agua y un incremento de la fuga de iones a través de la membrana en frutos de pepino (*Cucumis sativus*) almacenados al 62% de HR.

Finalmente fueron seleccionados participativamente las variedades Elpida, Rally, Policarpo y Centenario como los tomates híbridos con mejor potencial para el cultivo bajo invernadero en la zona de El Paso en Cochabamba. Elpida fue medianamente precoz, Rally fue precoz, Policarpo y Centenario fueron precoces, coincidiendo estos resultados con lo reportado por ENZA ZADEN (2014).

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés con la presente investigación.

Agradecimientos

Se agradece a la empresa ENZA ZADEN por proveer la semilla para la investigación y a la WUR/NUFICC de Holanda por el financiamiento para esta investigación.

Literatura citada

- Arab L, Steck S, Harper AE. Lycopene and cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr.* 2000; 71(Suppl): 1691S-5S.
- Arias R, Lee TC, Specca D, Janes H. Quality comparison of hydroponic tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) Ripened on and off vine. *J Food Sci.* 2000; 65(3): 545-8.
- Ashby JA. Manual Para la Evaluación de Tecnología en Productores. Proyecto de Investigación Participativa en Agricultura (IPRA), Centro internacional de agricultura tropical (CIAT). Cali: Colombia; 1991. p. 102.
- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT). 1988. La formulación de recomendaciones a partir de los datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica. Edición completamente revisada. México, DF. México. CIMMYT. Programa de economía. 1988. p. 79.
- ENZA ZADEN. Vegetable seed catalogue. Enkuizen, The Netherlands. 2014. p. 168.
- Fajardo R, Mahecha G. Seguimiento del proceso de maduración del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y desarrollo de normas preliminares de calidad en las variedades chonto y milano. *Rev Colomb Quim.* 1992; 21(1-2): 43-54.
- FAO. Manual técnico: Producción Artesanal de Semillas de Hortalizas para la Huerta Familiar. Santiago, Chile; 2011. p. 98.
- Gabriel J, López E, Magne J, Angulo A, Luján R, La Torre J, et al. Genetic basis of inheritance for morphological, agronomic and agroindustries characteristics in hybrid tomato *Solanum lycopersicum* L. (Mill). *J Selva Andina Biosph.* 2013a; 1(1): 37-46.
- Gabriel J, Crespo M, Danial D. Curso sobre producción de hortalizas de alta calidad para el mercado interno. Fundación PROINPA, WUR-Holanda, Cochabamba, Bolivia; 2013b. p. 148.
- García MC, García H. Manejo cosecha y poscosecha de mora, lulo y tomate de árbol. Corpoica, Ciat. Bogotá; 2001. p. 107.
- Giovannucci E. Tomato Products, Lycopene and Prostate Cancer: A Review of the Epidemiological Literature. *J. Nutr.* 2005; 135(8): 2030S-1S.
- Vásquez-González J. Evaluación del efecto de concentraciones y formulaciones de calcio sobre el tiempo de vida comercial del tomate en periodo de poscosecha, Salamá, Baja Verapaz [tesis licenciatura]. Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, USAC; 2004. p. 55.
- Hibler M, Hardy D. Breeding a better banana. IDRC Report, 1994; 22 (1): 16-18.
- INIAP. Participación y Género en la Investigación Agropecuaria. Guía de Investigación Participativa y análisis de Género para técnicos /as del sector Agropecuario. Quito, Ecuador; 2001. p. 128.
- International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). Descriptores para el tomate (*Lycopersicon* spp.). IPGRI, Bogotá, Colombia; 2008. p. 49.
- Jaramillo N, Eliecer J, Sánchez L, Germán D, Rodríguez V, Aguilar PA, et al. Tecnología para el cultivo de tomate bajo condiciones protegidas. CORPOICA, Bogotá, Colombia, 2012. p. 482.
- Kader A, Arpaia ML, Greve C. Fruit maturity, ripening and quality relationships. *American Society for Horticultural Science.* 1987; 112: p. 479.

