

# Competitividad agronómica de ecotipos nativos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) cultivados en invernadero

Agricultural competitiveness of native ecotypes of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Grown in greenhouse

José Luis Leana-Acevedo<sup>1</sup> , Porfirio Juárez-López<sup>1\*</sup> , Francisco Palemón-Alberto<sup>2</sup> ,  
Manuel de Jesús Sainz-Aispuro<sup>1</sup> , Irán Alia-Tejacal<sup>1</sup> , Nelson Avonce-Vergara<sup>3</sup> ,  
Agustín Damián-Nava<sup>2</sup> , Santo Ángel Ortega-Acosta<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Posgrado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma de Morelos (UAEM),  
Av. Universidad 1001, 62210, Cuernavaca, Morelos, México.

<sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias y Ambientales, Universidad Autónoma de Guerrero, Periférico Poniente s/n, Col. Villa de Guadalupe, 40010,  
Iguala de la Independencia, Guerrero, México.

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Dinámica Celular (UAEM).

\*Autor para correspondencia: porfirio.juarez@uaem.mx

## RESUMEN

México cuenta con una amplia diversidad de ecotipos nativos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.), por lo cual es pertinente realizar investigaciones para conservar y aprovechar este recurso fitogenético. El objetivo del presente estudio fue evaluar la competitividad agronómica de 19 ecotipos nativos de jitomate provenientes de Guerrero, Oaxaca, Puebla y Yucatán, cultivados en invernadero, y compararlos con el híbrido comercial de jitomate saladette SUN 7705. Se identificaron 14 ecotipos con potencial productivo expresado en el rendimiento de fruto y competitividad agronómica que podrían usarse para producción directa en invernadero o como fuente de germoplasma para el mejoramiento genético de esta especie. Por el tamaño y forma de sus frutos, los ecotipos 14-5 y 4-7 de frutos amarillos y el ecotipo 17-13 de frutos color rojo, tienen potencial para cultivarse como jitomates tipo cherry.

## PALABRAS CLAVE

Hortaliza de fruto, recurso fitogenético, cultivo sin suelo, rendimiento.

## ABSTRACT

Mexico has a great diversity of native tomato ecotypes (*Solanum lycopersicum* L.), hence the importance of carrying out research to preserve and take advantage of this phytogenetic resource. The objective of this study was to evaluate the agricultural competitiveness of 19 native tomato ecotypes from Guerrero, Oaxaca, Puebla, and Yucatan, grown in greenhouse, and to compare them with the saladette tomato hybrid SUN 7705. We identified 14 ecotypes with productive potential expressed in fruit yield and agricultural competitiveness that could be used for direct greenhouse production or as a source of germplasm for the genetic improvement of this species. Due to the size and shape of its fruits, yellow tomato ecotypes 14-5 and 4-7 and red tomato ecotype 17-13 have the potential to be grown as cherry tomatoes.

## KEYWORDS

Fruit vegetable, phytogenetic resources, soilless crop, yield.

### Fecha de recepción:

18 de septiembre de 2021

### Fecha de aceptación:

19 de mayo de 2022

### Disponible en línea:

29 de noviembre de 2022

Este es un artículo en acceso abierto que se distribuye de acuerdo a los términos de la licencia Creative Commons.



Reconocimiento-

NoComercia-

CompartirIgual 4.0

Internacional

## INTRODUCCIÓN

La competitividad es la eficiencia con la que se manejan factores como la productividad y la innovación (Casanova 2013). El jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) es una de las hortalizas con mayor superficie cultivada a nivel mundial, y representa 30 por ciento de la producción hortícola (Cuesta y Mondaca 2014), por lo que es el segundo cultivo más importante, desde el punto de vista agronómico, después de la papa (Ronga et al. 2017). Por ello, dicha hortaliza es la más consumida y de mayor valor económico en el mundo, pues es cultivada en más de 100 países, entre los cuales destacan: China, Estados Unidos, India, Turquía y Egipto (FAO 2021). La producción mundial de tomate está en constante crecimiento, no sólo por el aumento de las áreas cultivadas, sino también porque los agricultores aplican tecnologías que les permiten elevar los rendimientos. En 2020, en México, la superficie cosechada de jitomate fue de 45,168 ha, con un valor de la producción de \$1,545,460,341.5 USD (SIAP 2020). La importancia del jitomate mexicano en el mercado estadounidense se debe a la cercanía geográfica, la competitividad en precio y calidad, el buen sabor, la larga vida de anaquel y el descenso de la producción en Estados Unidos durante el invierno. Es una hortaliza muy apreciada a nivel mundial por la diversa gama de usos en la alimentación; también es considerada una de las plantas nativas de México y, por lo tanto, tiene trascendencia social y económica. Por ello, para la población en general, resulta de gran importancia en los ámbitos económicos y gastronómicos. Asimismo, es muy popular entre los consumidores, ya que es el ingrediente principal para la elaboración de salsas, platillos tradicionales y alimentos procesados (Islam et al. 2018), además de su aporte nutrimental (Figuroa-Cares et al. 2018). En este sentido, por su sabor, calidad, aporte nutricional y épocas de cosecha en las diversas regiones agrícolas de México, es el producto agrícola de mayor preferencia por los consumidores.

