

Variación estacional de caracteres agromorfológicos en poblaciones nativas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.)*

Seasonal variation of agro morphological traits in native populations of tomato (*Solanum lycopersicum* L.)

José Cruz Carrillo-Rodríguez^{1§}, José Luis Chávez-Servia², Gerardo Rodríguez-Ortiz¹, Raymundo Enríquez-del Valle¹ y Yuri Villegas-Aparicio¹

¹Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca y División de Estudios de Posgrado e Investigación, ITVO-DEPI, Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca, México. ²Instituto Politécnico Nacional, CIIDIR Unidad Oaxaca, Hornos #1003, Col. Nochebuena, C.P. 71230, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. §Autor para correspondencia: jcarrillo_rodriguez@hotmail.com.

Resumen

Las poblaciones silvestres y cultivadas de jitomate que se distribuyen en México, generalmente son heterogéneas con amplia variabilidad en caracteres fenológicos, de planta, fruto y rendimiento. No obstante, es necesario cuantificar su variación genotípica y como se ve influenciada por el ambiente, con el propósito de utilizar esa información para su conservación, aprovechamiento directo y en programas de mejoramiento genético. En este trabajo se evaluó la variación de caracteres de interés agronómico en tres acervos genéticos, en dos ciclos consecutivos de producción en invernadero, agosto-diciembre de 2009 y febrero-julio de 2010. En un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, se trasplantaron 29 poblaciones agrupadas por forma de fruto en: tomatillo (12), riñón (15) y saladette (2). Se determinaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre y dentro de grupos de poblaciones en caracteres fenológicos, morfológicos y de interés agronómico. Las poblaciones con formas de fruto tomatillo fueron más precoces al inicio de floración, fructificación y maduración de frutos (17 a 68.5 días después del trasplante, ddt) que el grupo de frutos riñón y saladette (20 a 82.3 ddt). Los acervos genéticos evaluados interactúan con el ciclo de cultivo, en la estación de primavera 2010 presentaron mayor vigor de planta y altos en caracteres

Abstract

Wild and cultivated populations of tomatoes spread across Mexico generally are heterogeneous with wide variability in phenological traits, plant, fruit and yield. However, it is necessary to quantify its genotypic variation and how is influenced by the environment, for the purpose of using such information for their conservation, direct use and in breeding programs. In this study was evaluated the variation of agronomic traits of interest into three gene pools, in two consecutive cycles of greenhouse production, from August to December 2009 and from February to July 2010; in a randomized block design with three replications, were transplanted 29 populations grouped by type of fruit: tomatillo (12), globe (15) and saladette (2). There were significant differences ($p < 0.05$) between and within groups of populations in phenological, morphological and agronomic traits of interest. Populations of fruit with tomatillo form were early at beginning of flowering, fruiting and fruit ripening (17 to 68.5 days after transplantation, ddt) the group of globe fruits and saladette (20 to 82.3 ddt). The gene pools evaluated interact with the growing season; in the spring season 2010 had higher plant vigor and high in agronomic traits. In particular,

* Recibido: noviembre de 2012
Aceptado: abril de 2013

agronómicos. En particular, las poblaciones de frutos tipo costilla o riñón y tomatillo presentaron amplia variabilidad que puede aprovecharse en programas de mejoramiento hacia objetivos de interés local.

Palabras clave: acervos genéticos, interacción genotipo-ciclos de cultivo, variación genotípica.

Introducción

El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) es uno de los principales cultivos en el mundo con una estimación global en la producción anual más de 129 millones de toneladas (FAOSTAT, 2012) y uno de los principales cultivos de exportación de en México con una producción anual superior a 1.8 millones de toneladas, en más de 45 mil hectáreas (SIAP, 2012). Los altos niveles de demanda hacen que se incremente la cantidad y calidad de la producción, y con esto la demanda, tanto de variedades mejoradas como de variedades tradicionales, nativas o autóctonas.

No obstante, se ha detectado, a través del tiempo, una reducción de la variación genética a través del mejoramiento como consecuencia de la orientación hacia la uniformidad en tamaño, madurez y presentación visual del producto (Passam *et al.*, 2007). En tiempos recientes, surge una exigencia o necesidad por la conservación y utilización del germoplasma existente tanto silvestre como cultivado (García-Martínez *et al.*, 2006; Terzopoulos y Bebeli, 2010).

Las heterogéneas poblaciones o variedades nativas de jitomate son una fuente importante de recursos genéticos para diferentes países del área Mediterránea. Por ejemplo, en Italia se revaloran los conocidos como 'Apera Abruzzese' (Mazzucato *et al.*, 2010); en España son comunes 'Muchamiel', 'De la pera', 'Moruno', 'Talaverano', 'Rosado' y 'Jaeáiz' (García-Martínez *et al.*, 2006; Ruiz y García-Martínez, 2009; Sánchez-Giráldez *et al.*, 2012); y Grecia 'Milo', 'Philoto', 'Milati', 'Ahladi', 'Lainates' y Souvritiki, entre otros (Terzopoulos y Bebeli, 2010). La explotación y conservación de las poblaciones nativas requieren del estudio de la variabilidad genética o genotípica la que no ocurre de manera aleatoria porque la determinan factores biológicos, ambientales y selección que hace el agricultor (Terzopoulos *et al.*, 2009).

populations of globe fruit type and tomatillo showed wide variability that can be used in breeding programs towards local interest objectives.

Key words: gene pools, interaction genotype -crop cycles, genotypic variation.

Introduction

The tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the main crops in the world with a global estimate annual production over 129 million tons (FAOSTAT, 2012) and one of the major export crops in Mexico with annual production higher to 1.8 million tons, more than 45 thousand hectares (SIAP, 2012). The high levels of demand makes it increase the quantity and quality of production, and with this demand, both improved varieties and traditional varieties, native or indigenous.

However, it has been detected, over time, a reduction of genetic variation through breeding as a result of orientation towards uniformity in size, ripeness and visual presentation of the product (Passam *et al.*, 2007). In recent times, there is a demand or need for conservation and use of the existing germplasm, both wild and cultivated (García-Martínez *et al.*, 2006; Terzopoulos and Bebeli, 2010).

The heterogeneous populations or native varieties of tomatoes are an important source of genetic resources for different Mediterranean countries. For example, in Italy are revalued the known as 'A Pera Abruzzese' (Mazzucato *et al.*, 2010); in Spain are common 'Muchamiel', 'De la pera', 'Moruno', 'Talaverano', 'Rosado' and 'Jaeáiz' (García-Martínez *et al.*, 2006, Ruiz and García-Martínez, 2009, Sánchez-Giraldez *et al.*, 2012) and in Greece 'Milo', 'Philoto', 'Milati', 'Ahladi', 'Lainates' and Souvritiki, among others (Terzopoulos and Bebeli, 2010). The exploitation and conservation of native populations require the study of genetic or genotypic variability which occurs not randomly since is determined by biological, environmental factors and selection that is made by the farmer (Terzopoulos *et al.*, 2009).