- Kun Y, Lule S, Ding XL. Lycopene: Its Properties and Relationship to Human Health. *Food Rev Int.* 2006; 22: 309-33.
- Lownds NK, Banaras M, Bosland PW. Postharvest water loss and storage quality of nine pepper (*Capsicum*) cultivars. *Hortscience.* 1994; 29: 191-3.
- Martinez-Garza A. Diseños experimentales: Métodos y elementos de teoría. Editorial Trillas, México, DF. México; 1988. p. 756.
- Nisen A, Graffiadellis M, Jimenez R, La Malfa G, Martínez-García PS, Monteiro A, et al. Cultures proteges en climat mediterraneen. FAO, Rome. 1988.
- Quiroga J, Blajos J. Revisión de métodos para el análisis económico en el cultivo de papa. Documento de trabajo 9/95, IBTA-PROINPA, Cochabamba, Bolivia; 1995. p. 42.
- Riquelme F. Poscosecha. In: El cultivo del tomate, Nuez, F. (ed.), Mundi Prensa. Madrid, España; 1995. p. 793.
- SAS Institute Inc. SAS/STAT Users Guide, Version 9.2, Fourth Edition, Vol. 2, SAS Institute Inc., Cary, N.C. 2004.
- Schouten RE, Huijben TP, Tijsskens LM, Van Kooten O. Modelling the acceptance period of truss tomato batches. *Postharvest Biol Tec.* 2007; 45: 307-16.
- Shewfelt RL. Postharvest treatment for extending the shelf life of fruits and vegetables. *Food Tech.* 1986; 40: 70-80.
- Suarez S, Gonzales C. Desarrollo y valoración de recursos genéticos de *Lycopersicon* spp. Para su utilización en mejoramiento genético de solanáceas frente a estrés biótico y abiótico. CIAT, Bogotá, Colombia; 2013. p. 45.
- Sugri SA, Sargent F, Kusi AD, Berry RA, Kanton L, Pelletier W. Improving Marketable Quality of Tomato: a Simulation of Shipping Conditions in Ghana, *Am J Exp Agric.* 2011; 3(2), 392-402.
- Taylor MD, Locascio SJ, Alligood MR. Incidence of blossom-end rot and fruit firmness of tomato affected by irrigation quantity and calcium source. *Proc Fla State Hort. Soc.* 2002; 115: 211-14.
- Vásquez V, Gallardo G (Ed.). Compendio Agropecuario; observatorio agroambiental y productivo 2012. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras, Estado Plurinacional de Bolivia, La Paz, Bolivia; 2012. p. 403.
- Villarreal-Romero M, García-Estrada RS, Osuna-Enciso T, Armenta-Bojorquez AD. Efecto de dosis y fuente de nitrógeno en rendimiento y calidad postcosecha de tomate en fertirriego. *Terra Latinoam.* 2002; 20: 311-20.
- Walter WM, Epley DG, Mcfeeters RG. Effect of water stress on stored pickling cucumbers. *J. Agr. Food Chem.* 1990; 38: 2185-91.
- Wessel-Beaver L, Scott JW. Genetic variability of fruit set, fruit weight, and yield in a tomato population grown in two high-temperature environments. *J Amer Soc Hort Sci.* 1992; 117(5): 867-70.
- Wills RB, McGlasson WB, Graham D, Daryl J. Postharvest. An introduction to the physiology and handling of fruit, vegetables and ornamentals. 4th Ed. Hyde Park Pres, Adelaide, S. Australia; 1998.
- Žnidar i D, Požrl T. Comparative study of quality changes in tomato cv. 'Malike' (*Lycopersicon esculentum* Mill.) whilst stored at different temperatures. *Acta Agric Slov.* 2006; 87(2): 235-43.