El jitomate es originario de América del Sur, específicamente, de las costas y Andes del Perú, así como de Ecuador y del norte de Chile, de donde se expandió a toda América, posteriormente a Europa y luego al resto del mundo. México, como parte importante del territorio mesoamericano, ha sido centro mundial de

domesticación y origen de plantas cultivadas tan importantes como el maíz (*Zea mays* L.), el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), el jitomate y alrededor de 130 especies más (Casas et al. 2016).

Los jitomates silvestres, o con algún grado de domesticación, que se cultivan como "materiales criollos" se encuentran en todo el país (Lobato-Ortiz et al. 2012), tanto en zonas de vegetación natural como en campos de cultivo, donde eventualmente pueden convertirse en malezas (Bonilla-Barrientos et al. 2014). En genotipos de tomates nativos (*Solanum lycopersicum* var. cerasiforme) del estado de Guerrero, México, evaluados en condiciones de invernadero con hidroponía, la mayoría fueron superiores al híbrido comercial en características de calidad de frutos. En este sentido, la variabilidad genética se presenta en mayor grado en poblaciones nativas, como reportan Ríos-Orsorio et al. (2014).

Los frutos de genotipos nativos muestran menor firmeza y vida de anaquel que los híbridos comerciales (Juárez-López et al. 2009); sin embargo, generalmente tienen mayor calidad organoléptica que los frutos de híbridos modernos de jitomate, pues algunos genotipos nativos tienen igual o mayor contenido de sólidos solubles, de ácido ascórbico y de licopeno (Figuroa-Cares et al. 2018; Juárez-López et al. 2009). Bonilla-Barrientos et al. (2014) analizaron la diversidad morfológica de 40 poblaciones de jitomates nativos de México, para encontrar que la firmeza, el número de lóculos y los sólidos solubles totales fueron características sobresalientes. Estos mismos autores reportaron ecotipos precoces tipo cherry, así como frutos de jitomate denominados "ojo de venado" y "arriñonados".

Marín-Montes et al. (2016) evaluaron la variación morfológica y molecular de 55 ecotipos nativos de tomate provenientes de nueve estados de México, y encontraron, en promedio, que el diámetro ecuatorial fue de 3.81 cm; el diámetro polar, de 3.29 cm, y el número de lóculos promedio, de 3.18; también, los ecotipos se agruparon en tres tipos, con base en la forma de sus frutos: arriñonados, cerezas y cilíndricos. Magallanes-López et al. (2020) valoraron 40 accesiones nativas de tomate provenientes de nueve estados de México y encontraron ecotipos sobresalientes para cultivarse como jitomate cherry: con adecuada firmeza, ideales para el procesamiento de la agroindustria alimentaria y ecotipos para el mejoramiento genético de

características químicas intrínsecas del fruto (sólidos solubles totales, acidez titulable y vitamina C).

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar la competitividad agronómica de 19 ecotipos de jitomate provenientes de los estados mexicanos de Guerrero, Oaxaca, Puebla y Yucatán, cultivados en invernadero, y compararlos con el híbrido comercial de jitomate tipo saladette SUN 7705.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización y material vegetal

El experimento se llevó a cabo en un invernadero tipo túnel, con cubierta de plástico con 30 por ciento de sombreo, ventanas laterales y cenitales, ubicado en el campo experimental de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, localizado en Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México (18°55'34" N, 99°13'50" O, 1868 msnm). Se evaluaron 19 ecotipos de jitomate provenientes de

Guerrero, Puebla, Oaxaca y Yucatán (Cuadro 1), y como testigo se usó el híbrido de jitomate tipo saladette SUN 7705 (Nunhems®, Idaho, EUA), el cual se utilizó porque es de hábito de crecimiento indeterminado, se puede cultivar en cualquier época del año y tiene amplia aceptación comercial.