In Mexico, Central and South America, in addition to native varieties cultivated, there is a great phenotypic and genotypic diversity of wild forms of tomato (Jenkins, 1948; Rick

En México, Centro y Sudamérica, además de las variedades cultivadas autóctonas, se tiene una gran diversidad fenotípica y genotípica de formas silvestres de jitomate (Jenkins, 1948; Rick y Fobes, 1975; Nuez y Pico, 1997; Nuez *et al.*, 1999; Medina y Lobo, 2001; Peralta y Spooner, 2007). En el país, el jitomate silvestre se distribuye desde Sinaloa hasta Chiapas, incluyendo la Península de Yucatán y se conoce con diversos nombres como cuatomate, tomatillo, tinguaraque, chusma, ojo de venado, bule, calabacito, guajito, etc., en función de la forma que adquieren. No obstante, los agricultores lo diferencian de las formas multiloculares cultivadas o variedades locales, a las que denominan como costilla, costillón, de gajo, riñón, durazno o criollo (Jenkins, 1948; Álvarez-Hernández *et al.*, 2009; Rodríguez *et al.*, 2009; Chávez-Servia *et al.*, 2011).

Por lo anterior, la diversidad genética de *S. lycopersicum* existente tanto en México como otros países de América, representa una oportunidad para ser explotada en los programas de mejoramiento genético y es imperativo hacer esfuerzos para formular e implementar estrategias de conservación. La diversidad de variedades locales (frutos costilla) ha sido objeto de estudio en algunos trabajos (Juárez-López *et al.*, 2009; Vásquez *et al.*, 2010; Estrada-Castellanos *et al.*, 2011; Urrieta-Velázquez *et al.*, 2012) y también se tiene avances en la documentación del germoplasma silvestre (Sánchez-Peña *et al.*, 2006; Álvarez-Hernández *et al.*, 2009; Rodríguez *et al.*, 2009; Carrillo-Rodríguez y Chávez-Servia, 2010; Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2012).

No obstante, para lograr conservación y aprovechamiento estratégico del germoplasma silvestre y cultivado se requiere conocer la variación genotípica y dinámica de los acervos genéticos. En este contexto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar la variación de caracteres de interés agronómico en tres acervos genéticos de Oaxaca, en dos ciclos consecutivos de producción en invernadero.

Material y métodos

Material genético y evaluación agronómica

Se utilizó un grupo de 29 colectas de jitomates silvestres, semicultivados y cultivados, provenientes de las diferentes regiones del estado de Oaxaca y dos poblaciones cultivadas por agricultores en Guanajuato. Los que se agruparon en tres

and Fobes, 1975; Nuez and Pico, 1997; Nuez *et al.*, 1999; Medina and Lobo, 2001; Peralta and Spooner, 2007). In the country, the wild tomato is spread from Sinaloa to Chiapas, including the Yucatán Peninsula and is known by various names like cuatomate, tomatillo, tinguaraque, chusma, eye deer, bule, calabacito, guajito, etc., in function of the form they acquire. However farmers differentiate them from local varieties which they call as costilla, costillón, of slice, globe, peach or creole (Jenkins, 1948; Álvarez-Hernández *et al.*, 2009; Rodríguez *et al.*, 2009; Chávez-Servia *et al.*, 2011).

Therefore, the genetic diversity of *S. lycopersicum* existing in Mexico and in other American countries represents an opportunity to be exploited in breeding programs and it is imperative to make efforts to develop and implement conservation strategies. The diversity of local varieties (fruits rib "Costilla") has been studied in some works (Juárez-López *et al.*, 2009; Vásquez *et al.*, 2010; Estrada-Castellanos *et al.*, 2011; Urrieta-Velázquez *et al.*, 2012) and also there is progress in documenting wild germplasm (Sánchez-Peña *et al.*, 2006; Álvarez-Hernández *et al.*, 2009; Rodríguez *et al.*, 2009; Carrillo-Rodríguez and Chávez-Servia, 2010; Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2012).

However, to achieve conservation and strategic use of wild and cultivated germplasm is required to know the genotypic and dynamic variation of gene pools. In this context, the objective of this study was to evaluate the variation of agronomic traits into three gene pools of Oaxaca, in two consecutive cycles of greenhouse production.

Materials and methods

Genetic material and agronomic evaluation

A group of 29 collections of wild, semi cultivated and cultivated tomatoes, from different regions of the state of Oaxaca and two populations cultivated by farmers in Guanajuato were used. These were grouped into three groups of gene pools: 1) small fruits from wild and semi cultivated origin (in yards) of round, ovoid or guajito shapes; 2) large multilocular fruits of globe or costilla (rib) type, and 3) fruits of saladette type (Table 1).

The collection was evaluated in the greenhouse for two continuous cycles of cultivation, from August- December 2009 (winter) and February-July 2010 (spring), under a randomized block design with three replications. The

grupos de acervos genéticos: 1) frutos pequeños de origen silvestres y semicultivados (en solares) de formas redondas, ovoides o guajito; 2) frutos grande multiloculares de tipo riñón o costilla; y 3) frutos de tipo saladette (Cuadro 1).

greenhouse is located in the former plantation of Nazarene, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, at coordinates 96° 43' west longitude, 17° 04' north longitude, and altitude of 1519 m. The crop management was with fertilization

Cuadro 1. Grupo de poblaciones de jitomate clasificadas con base en el tamaño y forma de fruto, y origen geográfico.
Table 1. Populations groups of tomato categorized based on the size and shape of fruit, and geographical origin.