### Siembra, trasplante y manejo del cultivo

Las semillas de los ecotipos de jitomate se sembraron el 28 de febrero de 2019, en charolas de poliestireno de 200 cavidades, las cuales se llenaron con sustrato de germinación Sunshine® (Sun Gro Horticulture, Massachusetts, EUA); el trasplante se realizó el 27 de marzo del mismo año. Se colocó una planta por bolsa negra de polietileno con capacidad de 12 l, que se llenó con tezontle rojo como sustrato, de granulometría de 1 a 7 mm. Las plantas se regaron tres veces al día con solución nutritiva de Steiner a 100 por ciento (Steiner 1984). Para la preparación de la solución nutritiva se consideró la aportación nutrimental del agua, con fertilizantes comerciales solubles para uso en fertirriego e hidroponía: Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, KNO<sub>3</sub>, MgSO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>.

**Cuadro 1. Forma de frutos a priori y origen de los ecotipos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) evaluados.**

Ecotipo	Forma del fruto	Estado	Región	Municipio	Localización geográfica
12-2	Tipo bola	Oaxaca	Valles Centrales	Animas Trujano	16°59'22" N; 96°42' O
16-5	Arriñonado	Oaxaca	Valles Centrales	Ocotlán	16°47'20" N; 96°40' O
20-8	Tipo bola	Oaxaca	Valles Centrales	Ocotlán	16°47'20" N; 96°40' O
21-12	Arriñonado	Oaxaca	Valles Centrales	Zimatlán	16°53'33" N; 96°47' O
22-10	Arriñonado	Oaxaca	Valles Centrales	Zimatlán	16°53'33" N; 96°47' O
6-3	Arriñonado	Oaxaca	Tehuantepec	Juchitán	16°26'46" N; 95°01' O
7-10	Ojo de venado	Oaxaca	Tehuantepec	Tequisistlán	16°23'53" N; 95°36' O
8-11	Arriñonado	Oaxaca	Tehuantepec	Tlacotepec	16°30'21" N; 95°12' O
9-1	Ojo de venado	Oaxaca	Tehuantepec	Ixhuatán	16°21'41" N; 94°28' O
10-9	Tipo bola	Oaxaca	Mixteca	Huajuapán	17°48'56" N; 97°46' O
11-9	Arriñonado	Oaxaca	Mixteca	Nochistlán	17°27'52" N; 97°13' O
5-4	Tipo bola	Guerrero	Centro	Chilapa	17°36'06" N; 99°10' O
13-9	Arriñonado	Guerrero	Centro	Chilapa	17°36'06" N; 99°10' O
14-5	Ojo de venado	Guerrero	Montaña	Olinalá	17°46'44" N; 98°44' O
17-13	Ojo de venado	Guerrero	Costa Grande	Atoyac	17°12'17" N; 100°25' O
18-2	Arriñonado	Yucatán	Oriente	Yaxcabá	20°35'48" N; 88°50' O
15-10	Arriñonado	Yucatán	Oriente	Yaxcabá	20°35'48" N; 88°50' O
2-8	Arriñonado	Puebla	Valle de Tehuacán	Zinacatepec	18°20'10" N; 97°14' O
4-7	Ojo de venado	Puebla	Valle de Tehuacán	Zinacatepec	18°20'10" N; 97°14' O
Testigo (Sun7705)	Ovalado	---	---	---	---

Como fuente de micronutrientes se utilizó el producto ultrasol Micro Mix® (SQM, Jalisco, México), a dosis de 40 g·m<sup>-3</sup> de solución nutritiva. El volumen de riego diario por planta se aplicó con base en el requerimiento del cultivo, el cual fue de 0.5 l en las dos primeras semanas después de trasplante, 1.5 l de la tercera semana a inicio de floración, 2.0 l a inicio de fructificación y 3.0 l hasta la cosecha, expresado en litros por día y por planta. El pH de la solución nutritiva se mantuvo entre 5.5 y 6.0, mediante acidificación con ácido sulfúrico, y la conductividad eléctrica fue de 2.0 ± 0.2 dSm<sup>-1</sup>. Los ecotipos fueron de hábito indeterminado y se cultivaron a un solo tallo por planta, mediante la eliminación de los brotes laterales, con la finalidad de proporcionarles un manejo de cultivo comercial en condiciones de invernadero.

### Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron: días a floración, días a fructificación, días a madurez de consumo al primer racimo, altura de la planta (cm), diámetro polar (mm), diámetro ecuatorial (mm), peso de fruto (g), número de frutos por planta en cinco racimos, número de lóculos y rendimiento (g) por planta en cinco racimos.