Código de colecta	Sitio de colecta (localidad o municipio)	Longitud O	Latitud N	Altitud (m)
Grupo tomatillos silvestres y semicultivados (pequeños redondeados o piriformes):				
CIIDIR-027	La Reforma, Acatlán de Pérez Figueroa	96° 27' 54"	18° 29' 06"	96
CIIDIR-038	Santa Cruz Xoxocotlán	96° 44' 00"	17° 01' 35"	1530
CIIDIR-039	Santo Domingo Albarradas	96° 12' 00"	17° 04' 00"	1480
CIIDIR-049	Ayotzintepec	96° 07' 40"	17° 40' 25"	120
CIIDIR-051	Chicalito, Santa María Jacatepec	96° 12' 41"	17° 51' 36"	47
CIIDIR-062	San Blas Atempa	95° 13' 32"	16° 19' 35"	40
CIIDIR-064	San Blas Atempa	95° 13' 32"	16° 19' 35"	40
CIIDIR-069	Vigastepec, Teotitlán de Flores Magón	97° 02' 13"	18° 10' 30"	1980
CIIDIR-073	San Blas Atempa	95° 13' 32"	16° 19' 35"	40
CIIDIR-076	San Blas Atempa	95° 13' 32"	16° 19' 35"	40
CIIDIR-080	El Camarón, Nejapa de Madero	96° 01' 37"	16° 33' 15"	690
CIIDIR-097	San José Chacalapa, San Pedro Pochutla	96° 27' 51"	15° 49' 43"	230
Grupo tipo riñón multilocular:				
CIIDIR-05	San Juan las Huertas, Putla Villa de Guerrero	97° 56' 06"	16° 54' 59"	578
CIIDIR-09	Cuadrilla de Guadalupe, San Pedro Amuzgos	98° 04' 36"	16° 40' 33"	460
CIIDIR-010	Barrio Ñucahua, Santa María Huazolotitlán	97° 54' 29"	16° 18' 21"	310
CIIDIR-016	Santa Cruz Xitla	96° 40' 20"	16° 19' 17"	1800
CIIDIR-019	Santa Cruz Xitla	96° 40' 20"	16° 19' 17"	1800
CIIDIR-025	Santa María Temascalapa	96° 09' 40"	17° 22' 50"	1100
CIIDIR-040	San Juan Bautista Tuxtepec	96° 07' 26"	18° 05' 10"	20
CIIDIR-043	Miahuatlán de Porfirio Díaz	96° 35' 46"	16° 19' 42"	1550
CIIDIR-059	San Blas Atempa	95° 13' 32"	16° 19' 35"	40
CIIDIR-061	San Blas Atempa	95° 13' 32"	16° 19' 35"	40
CIIDIR-067	San Pedro Martir, Ocotlán	96° 42' 43"	16° 44' 37"	1500
CIIDIR-087	Santa María Magdalena Tiltepec, Santos Reyes Nopala	97° 10' 13"	16° 03' 48"	506
CIIDIR-091	El Carrizal, Santa Cruz Zenzontepec	97° 26' 33"	16° 31' 56"	1040
CIIDIR-095	Reyes, San Pedro Pochutla	96° 29' 16"	15° 48' 48"	220
CIIDIR-096	Guzmán, San Pedro Pochutla	96° 29' 16"	15° 47' 03"	140
Grupo de frutos tipo saladette:				
L-109	Guanajuato, Guanajuato	101° 15' 25"	21° 01' 00"	2000
L-110	Guanajuato, Guanajuato	101° 15' 25"	21° 01' 00"	2000

La colección se evaluó en invernadero durante dos ciclos continuos de cultivo; agosto-diciembre de 2009 (invierno) y febrero-julio de 2010 (primavera), bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. El invernadero se localiza en la Exhacienda de Nazarene, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, en las coordenadas 96° 43' de latitud oeste, 17° 04' longitud norte, altitud de 1 519 m. El manejo del cultivo fue con una fertilización de fondo con 18-46-00 (N-P-K), fertirrigación mediante la fórmula de fertilizante soluble 18-18-18 y durante la maduración de frutos con aplicaciones de calcio cada ocho días. El tutorio fue vertical y podas semanales a

18-46-00 (N-P-K), fertigation using the soluble fertilizer formula 18-18-18 and during fruit ripening with calcium applications every eight days. The tutoring was vertical and pruning to a single stem weekly. In order to control pest populations, was used Furadan 5G® and Imidacloprid (Confidor®), and to prevent diseases, applications were made with vegetable extracts, Cupravit® and Captan®.

The physiological, morphological and agronomic variables, evaluated during two crop cycles were: days elapsed after transplant at beginning of flowering, fruiting and fruit

un solo tallo. Con el objetivo de controlar las poblaciones de plagas, se utilizó Furadan 5G® e Imidacloprid (Confidor®), y para prevenir enfermedades se hicieron aplicaciones con extractos vegetales, Cupravit® y Captan®.

Las variables fisiológicas, morfológicas y agronómicas evaluadas durante los dos ciclos de cultivo fueron: días transcurridos después del trasplante a inicio de floración, fructificación y maduración de frutos, altura de planta a 60 días después del trasplante (cm), diámetro de tallo al primer racimo floral (cm), número de flores, frutos y peso de frutos del primer al quinto racimo (g), y peso total de frutos hasta el quinto racimo (g). Posteriormente, en una muestra de 10 frutos del tercer al quinto racimo, se determinó el diámetro (cm), longitud (cm), y número de lóculos por fruto. Todas las descripciones morfológicas se hicieron con base en los descriptores del IPGRI (1996) y en trabajos previos (Carrillo-Rodríguez y Chávez-Servia, 2010; Vásquez *et al.*, 2010; Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2012).

Análisis estadístico

Se hizo un análisis de varianza combinado mediante el diseño de bloques completos al azar, con un modelo mixto; grupos o acervos genéticos y colectas como efectos fijos, ciclos como efectos aleatorios y repeticiones anidadas en ciclos. Cuando hubo diferencias en los efectos principales o sus interacciones, se hizo una comparación de medias por el método de Tukey ($p < 0.05$), mediante el paquete estadístico SAS (1999).

Resultados y discusión

En los análisis de varianza se detectaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre ciclos de evaluación para todas las variables evaluadas, excepto, días a inicio de fructificación y maduración de frutos, diámetro polar y ecuatorial del fruto. Entre grupos y dentro de grupos se determinaron diferencias significativas ($p < 0.05$) para todas las variables, y en la interacción ciclos de evaluación por grupos de acervos genéticos no se encontró diferencias significativas para días del trasplante a inicio de fructificación, diámetro de tallo y peso medio de frutos (Cuadro 2).

En la comparación de medias, entre ciclos de cultivo se observó que bajo invernadero, los acervos genéticos evaluados alcanzaron la floración, fructificación y maduración de los primeros frutos en un intervalo de 21 a 69 días del trasplante,

ripening, plant height at 60 days after transplantation (cm), stem diameter at first inflorescence (cm), number of flowers, fruits and fruit weight from the first to fifth inflorescence (g), and total weight of fruits until the fifth inflorescence (g). Later, in a sample of 10 fruits from third to fifth flower cluster, was determined the diameter (cm), length (cm) and number of locules per fruit. All morphological descriptions were made based on IPGRI descriptors (1996) and in previous studies (Carrillo-Rodríguez and Chávez-Servia, 2010, Vásquez *et al.*, 2010; Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2012).

Statistical analysis

A combined analysis of variance was made through the design of randomized complete block, with a mixed model; groups or gene pools and collections as fixed effects, cycles as random effects and nested replications in cycles. Where differences in the main effects or their interactions, there was a comparison of means by the Tukey method ($p < 0.05$), using the statistical package SAS (1999).

Results and discussion

In analyzes of variance were significant differences ($p < 0.05$) between evaluation cycles for all variables, except days to fruiting and ripeness, polar and equatorial diameter of the fruit. Between groups and within groups were significant differences ($p < 0.05$) for all variables, and in the cycles interaction of evaluation by gene pools groups no significant differences were found for days after transplant to beginning of fruiting, stem diameter and average weight of fruits (Table 2).

In the mean comparison between crop cycles was observed that under greenhouse, the evaluated gene pools reached flowering, fruiting and ripening of the first fruits in a range of 21-69 days after transplantation, with no significant differences between cycles winter 2009 and spring 2010. This same pattern was observed for fruit size. In contrast, in the spring season was a slight increase in plant height, stem diameter, yield per plant and fruit weight in relation to winter cycle (Table 2), indicating that the patterns of responses in agronomic traits, the genotypes or gene pools are crucial.

Among gene pool groups, were significant differences in all traits. In phenological traits, in general, collections with globe or rib multilocular type were slightly late than tomatillo

sin diferencias importantes entre los ciclos invierno 2009 y primavera 2010. Este mismo patrón se observó para el tamaño del fruto. En contraste, en la estación de primavera se observó un ligero incremento en la altura de planta, diámetro de tallo, rendimiento por planta y peso medio del fruto en relación al ciclo de invierno (Cuadro 2), lo que indica que en los patrones de respuestas en caracteres agronómicos, los genotipos o acervos genéticos son determinantes.

type (cherry) and saladette in days after transplanting to beginning of flowering, fruiting and ripening of fruits (Table 3). For example, ripening of the first fruit cluster of small fruits appeared about 10 days before (62.1 days) than in the fruit globe type (72.2 days) and saladette (70.5 days). A trait that is strongly determined between the time of physiological maturity and harvest maturity, which is lower in smaller fruit.

Cuadro 2. Cuadrados medios de los análisis de varianza combinado para variables fenológicas, morfológicas y rendimiento de poblaciones de jitomate evaluadas en agosto-diciembre de 2009 y febrero-julio de 2010, y comparación de medias entre ciclos.

Table 2. Square means for the combined analysis of variance for phenological, morphological and yield variables of tomato populations evaluated from August- December 2009 and from February-July 2010, and comparison of means between cycles.

Fuente de variación	gl	DIF [†]	DIFR	DIM	AP (m)	DT (cm)	NFLR	NFRR	DPF (cm)	DEF (cm)	NL	RPP (kg)	PMF (g)
Ciclos (C)	1	14.21*	15.22 ^{ns}	45.54 ^{ns}	0.99**	0.87**	141.91**	31.01**	0.03 ^{ns}	0.21 ^{ns}	2.86**	9.89**	2.48*
Rep. (ciclos)	4	1.20 ^{ns}	12.26 ^{ns}	18.06 ^{ns}	0.06**	<0.01 ^{ns}	2.05 ^{ns}	5.87**	<0.01 ^{ns}	0.02 ^{ns}	0.17 ^{ns}	2.14**	1.22 ^{ns}
Grupos (G)	2	101.41**	595.41**	2075.59**	0.28**	0.75**	54.05**	210.62**	130.76**	218.60**	365.25**	10.58**	657.67**
Colecta (grupos)	26	42.24**	58.43**	119.18**	0.08**	0.12**	30.90**	14.85**	4.40**	4.52**	13.87**	0.48**	13.00**
CxG	2	27.63**	13.17 ^{ns}	38.41*	0.14**	0.04 ^{ns}	11.56**	9.68**	1.71**	1.97**	2.32**	0.51**	0.08 ^{ns}
C-x-colecta (grupo)	26	3.66 ^{ns}	8.84 ^{ns}	21.56*	0.03**	0.01 ^{ns}	2.53 ^{ns}	1.49 ^{ns}	0.16**	0.22*	3.76**	0.05 ^{ns}	0.64 ^{ns}
Error	112	3.22	8.27	11.66	0.01	0.02	1.86	1.29	0.05	0.12	0.39	0.05	0.50
CV (%)		8.11	8.63	5.03	7.35	10.23	17.49	23.06	6.36	8.39	14.51	21.76	11.80
Comparación de promedios de ciclos de cultivo													
Invierno 2009		21.6 b [‡]	33.8 a	67.2 a	1.5 b	1.1 b	6.5 b	5.5 a	3.6 a	4.3 a	4.5 a	0.8 b	44.3 b
Primavera 2010		22.7 a	32.8 a	68.7 a	1.7 a	1.3 a	9.1 a	4.4 b	3.5 a	4.1 a	4.2 b	2.2 a	47.2 a

^{ns}no significativo ($p > 0.05$); *significativo a $p < 0.05$; **significativo a $p < 0.01$; gl= grados de libertad; CV= coeficiente de variación; [†]DIF= días del trasplante a inicio de floración; DIFR= días del trasplante a inicio de fructificación; DIM= días del trasplante a inicio de maduración; AP= altura de planta a 60 días del trasplante (m); DT= diámetro de tallo (cm); NFLR= número de flores por racimo; NFRR= número de frutos por racimo; DPF= diámetro polar de fruto (cm); DEF= diámetro de ecuatorial de fruto (cm); NL= número de lóculos; RPP= rendimiento (kg/planta); PMF= peso medio de fruto (g); [‡]medias con letras iguales no difieren estadísticamente (Tukey, $p < 0.05$).

Entre grupos de acervos genéticos se determinaron diferencias significativas en todos los caracteres. En caracteres fenológicos, en general, las colectas con frutos tipo riñón o costilla multiloculares fueron ligeramente más tardíos que los tipo tomatillo (cherry) y saladette en días después del trasplante a inicio de floración, fructificación y maduración de frutos (Cuadro 3). Por ejemplo, la maduración del primer racimo de frutos en los frutos pequeños se presentó alrededor de 10 días antes (62.1 días) que en los frutos tipo riñón (72.2 días) y saladette (70.5 días). Característica que

The relationship between number of flowers per cluster and number of fruit determines the percentage of fruit set. Among gene pools assessed (groups) were significant differences, the average of fruit set was higher in wild tomatillos and semi domesticated tomatillos (<90%) than in saladette (<71%) and globe (<41%). Although the latter group produces on average, higher number of flowers per cluster and its percentage of fruit set is very low (Table 3). In size, fruit density and yield per plant, was conspicuously greater magnitude of estimated averages in saladette and

esta fuertemente determinada entre el tiempo de madurez fisiológica del fruto y madurez de cosecha, el que es menor en los frutos de menor tamaño.

Costilla type than in wild and semi-domesticated. The latter presented a fruit diameter less than 2.5 cm, 8.59 g in fruit density with up to 3 locules and 0.59 kg / plant. Among the

Cuadro 3. Comparación de medias entre grupos de acervos genéticos y entre colectas dentro de grupos para las variables evaluadas en dos ciclos de cultivo.

Table 3. Comparison of means between gene pool groups and between collections within groups for variables evaluated in two crop cycles.