A continuación se describe cómo se decidió cada una de las variables: para determinar los días a floración se registraron los días requeridos desde el trasplante hasta la floración, es decir, cuando 50 por ciento de las flores presentaron apertura floral completa; los días a fructificación se establecieron desde el trasplante hasta cuando 50 por ciento de los frutos del primer racimo habían fructificado; los días a madurez de consumo se determinaron desde el trasplante hasta que el primer racimo estaba completamente maduro —que corresponde a la etapa 6 de maduración de frutos de jitomate del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América (USDA 1991)—; la altura de planta se midió a los 70 días después del trasplante (ddt), cuando maduró el tercer racimo, desde la base del tallo hasta el ápice con un flexómetro graduado en cm. Se consideró esta etapa de crecimiento para evaluar la altura debido a que, en total, se cosecharon cinco racimos, y el tercer racimo maduro representó una fase intermedia en la que los cinco racimos ya estaban en fructificación; después de la medición de altura, las plantas se podaron de manera apical.

Cuando se cosecharon los frutos, se midió tanto el diámetro polar como el diámetro ecuatorial de frutos con un vernier graduado en mm. El peso de los frutos se determinó con una báscula OHAUS con sensibilidad 0.01 g. Para determinar el número de lóculos por fruto, se cortaron los frutos a la mitad y se contabilizó cada uno de ellos. En cuanto al número de frutos, se sumaron hasta el quinto racimo. El rendimiento se evaluó en cinco racimos y se obtuvo mediante la suma del peso de los frutos de cada racimo.

Se registraron la temperatura y la humedad relativa en el invernadero durante el ciclo del cultivo, con un datalogger Hobo® modelo MX2301XA (ONSET, Massachusetts, Estados Unidos); la temperatura promedio dentro del invernadero fue de 25 °C y la humedad relativa promedio fue de 70 por ciento.

### Diseño experimental y análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con ocho repeticiones para las variables de crecimiento y desarrollo de los ecotipos; la unidad experimental fue una bolsa que contenía una planta de jitomate. En cuanto a las variables de los frutos, la unidad experimental fue un fruto con seis repeticiones. Se realizó análisis de varianza y prueba de medias de Tukey ( $p \leq 0.05$ ), así como un análisis de correlación de Pearson con el programa Statistical Analysis System versión 9.1 (SAS Institute, 2004).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Días a floración

Para la característica en días a floración (Cuadro 2), 10 ecotipos fueron iguales ( $p \leq 0.05$ ) al testigo (32.5 ddt), de los cuales siete fueron de Oaxaca (21-12, 6-3, 11-9, 16-5, 8-11, 22-10, 12-2), dos de Guerrero (17-13, 14-5) y uno de Puebla (4-7); por su parte, nueve fueron diferentes al testigo ( $p \leq 0.05$ ), ocho de los cuales presentaron valores superiores, por lo que se pueden considerar tardíos. Los ecotipos 18-2, 14-5, 4-7, 17-13, 22-10, 8-11, 11-9, 6-3 y 21-12 fueron los que presentaron menos días de trasplante a floración en comparación con el testigo. Los resultados del presente estudio (de 27 a 43.3 ddt)

son mayores a los obtenidos por Carrillo-Rodríguez et al. (2013), quienes en 12 poblaciones de jitomate silvestre tipo cherry y 15 poblaciones de ecotipos de jitomate tipo riñón cultivados en invernadero y provenientes de Oaxaca, México, reportaron entre 17 y 27.8 ddt para el jitomate silvestre y entre 20 y 28.6 ddt para los de tipo riñón.

Los ecotipos de Oaxaca presentaron días a floración de 29.3 a 43.3 ddt, así como los de Guerrero, Puebla y Yucatán, los cuales fueron superiores a los que reporta Carrillo-Rodríguez et al. (2013); asimismo, estos resultados están por encima del intervalo reportado por Chávez-Servia et al. (2018), quienes, en 11 accesiones de jitomate cultivado en invernadero, provenientes de El Salvador, reportaron de 20 a 29 días del trasplante a la floración. La importancia de que los ecotipos presenten la primera floración en el menor tiempo posible se relaciona con la cosecha temprana del primer racimo (Ho y Hewitt 1986), y esta característica de precocidad es deseable en variedades cultivadas en condiciones protegidas, para hacer uso eficiente del invernadero y de los insumos de producción; asimismo, la precocidad es una característica de competitividad agronómica que puede favorecer el aprovechamiento de ventanas de comercialización a mejores precios.

**Días a fructificación y días a madurez**

En días a fructificación del primer racimo (Cuadro 2), 18 ecotipos fueron superiores ( $p \leq 0.05$ ) al híbrido comercial (37.8 ddt), y sólo el 18-2 fue igual al testigo ( $p \leq 0.05$ ). Los ecotipos fructificaron al primer racimo entre 37 y 53.4 ddt. Estos resultados son similares a los reportados por Chávez-Servia et al. (2018), quienes reportaron de 54 a 60 ddt en 11 accesiones de jitomates nativos de El Salvador.