Código de colecta	DIF [†]	DIFR	DIM	AP	DT	NFLR	NFRR	DPF	DEF	NL	RPP	PMF
Fruto tipo tomatillo silvestre y semicultivado (cherry)												
CIIDIR-76	19.5 bc [‡]	28.5 c	64.0 b	1.54 b	1.26 a	10.20 a	11.17 a	2.90 a	3.00 a	2.1 a	1.62 a	16.2 a
CIIDIR-27	22.5 b	31.0 a	64.3 b	1.80 a	1.27 a	7.18 ab	7.35 ab	3.55 a	3.15 a	2.2 a	1.15 a	19.4 a
CIIDIR-39	17.0 c	27.6 c	60.1 b	1.74 a	0.89 c	7.00 b	5.27 d	1.35 d	1.48 d	2.0 a	0.07 f	1.6 d
CIIDIR-80	20.0 b	28.8 c	56.3 c	1.66 a	1.05 c	5.92 c	5.90 b	1.53 c	1.63 c	2.0 a	0.14 d	2.6 d
CIIDIR-64	19.1 b	29.3 b	62.0 b	1.50 c	1.25 a	9.98 a	9.85 ab	3.15 a	3.24 a	2.3 a	1.44 a	17.0 a
CIIDIR-38	17.8 c	27.8 b	59.6 b	1.78 a	0.75 c	7.01 b	5.58 c	1.34 d	1.42 d	2.0 a	0.09 f	1.7 d
CIIDIR-62	22.7 b	33.0 a	62.5 b	1.80 a	1.26 a	6.02 c	6.22 ab	2.62 a	2.63 b	2.2 a	0.56 b	9.8 c
CIIDIR-49	21.3 b	32.6 a	65.1 a	1.56 b	1.28 a	6.72 b	5.87 cd	2.94 a	2.42 b	2.2 a	0.56 b	10.1 b
CIIDIR-51	22.3 b	30.0 a	64.6 a	1.55 b	1.34 a	8.99 b	8.00 ab	3.60 a	2.48 b	2.4 a	0.86 b	11.4 b
CIIDIR-97	23.0 b	30.3 a	63.6 b	1.48 c	1.06 b	6.63 b	5.25 d	1.52 c	1.64 c	2.0 a	0.11 d	2.5 d
CIIDIR-73	17.8 c	26.0 b	55.0 c	1.72 a	1.10 b	6.32 b	5.51 d	1.65 c	1.75 c	2.0 a	0.12 d	2.4 d
CIIDIR-69	27.8 a	39.5 a	68.5 a	1.50 c	1.25 a	5.96 c	5.18 d	2.35 b	2.55 b	2.1 a	0.42 c	8.4 d
Prom. grupo	20.9 B	30.4 C	62.1 B	1.60 A	1.14 B	7.33 B	6.70 A	2.37 C	2.20 C	2.10 C	0.59 C	8.59 B
Fruto tipo riñón multilocular:												
CIIDIR-05	24.8 a	36.8 b	73.6 b	1.60 a	1.36 a	5.57 c	4.33 b	3.47 c	4.30 c	4.60 bc	1.40 b	39.3 c
CIIDIR-25	21.0 b	32.0 c	66.8 cd	1.59 a	1.21 a	12.02 a	7.33 a	2.85 d	4.90 c	6.60 ab	2.20 ab	36.5 c
CIIDIR-09	26.2 a	37.3 b	75.8 ab	1.51 a	1.28 a	4.67 c	4.50 b	3.55 c	4.38 c	3.20 c	1.58 b	41.9 c
CIIDIR-91	24.2 a	34.6 bc	72.3 b	1.35 b	1.27 a	5.31 c	3.07 c	3.13 c	4.18 c	4.20 bc	1.18 b	43.7 c
CIIDIR-10	21.7 b	32.1 c	73.6 b	1.57 a	1.47 a	10.40 b	3.47 c	3.93 b	6.72 ab	9.54 a	3.40 a	113.2 a
CIIDIR-87	20.0 c	32.6 c	69.1 c	1.38 b	1.31 a	4.91 c	1.86 c	4.38 b	7.08 ab	8.56 a	1.94 b	116.2 a
CIIDIR-96	20.8 c	38.0 ab	77.5 ab	1.54 a	1.46 a	10.00 b	3.03 c	3.98 b	7.22 a	9.41 a	2.83 a	116.9 a
CIIDIR-43	22.0 b	35.3 bc	61.0 d	1.61 a	1.41 a	8.53 c	3.35 c	3.65 b	5.35 c	5.40 b	1.11 b	49.2 c
CIIDIR-19	24.7 a	35.8 b	69.1 c	1.67 a	1.45 a	10.42 b	3.49 c	3.62 b	4.81 c	5.13 b	1.89 b	51.2 c
CIIDIR-16	23.8 b	33.8 bc	68.8 c	1.61 a	1.33 a	10.56 b	2.96 c	3.71 b	5.15 c	5.37 b	1.60 b	57.6 c
CIIDIR-40	21.8 b	35.0 bc	72.1 b	1.58 a	1.35 a	8.67 c	2.48 c	4.22 b	6.31 bc	7.94 a	1.51 b	72.4 b
CIIDIR-95	21.0 b	34.1 bc	71.0 b	1.59 a	1.39 a	13.94 a	3.11 c	3.82 b	6.56 a	9.01 a	2.21 ab	91.0 b
CIIDIR-67	28.6 a	42.3 a	82.3 a	1.36 b	1.35 a	6.58 c	2.87 c	5.45 a	5.10 c	5.49 bc	1.88 b	68.7 b
CIIDIR-59	24.8 a	40.1 ab	75.6 a	1.37 b	1.15 b	7.89 c	4.03 b	5.38 a	5.48 bc	4.39 bc	3.04 a	84.2 b
CIIDIR-61	22.0 b	36.8 b	74.5 bc	1.53 a	1.13 b	7.36 c	3.37 c	5.90 a	5.88 b	5.50 bc	2.56 a	90.2 b
Prom. grupo	23.1 A	35.2 A	72.2 A	1.50 B	1.33 A	8.46 A	3.55 B	4.00 B	5.50 A	6.30 A	2.02 B	71.5 A
Grupo de frutos tipo saladette:												
L-109	20.8 a	32.0 a	69.1 a	1.72 a	1.07 a	6.11 a	3.94 a	7.19 a	4.57 b	2.67 a	2.60 a	75.1 a
L-110	23.2 a	32.5 a	72.0 a	1.59 a	1.18 a	5.28 a	4.21 a	6.68 b	5.23 a	2.76 a	2.86 a	74.7 a
Prom. grupo	22.0 B	32.2 B	70.5 A	1.60 A	1.13 B	5.69 C	4.00 B	6.90 A	4.90 B	2.70 B	2.73 A	74.9 A

[†]DIF= días del trasplante a inicio de floración; DIFR= días del trasplante a inicio de fructificación; DIM= días del trasplante a inicio de maduración; AP= altura de planta a 60 días del trasplante (m); DT= diámetro de tallo (cm); NFLR= número de flores por racimo; NFRR= número de frutos por racimo; DPF= diámetro polar de fruto (cm); DEF= diámetro de ecuatorial de fruto (cm); NL= número de lóculos; RPP= rendimiento (kg/planta); PMF= peso medio de fruto (g); [‡]en columna, medias con letras iguales mayúsculas y minúsculas indican diferencias estadísticas no significativas entre grupos y dentro de grupos, respectivamente (Tukey, $p < 0.05$).