En días a madurez del primer racimo, cinco ecotipos fueron similares ( $p \leq 0.05$ ) respecto al testigo (híbrido comercial SUN 7705), quien presentó 74.0 ddt; el resto fueron más tardíos que el testigo ( $p \leq 0.05$ ). En general, los ecotipos maduraron entre 75.3 y 83.1 ddt (Cuadro 2). Estos resultados difieren de los encontrados por Carrillo-Rodríguez et al. (2013), quienes reportaron de 55 a 68.5 ddt hasta la madurez del primer racimo en 12 poblaciones de jitomate tipo cherry, y son similares a los de las poblaciones tipo riñón (61 a 82.3 ddt hasta la madurez del primer racimo).

**Altura de planta**

En la altura de la planta, nueve ecotipos fueron similares ( $p \leq 0.05$ ) respecto al testigo (181.6), mientras que 10 fueron de menor altura ( $p \leq 0.05$ ) al híbrido (Cuadro 2). Los resultados de 129.5 a 183.4 cm son similares a los reportados por Carrillo y Chávez (2010), quienes determinaron que la altura de planta en poblaciones semidomesticadas y nativas de jitomate varió entre 130 y 180 cm a los 60 ddt. La altura de planta es una característica importante en plantas de jitomate, pues influye en el manejo del cultivo y en el requerimiento de mano de obra en el invernadero (Juárez-López et al. 2009). En general, los ecotipos evaluados presentaron buen comportamiento para altura de planta respecto al híbrido comercial SUN 7705 (testigo).

**Cuadro 2. Características fenotípicas de crecimiento de 19 ecotipos nativos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) y el híbrido comercial de jitomate saladette SUN 7705 (testigo) cultivados en invernadero.**

Ecotipo	DAFL <sup>1</sup>	DAFR	DAM	ALT (cm)
2-8	42.3 a*	55.3 a	83.1 a	140.0 e-i
12-2	33.8 bc	53.4 ab	82.5 ab	151.8 c-i
14-5	29.8 cd	43.8 h	79.5 a-g	166.6 a-d
4-7	30.3 cd	42.8 h	76.8 g-i	162.8 a-f
17-13	31.3 cd	41.4 h	75.3 hi	183.4 a
20-8	42.1 a	45.3 d-h	82.0 a-c	137.1 f-i
18-2	27.0 d	37.0 j	77.8 d-i	162.1 a-g
13-9	39.0 ab	44.3 gh	78.5 c-h	133.3 hi
22-10	29.3 cd	42.9 h	78.8 b-h	147.1 c-i
9-1	42.1 a	48.4 c-f	82.4 a-c	171.5 a-c
8-11	31.1 cd	45.0 f-h	77.3 f-i	144.5 d-i
10-9	40.5 a	50.3 bc	81.4 a-d	164.9 a-e
16-5	33.8 bc	49.0 c-e	80.8 a-f	136.8 g-i
11-9	30.6 cd	44.1 h	77.4 e-i	156.9 b-h
6-3	30.5 cd	48.1 c-g	80.1 a-g	163.9 a-e
21-12	29.8 cd	45.1 e-h	79.1 b-h	129.5 i
15-10	43.1 a	49.1 cd	82.3 a-c	159.1 a-h
7-10	43.3 a	49.1 cd	81.0 a-f	145.6 d-i
5-4	41.8 a	48.8 c-f	81.3 a-e	141.3 di
Testigo	32.5 c	37.8 ij	74.0 i	181.6 ab
CV (%)	8.46	4.69	2.75	9.26
DMS	5.37	3.90	3.96	25.77

<sup>1</sup>DAFL: días a floración; DAFR: días a fructificación; DAM: días a madurez; ALT: altura. CV: coeficiente de variación; DMS: diferencia mínima significativa. \*Medias con la misma letra, dentro de columnas, son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $p \leq 0.05$ ).

### Diámetro polar y ecuatorial del fruto

Respecto al diámetro polar del fruto, ningún ecotipo superó al testigo (72.7 mm) ( $p \leq 0.05$ ). Los 20-8 (54.4 mm) y 2-8 (47.6 mm) fueron los que más se aproximaron (Cuadro 3), mientras que los 4-7 y 5-4, 14-5, 17-13 y 13-9 presentaron los valores menores. En general, los valores obtenidos de 28.9 a 72.7 mm son superiores a los que reportan Marín-Montes et al. (2016), quienes evaluaron 55 colectas de jitomates nativos de México (Campeche, Chiapas, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Oaxaca, Puebla, San Luis Potosí, Tabasco y Veracruz) y reportaron, en promedio, 32.9 mm en diámetro polar de frutos. Además, los resultados indican que la mayoría de los frutos de los ecotipos evaluados en el presente estudio tienen forma achatada, puesto que son más anchos que largos.

En cuanto al diámetro ecuatorial (Cuadro 3), 13 ecotipos fueron similares ( $p \leq 0.05$ ) al híbrido (52.7 mm), mientras que cinco presentaron menor anchura; asimismo, el 21-12 fue más ancho que el testigo ( $p \leq 0.05$ ). Los ecotipos 4-7, 14-5, 17-13 fueron los de diámetro ecuatorial menor (30 mm), mientras que los 21-12, 10-9, 18-2 y 20-8 fueron los más anchos. Esta variación en el diámetro ecuatorial puede explicarse debido a que los frutos de los 19 ecotipos fueron de diversas formas: arriñonado, ojo de venado, tipo bola y tipo cherry. En general, los resultados obtenidos (de 30 a 63.9 mm) son superiores a los reportados por Marín-Montes et al. (2016), de 38.1 mm en promedio de diámetro ecuatorial en 55 colectas de jitomates nativos de México.

**Cuadro 3. Características fenotípicas de producción rendimiento de 19 ecotipos nativos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) y el híbrido comercial de jitomate saladette SUN 7705 (testigo) cultivados en invernadero.**

Ecotipos	DP (mm)	DE (mm)	PFR (g)	NFR	NL	REND (g)
2-8	47.6 bc*	46.1 d-f	69.5 c-e	54.0 a-c	3.6 b-e	2449.0 ab
12-2	42.2 c-e	52.8 b-d	75.4 cd	56.6- a-c	11.0 a	2795.9 ab
14-5	31.3 g	32.7 g-i	20.2 g	45.1 a-d	2.6 de	826.8 d
4-7	28.9 g	30.0 i	16.8 g	49.3 a-d	4.6 b-e	715.1 d
17-13	30.6 g	31.5 hi	19.6 g	55.3 a-c	2.5 e	906.6 cd
20-8	54.4 b	55.9 a-c	99.5 bc	59.5 ab	4.0 b-e	3643.7 a
18-2	40.6 c-e	56.3 a-c	89.1 b-d	51.3 a-d	4.8 b-d	3321.3 ab
13-9	31.6 fg	40.6 e-g	37.7 e-g	36.1 a-d	3.5 b-e	791.7 d
22-10	39.5 de	52.1 b-d	69.5 c-e	60.8 a	4.8 b-d	2845.3 ab
9-1	45.0 c-e	49.9 cd	72.4 cd	51.5 a-d	4.3 be	2317.9 b
8-11	39.8 de	50.1 cd	76.1 cd	44.3 a-d	4.9 bc	2978.0 ab
10-9	46.7 cd	59.7 ab	136.6 a	34.9 b-d	4.1 b-e	3639.3 a
16-5	38.9 ef	49.9 cd	60.0 d-f	29.0 d	5.6 b	2167.0 bc
11-9	42.2 c-e	53.7 b-d	77.0 cd	35.5 b-d	3.9 b-e	2793.2 ab
6-3	45.8 c-e	54.5 b-d	76.5 cd	59.0 ab	2.9 c-e	2210.3 bc
21-12	40.9 c-e	63.9 a	115.0 ab	40.4 a-d	11.5 a	3203.2 ab
15-10	42.3 c-e	51.4 b-d	77.1 cd	43.0 a-d	3.9 b-e	3037.4 ab
7-10	40.5 c-e	48.2 c-e	61.4 d-f	34.0 cd	4.5 b-e	2152.6 bc
5-4	29.8 g	38.9 f-h	30.7 fg	38.0 a-d	3.0 c-e	903.1 cd
Testigo	72.7 a	52.7 b-d	114.6 ab	33.9 cd	3.0 c-e	3327.5 ab
CV	10.05	9.56	27.23	30.0	26.39	31.1
DMS	7.55	8.39	34.3	24.66	2.21	1320.2

DP: diámetro polar; DE: diámetro ecuatorial; PFR: peso de fruto; NFR: número de frutos; NL: número de lóculos; REND: Rendimiento; CV: coeficiente de variación; DMS: diferencia significativa. \*Medias con la misma letra, dentro de columnas, son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## Peso del fruto