La relación entre número de flores por racimo y número de frutos determina el porcentaje de cuajado de frutos (amarre). Entre acervos evaluados (grupos) hubo diferencias significativas, el promedio de frutos cuajados fue mayor en los tomatillos silvestres y semidomesticados (< 90%)

groups saladette and costilla were differences in yield per plant increased being higher in saladette (2.73 kg / plant) than in globe (2.02 kg / plant) but the latter had a higher number of locules (6.3) and oblate shape, higher equatorial diameter (5.5 cm) that distal (4 cm) of the fruit. For all

que en los tipo saladette (< 71%) y riñón (< 41%). Aunque este último grupo produce en promedio, mayor cantidad de flores por racimo su porcentaje de amarre es muy bajo (Cuadro 3). En tamaño, densidad de frutos y rendimiento por planta, fue notoria la mayor magnitud de los promedios estimados en los tipos saladette y costilla que en los silvestres y semidomesticados. Éstos últimos presentaron un diámetro de fruto menor a 2.5 cm, 8.59 g en densidad de fruto con máximo de 3 lóculos y 0.59 kg/planta. Entre los grupos saladette y costilla hubo diferencias en rendimiento por planta mayor en saladette (2.73 kg/planta) que en riñón (2.02 kg/planta) pero este último presentó mayor número de lóculos (6.3) y de forma achatada, mayor diámetro ecuatorial (5.5 cm) que distal (4 cm) del fruto. Por todas estas características, los frutos tipo costilla son muy apreciados por los agricultores(as) y consumidores(as) de Oaxaca (Estrada-Castellanos *et al.*, 2011).

La variación dentro de cada grupo de acervo genético también mostró diferencias significativas ($p < 0.05$), Cuadro 3. En las variantes de tomatillos, la variación del inicio de floración a maduración de frutos fue de 17 a 68.5 días después del trasplante, e indica que después de dos semanas de realizar el trasplante puede iniciar la floración en estos acervos. La variación en altura de planta a 60 días del trasplante fue de 1.5 a 1.8 m; es decir, un crecimiento acelerado en la primera etapa de desarrollo. En número de flores y frutos por racimo varió de 5.18 a 11.17, y en forma característica varió de redondeados, abobados, forma de pera hasta achatados-acostillados pequeños con promedios de 2 a 2.4 lóculos y diámetros inferiores a 3.7 cm. El rendimiento por frutos fue inferior a 1 kg, excepto entre materiales que presentaron de 1.15 a 1.62 kg y pesos medios de frutos de 16.2 a 19.4 a diferencia de los más pequeños que presentaron de 1.6 a 2.6 g/fruto.

También se determinaron diferencias importantes entre colectas de forma de frutos riñón o costilla (Cuadro 3). En días del trasplante a inicio de maduración de frutos, la variación promedio fue de 61.0 a 82.3 días. Esto indica la presencia de variación fenotípica que puede aprovecharse en un programa de mejoramiento genético hacia mayores niveles de precocidad. Éste patrón de variación se observó también en número de flores y frutos por racimo, de 4.67 a 13.94 flores y 1.86 a 7.33 frutos cuajados por racimo. El fruto es seguramente achatado, mayor diámetro ecuatorial que distal, con costillas u hombros pero multilocular, en promedio de 4.4 a 9.5 lóculos por fruto. Otro carácter ampliamente variable fue el rendimiento por planta, en las colectas de mayores rendimientos varió de 2.21 a 3.4 kg, del total acumulado del primer al quinto racimo, y un peso promedio de frutos de 90.2

these traits, the costilla fruit type are very appreciated by farmers and consumers of Oaxaca (Estrada-Castellanos *et al.*, 2011).

The variation within each gene pool group also showed significant differences ($p < 0.05$), Table 3. In tomatillo types, the variation from beginning of flowering to fruit ripening was 17 to 68.5 days after transplantation, indicating that after two weeks of transplantation can initiate flowering in these pools. The variation in plant height at 60 days after transplantation was 1.5 to 1.8 m, i.e. an accelerated growth in the first stage of development. In number of flowers and fruits per cluster varied from 5.18 to 11.17, and in shape varied from rounded, ovoid, pear-shaped to flattened small, averaging 2 to 2.4 locules and diameters less than 3.7 cm. Yield per fruit was less than 1 kg, except among materials that showed 1.15 to 1.62 kg and average weight of fruits from 16.2 to 19.4, unlike smaller that showed from 1.6 to 2.6 g / fruit.

It also identified important differences between collections in globe or costilla type (Table 3). In days of transplantation to onset of fruit ripening, the average variation was 61.0 to 82.3 days. This indicates the presence of phenotypic variation that can be used in breeding programs towards higher levels of precocity. This pattern of variation was also observed in number of flowers and fruits per cluster, from 4.67 to 13.94 flowers and 1.86 to 7.33 fruit set per cluster. The fruit is certainly flattened, equatorial diameter greater than distal, with ribs or shoulders but multilocular, on average from 4.4 to 9.5 locules per fruit. Another trait highly variable was yield per plant, in the collections of higher yields varied from 2.21 to 3.4 kg, the cumulative total of the first to the fifth cluster, and average fruit weight of 90.2 to 116.9 g. In contrast, the collections group of saladette fruit was very uniform, although with yields of 2.6 and 2.86 kg / plant, and an average of 74-76 g / fruit. This suggests that are advanced lines derived by farmers from commercial varieties.

The varieties or local morphotypes or heirloom varieties of tomato (globe-type shape) have generated great interest in European countries such as Italy, Spain, France and Greece; these varieties are grown for over 40 years and have a high quality by its organoleptic characteristics associated with taste and aroma (Passam *et al.*, 2007). The level of genetic variability differ between local varieties and regions of origin, and depends on the selection characteristics to which they were subjected (García-Martínez *et al.*, 2006). This

a 116.9 g. En contraposición, el grupo de colectas de fruto saladette fue muy uniforme, aunque con rendimientos de 2.6 y 2.86 kg/planta, y un promedio de 74 a 76 g/fruto. Esto hace pensar son líneas avanzadas derivadas, por los agricultores, a partir de variedades comerciales.

Las variedades o morfotipos locales o variedades antiguas de jitomate (formas de tipo riñón) han despertado gran interés dentro de Europa en países como Italia, España, Francia y Grecia; estas variedades se cultivan desde hace más de 40 años y poseen una alta calidad por sus características organolépticas asociadas al sabor y aroma (Passam *et al.*, 2007). El nivel de variabilidad genética difieren entre variedades locales y regiones de origen, y depende de las presiones de selección a las que fueron sometidas (García-Martínez *et al.*, 2006). Esto puede estar pasando en México; por ejemplo, los genotipos de tipo costilla o riñón evaluados por Urrieta-Velázquez *et al.* (2012) mostraron un peso medio de fruto de 38.4 a 65.3 g con variaciones de 4 a 5.1 cm de diámetro ecuatorial y rendimientos por planta de 2.47 a 3.08 kg, y en este trabajo fueron de 36.5 a 116.9 g, 4.8 a 7.2 cm y 1.18 a 3.4 kg al quinto racimo, respectivamente.

No obstante, las diferencias de los ambientes de evaluación. Estos son solo dos grupos de acervos genéticos con origen diferente. Sin embargo, se tienen evidencias de que las formas acostilladas se cultivan en Veracruz, Tabasco, Campeche, Guerrero, Yucatán y otros estados más (Vásquez *et al.*, 2010; Estrada-Castellanos *et al.*, 2011). Lo que indican que estos acervos genéticos necesitan revalorarse tal y como se hace en Europa, y promover estrategias de mejoramiento genético local y de conservación *in situ* como lo han propuesto Ruiz y García-Martínez (2009) para las variedades antiguas (*heirloom*) de Valencia, España. En este mismo sentido se encuentran los jitomates silvestre y semicultivados, existe una amplia diversidad genética pero poco utilizada por los mejoradores (Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2012).

En la interacción de grupos de poblaciones (acervos) y ciclos de cultivo, encontró que los caracteres de días a inicio de floración, fructificación y maduración de frutos se mantienen constantes de ciclo a otro; esto es, las colectas con frutos tipo tomatillo se mantienen precoces en relación a los tipos riñón y saladette que se mantienen como tardíos. En los caracteres de altura de planta, diámetro de tallo, número de flores y frutos por racimo, rendimiento por planta y peso medio de fruto, se determinó un incremento significativo en la estación de primavera en relación a la estación de invierno en los tres grupos de colectas (Cuadro 4).

might be happening in Mexico; for example, rib or kidney (globe shape) genotype evaluated by Urrieta-Velázquez *et al.* (2012) showed an average weight of fruit of 38.4 to 65.3 g with variations of 4 to 5.1 cm in equatorial diameter and yields per plant of 2.47 to 3.08 kg, and in this work were from 36.5 to 116.9 g, 4.8 to 7.2 cm and 1.18 to 3.4 kg at the fifth cluster, respectively.

However, differences in evaluation environments. These are just two groups of gene pools with different origin. However, there is evidence that ribbed forms are grown in Veracruz, Tabasco, Campeche, Guerrero, Yucatán and other states (Vásquez *et al.*, 2010, Estrada-Castellanos *et al.*, 2011). Indicating that these gene pools need to be revalued, as is done in Europe, and promote local breeding and conservation strategies *in situ* as proposed by Ruiz and García-Martínez (2009) for old varieties (*heirloom*) of Valencia, Spain. In this sense are wild and semi cultivated tomatoes, there is a wide genetic diversity but rarely used by breeders (Carrillo-Rodríguez *et al.*, 2012).

In the interaction of groups of populations (pools) and crop cycles, was found that the traits of days to flowering, fruiting and fruit ripening remain constant from cycle to cycle; i.e. collections with tomatillo fruits type remain early in relation to globe and saladette types that remain as late. In traits of plant height, stem diameter, number of flowers and fruits per cluster, yield per plant and average weight of fruit, was determined a significant increase in the spring season in relation to the winter season in the three groups of collections (Table 4).

The results show that the major phenotypic expressions in agronomic traits of interest were expressed in the spring cycle 2010 and are related with increases in temperatures outside from the greenhouse on average of 18 °C in winter to 22 °C in spring.

Conclusions

Significant differences were determined ($p < 0.05$) between and within groups of populations phenological, morphological and agronomic traits of interest. Populations of tomatillo were earlier in days to flowering, fruiting and fruit ripening (17 to 68.5 days after transplantation, ddt) than the group of globe and saladette fruits (20 to 82.3 ddt). The gene pools evaluated interact with the environment

Cuadro 4. Valores medios para la interacción entre grupos de poblaciones y ciclos de evaluación de variables fenológicas, morfológicas y rendimiento, en invierno de 2009 y primavera de 2010, en invernadero.

Table 4. Average values for interaction among groups of populations and cycles of evaluation for phenological, morphological and yield variables, in winter 2009 and spring 2010, in a greenhouse.

Variables evaluadas	Tomatillo		Riñón		Saladette	
	Invierno 2009	Primavera 2010	Invierno 2009	Primavera 2010	Invierno 2009	Primavera 2010
Días a inicio de floración [†]	21.0 bc [†]	20.8 c	22.1 b	24.2 a	22.0 ab	22.0 ab
Días a inicio de fructificación [†]	31.3 b	29.4 b	36.0 a	35.5 a	32.0 b	32.5 ab
Días a inicio de maduración [†]	62.1 b	62.1 b	70.8 a	73.6 a	70.0 a	71.1 a
Altura de planta a 60 días (m) [†]	1.48 c	1.79 a	1.45 c	1.60 b	1.61 b	1.70 ab
Diámetro de tallo (cm)	1.03 c	1.26 b	1.22 bc	1.43 a	1.10 c	1.16 bc
Número de flores por racimo	6.30 c	8.36 b	6.80 c	10.10 a	5.13 c	6.26 c
Número de frutos por racimo	5.80 b	7.60 a	3.30 c	3.70 c	3.60 c	4.40 bc
Diámetro polar de fruto (cm)	2.33 d	2.42 d	4.28 b	3.86 c	6.77 a	7.10 a
Diámetro ecuatorial de fruto (cm)	2.24 d	2.32 d	5.81 a	5.31 b	4.77 c	5.03 b
Número de lóculos	2.10 d	2.15 dc	6.61 a	5.99 b	2.93 c	2.50 c
Rendimiento (kg/planta)	0.27 e	0.92 d	1.05 c	3.00 b	1.31 c	4.15 a
Peso medio de fruto (g)	7.98 b	9.31 b	69.7 a	73.2 a	70.9 a	78.90 a

[†]Días después del trasplante; [†]en renglón, medias con la misma letra son iguales estadísticamente (Tukey, $p=0.05$).

Los resultados muestran que las mayores expresiones fenotípicas en caracteres de interés agronómico se expresaron en el ciclo de primavera de 2010 y está relacionado con incrementos de temperaturas exteriores al invernadero de promedios de 18 °C en invierno a 22 °C en primavera.

or crop cycle; in the spring season 2010 showed higher plant vigor and high values in agronomic traits. In particular, populations of rib or globe and tomatillo fruit type showed wide variability that can be used in breeding programs towards local objectives of interest.

End of the English version

Conclusiones

Se determinaron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre y dentro de grupos de poblaciones en caracteres fenológicos, morfológicos y de interés agronómico. Las poblaciones con formas de fruto tomatillo fueron más precoces al inicio de floración, fructificación y maduración de frutos (17 a 68.5 días después del trasplante, ddt) que el grupo de frutos riñón y saladette (20 a 82.3 ddt). Los acervos genéticos evaluados interaccionan con el ambiente o ciclo de cultivo, en la estación de primavera 2010 presentaron mayor vigor de planta y valores altos en caracteres agronómicos. En particular, las poblaciones de frutos tipo costilla o riñón y tomatillo presentaron amplia variabilidad que puede aprovecharse en programas de mejoramiento hacia objetivos de interés local.

Literatura citada

- Álvarez-Hernández, J. C.; Cortez-Madrugal, H. y García-Ruiz, I. 2009. Exploración y caracterización de poblaciones silvestres de jitomate (*Solanaceae*) en tres regiones de Michoacán, México. *Polibotánica* 28:139-159.
- Carrillo-Rodríguez, J. C. y Chávez-Servia, J. L. 2010. Caracterización agromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca. *Rev. Fitotec. Mex.* 33(4):1-6.
- Carrillo-Rodríguez, J. C.; López-Mendoza, H.; Chávez-Servia, J. L.; Rodríguez-Guzmán, E.; Sánchez-Peña, P. and Lobato-Ortiz, R. 2012. Phenotypic divergence on growth and productivity of wild and semi-domesticated cherry tomato grown under greenhouse conditions. *Acta Horticulturae* 947:375-380.