En cuanto al peso de fruto (Cuadro 3), los ecotipos 21-12, 18-12, 10-9 y 20-8 fueron similares ( $p \leq 0.05$ ) al testigo (114.6), y 15 fueron diferentes ( $p \leq 0.05$ ). Los 4-7, 17-13 y 14-5 tuvieron el peso de frutos más bajo con 6.8, 19.6 y 20.2 g, respectivamente, mientras que los frutos más pesados fueron del ecotipo 10-9 (136.6 g). De acuerdo con los tipos varietales de jitomate para consumo en fresco descritos por Diez y Nuez (2008), el fruto del 13-9 (37.7 g) clasifica como tamaño mediano calibre MMM ( $< 47$  g) y los 17-13, 14-5 y 4-7 son de tamaño muy pequeño ( $< 30$  g), típico de frutos de jitomate cherry. En el peso de frutos hubo variabilidad genética, al detectar 27.2 por ciento del coeficiente de variación, lo cual puede explicarse debido a la diversidad de tamaños y formas que presentaron los ecotipos, además de poder aprovecharse en programas de fitomejoramiento. Al respecto, los coeficientes de variación mayores a 20 por ciento se clasifican como de variabilidad genética alta; de 10 a 20 por ciento, de variabilidad genética intermedia, y menores a 10 por ciento, de variabilidad baja (Espitia-Rangel et al. 2021). Sin embargo, hace falta realizar estudios sobre cruzamientos entre ecotipos para confirmar y estimar la heredabilidad de diversas características agronómicas y componentes de rendimiento. Se deduce que el coeficiente de variación señalado es resultado de la variación fenotípica y genotípica, debido a que el manejo agronómico y de nutrición, así como las condiciones ambientales fueron uniformes; asimismo, la temperatura promedio de 25 °C y la humedad relativa promedio de 70 por ciento fueron óptimas para que los ecotipos de jitomate expresaran su máximo potencial.

## Número de frutos y número de lóculos

Los ecotipos 22-10, 20-8 y 6-3 produjeron el mayor número de frutos en cinco racimos, con 60.8, 59.5 y 59 frutos por planta, respectivamente (Cuadro 3), y fueron significativamente superiores ( $p \leq 0.05$ ) al testigo (33.9 frutos), mientras que el número menor de frutos por planta (29 frutos) correspondió al ecotipo 16-5, pero sin diferencias significativas con el testigo ( $p \leq 0.05$ ). Estos resultados son parcialmente similares a los obtenidos por Vásquez-Ortiz et al. (2010), quienes evaluaron 14 colectas de poblaciones nativas de jitomate del centro

y sureste de México y reportaron entre 27 y 43 frutos por planta en cinco racimos. Por su parte, Carrillo y Chávez (2010) informaron que, en poblaciones semidomesticadas y nativas de jitomate, el número de frutos varió de 20.5 a 46.3 en cinco racimos. En otro estudio de Chávez-Servia et al. (2018), reportaron de 35 a 41 frutos por planta en cinco racimos. El coeficiente de variación (30.0%) indica que los ecotipos tuvieron variación elevada en esta característica agronómica (Espitia-Rangel et al. 2021).

Respecto al número de lóculos de frutos (Cuadro 3), de los 19 ecotipos evaluados, el 21-12, el 16-5 y el 12-2 fueron diferentes ( $p \leq 0.05$ ) al híbrido (3.0 lóculos), y los 16 restantes mostraron similar número de lóculos. La mayoría de los ecotipos presentaron entre 3.5 y 4.6 lóculos. Carrillo y Chávez (2010) encontraron que el número de lóculos varió de 2.0 a 4.4 lóculos en frutos de poblaciones semidomesticadas y nativas de jitomate. Vásquez-Ortiz et al. (2010) evaluaron 14 colectas de poblaciones nativas de jitomate, y reportaron de 2 a 6 lóculos en los frutos, por lo que los resultados del presente estudio son similares a los de esos autores, con excepción de los ecotipos 21-12 y 12-2.

## Rendimiento

Respecto al rendimiento de frutos en cinco racimos por planta, los ecotipos 4-7, 14-5, 17-13, 13-9 y 5-4 tuvieron rendimiento menor (Cuadro 3) ( $p \leq 0.05$ ) que el híbrido, y el resto fueron similares al testigo ( $p \leq 0.05$ ). De los cinco ecotipos mencionados que presentaron rendimiento menor, los primeros tres se consideran tipo cherry. El 4-7 registró el rendimiento menor, mientras que el 20-8 fue el de rendimiento mayor, pero sin diferencia ( $p \leq 0.05$ ) con el testigo. Vásquez-Ortiz et al. (2010) evaluaron 14 colectas de poblaciones nativas de jitomate, y reportaron rendimiento de frutos de 349 a 1,321 g por planta en cinco racimos; esto indica que los resultados del presente estudio son superiores en rendimiento a los reportados por los autores mencionados. El coeficiente de variación (31.1%) en rendimiento indica variabilidad fenotípica y genotípica entre ecotipos que podría ser aprovechada en programas de mejoramiento genético de jitomate; asimismo, estos resultados muestran que existe amplia variabilidad en el rendimiento potencial y que esta característica agronómica varía en función de los ecotipos evaluados,

por ello la importancia de realizar diversos trabajos de investigación para conservar y aprovechar los recursos fitogenéticos de esta especie.