- Chávez-Servia, J. L.; Carrillo-Rodríguez, J. C.; Vera-Guzmán, A. M.; Rodríguez-Guzmán, E. y Lobato-Ortiz, R. 2011. Utilización actual y potencial del jitomate silvestre mexicano. Subsistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). CIIDIR- Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional (IPN). Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO). Oaxaca, México. 72 p.
- Estrada-Castellanos, J. B.; Carrillo-Rodríguez, J. C.; Jerez-Salas, M.; Chávez-Servia, J. L. and Perales-Segovia, C. 2011. Small farmer practices for production improvement of the kidney-type tomato landrace: A case study in Oaxaca. *Afr. J. Agric. Res.* 6(13):3176-3182.
- Producción de Alimentos y Productos Agrícolas (FAOSTAT). 2012. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *In:* <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es> (consultado enero, 2013).
- García-Martínez, S.; Andreani, L.; García-Gusano, M.; Geuna, F. and Ruiz, J. J. 2006. Evaluation of amplified fragment length polymorphism and simple sequences repeats for tomato germplasm fingerprinting: utility for grouping closely related traditional cultivars. *Genome* 49:648-656.
- Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI). 1996. Descriptores de tomate (*Lycopersicon* spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia. 49 p.
- Jenkins, J. A. 1948. The origin of the cultivated tomato. *Econ. Bot.* 2:379-392.
- Juárez-López, P.; Castro-Brindis, R.; Colinas-León, T.; Ramírez-Vallejo, P.; Sandoval-Villa, M. Reed, D.; Cisneros-Zeballos, L. y King, S. 2009. Evaluación de calidad de frutos de siete genotipos nativos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*). *Rev. Chapingo Serie Horticultura.* 15:5-9.
- Mazzucato, A.; Ficcadenti, N.; Caioni, M.; Mosconi, P.; Piccinini, E.; Sanampudi, V. R. R.; Sestili, S. and Ferrari, V. 2010. Genetic diversity and distinctiveness in tomato (*Solanum lycopersicum* L.) landraces: the Italian case study of 'A pera Abruzzese'. *Scientia Horticulturae* 125:55-62.
- Medina, C. C. I. y Lobo, A. M. 2001. Variabilidad en tomate pajarito (*Lycopersicum esculentum* var. *cerasiforme*), precursor del tomate cultivado. *Rev. Corpoica* 3(2):39-50.
- Nuez, F. and Pico, B. 1997. Germplasm of tomato and wild relatives from genebank of the Polytechnic University of Valencia. *In:* Proc. of the 1st Internatl. Conf. on the Processing and 1st Internatl. Symp. on tropical tomato diseases. Alves, M. G.; Lopes, G. M. B.; Hayward, C.; Mariano, R. R. and Marahao, L. (Eds). 18-22 November, Recife, Pernambuco, Brazil. The American Society for Horticultural Science and Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, Pernambuco, Brazil. 83-89 pp.
- Nuez, F.; Morales, R.; Prohens, J.; Fernández de C., P.; Soler, S.; Valdivieso, E. and Solórzano, V. 1999. Germplasm of Solanaceae horticultural crops in the South of Ecuador. *Plant Genetic Resources Newsletter.* 120:44-47.
- Passam, H. C.; Karapanos, I. C.; Bebeli, P. J. and Savvas, D. 2007. A review of recent research of tomato nutrition, breeding and post-harvest technology with reference to fruit quality. *The Eur. J. Plant Sci. Biotechnol.* 1:1-21.
- Peralta, I. E. and Spooner, D. M. 2007. History, origin and early cultivation of tomato (Solanaceae). *In:* genetic improvement of Solanaceous crops. Tomato. Razdan, M. K. and Mattoo, A. K. (Eds.). Science Publishers. Enfield, New Hampshire, USA. 2:1-24.
- Rick, C. M. and Fobes, J. F. 1975. Allozyme variation in the cultivated tomato and closely related species. *Bulletin of the Torrey Botanical Club.* 102:376-384.
- Rodríguez, G. E.; Vargas, C. D.; Sánchez, G. J. J.; Lépiz, I. R.; Rodríguez, C. A.; Ruiz, C. J. A.; Puente, O. P. y Miranda, M. R. 2009. Etnobotánica de *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* en el Occidente de México. *Naturaleza y Desarrollo.* 7(2):46-59.
- Ruiz, J. J. and García-Martínez, S. 2009. Tomato varieties 'Muchamiel' and 'De la Pera' from the south-east of Spain: genetic improvement to promote on-farm conservation. *In:* Vetelainen, M.; Negri, V. and Maxted, N. (Eds.). European landraces on-farm conservation, management and use. *Biodiversity technical Bulletin No. 15.* Biodiversity International, Rome, Italy. 71-176 pp.
- Sánchez-Giráldez, H.; Ramos, M.; Zambrana, E.; Tenorio, J. L.; de la Cuadra, C. and Martín, I. 2012. Traditional and commercial tomato cultivars evaluation for organic horticulture in two regions of Spain, Cáceres and Madrid. *Acta Horticulturae* 933:53-60.
- Sánchez-Peña, P.; Oyama, K.; Nuñez-Farfán, J.; Fornoni, J.; Hernandez-Verdugo, S.; Márquez-Guzmán, J. and Garzon-Tiznado, J. A. 2006. Sources of resistance of whitefly (*Bemisia* spp.) in wild populations of *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (Dunal) Spooner, G. J. and Anderson, R. K. Jansen in Northwestern México. *Gen. Res. Crop Evol.* 53:711-719.
- SAS. (1999). SAS® Procedures Guide, Version 8. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 1643 p.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2013. Anuario estadístico de la producción agrícola 2011. Secretaría de Agricultura, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). México, D. F. *In:* http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351 (consultado enero, 2013).
- Terzopoulus, P. J.; Walters, S. A. and Bebeli, P. J. 2009. Evaluation of Greek tomato landrace populations for heterogeneity of horticultural traits. *Eur. J. Hort. Sci.* 74:24-29.
- Terzopoulus, P. J. and Bebeli, P. J. 2010. Phenotypic diversity in Greek tomato (*Solanum lycopersicum* L.) landraces. *Scientia Horticulturae* 126:138-144.
- Urrieta-Velázquez, J. A.; Rodríguez-Mendoza, M. N.; Ramírez-Vallejo, P.; Baca-Castillo, G. A.; Ruiz-Posada, L. M. y Cueto-Wong, J. A. 2012. Variables de producción y calidad de tres selecciones de jitomate de Costilla (*Solanum Lycopersicum* L.). *Rev. Chapingo Serie Horticultura* 18:371-381.
- Vásquez, O. R.; Carrillo, R. J. C. y Ramírez, V. P. 2010. Evaluación morfo-agronómica de una muestra del jitomate nativo del Centro y Sureste de México. *Naturaleza y Desarrollo* 8(2):49-64.