Por otra parte, el rendimiento de frutos se correlacionó positiva y significativamente con el diámetro polar, el diámetro ecuatorial, el peso de fruto, el número de frutos y el número de lóculos (Cuadro 4). De las diez variables evaluadas, cinco fueron altamente significativas, las cuales influyen directamente con el rendimiento. Asimismo, días a madurez se correlacionó positiva y significativamente con días a floración y días a fructificación.

Con base en los resultados obtenidos, sería conveniente llevar a cabo más investigación para aprovechar el potencial productivo de los ecotipos nativos de jitomate con forma de fruto tipo bola y arriñonado, mientras que los que tienen fruto tipo cherry podrían representar una alternativa para cosecharse en racimo. En este sentido, es importante resaltar que los ecotipos 14-5 y 4-7, además de poseer frutos tipo cherry, son de color amarillo, lo que puede representar una ventaja competitiva al momento de ser comercializados, pues, por su color no convencional, los jitomates amarillos se pueden posicionar en nichos de mercado de especialidad *gourmet* (Castellanos 2009). Los ecotipos de jitomate sobresalientes en características agronómicas y componentes de rendimiento como el 20-8, 10-9, 18-2, 21-12, 15-10 podrían aprovecharse para generar líneas o híbridos, así como en evaluaciones de estudios genéticos, para valorar su

aptitud combinatoria general y específica, y su heterosis y heredabilidad. Cabe mencionar que los ecotipos evaluados mostraron competitividad agronómica para cultivarse en condiciones de invernadero y en cultivo sin suelo, por lo que podrían adaptarse a sistemas de producción intensiva.

## CONCLUSIONES

Se identificaron 14 ecotipos con potencial productivo expresado en el rendimiento de fruto y competitividad agronómica que podrían usarse para producción directa en invernadero o como fuente de germoplasma para el mejoramiento genético de esta especie. Por su tamaño y forma de los frutos, los ecotipos 14-5 y 4-7, de frutos amarillos, y el 17-13, de frutos color rojo, tienen potencial para cultivarse como jitomates tipo cherry.

## AGRADECIMIENTOS

El primer autor agradece al CONACYT-México por la beca otorgada (número de CVU: 297229) para realizar estudios de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Desarrollo Rural.

**Cuadro 4. Correlaciones de características agronómicas de 19 ecotipos nativos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) y el híbrido comercial de jitomate saladette SUN 7705 cultivados en invernadero.**

Variable	DAFL	DAFR	DAM	ALT	DP	DE	PFR	NFR	NL	REND
DAFL <sup>1</sup>	1	0.51**	0.50**	-0.21**	0.12	0.01	0.06	-0.09	-0.15*	0.02
DAFR		1	0.64**	-0.33**	-0.06	0.10	0.05	-0.02	0.17*	0.03
DAM			1	-0.31**	-0.04	0.15*	0.07	0.12	0.18*	0.15*
ALT				1	0.18*	-0.10	0.01	0.07	-0.30**	-0.04
DP					1	0.60**	0.71**	-0.03	-0.01	0.53**
DE						1	0.89**	-0.03	0.38**	0.67**
PFR							1	-0.05	0.25**	0.65**
NFR								1	0.02	0.28**
NL									1	0.26**
REND										1

<sup>1</sup>DAFL: días a floración del primer racimo; DAFR: días a fructificación del primer racimo; DAM: días a madurez del primer racimo; ALT: altura de la planta; DP: diámetro polar; DE: diámetro ecuatorial; PFR: peso de fruto; NFR: número de frutos; NL: número de lóculos; REND: rendimiento.

\*, \*\*: significativo a  $p \leq 0.05$  y  $0.01$ , respectivamente.



## LITERATURA CITADA

- Bonilla-Barrientos O, Lobato-Ortiz R, García-Zavala JJ, Cruz-Izquierdo S, Reyes-López D, Hernández-Leal E, Hernández-Bautista A. 2014. Diversidad agronómica y morfológica de tomates arriñonados y tipo pimiento de uso local en Puebla y Oaxaca, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 37: 129-139.
- Carrillo JC, Chávez JL. 2010. Caracterización agromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33: 1-6.
- Carrillo-Rodríguez JC, Chávez-Servia JL, Rodríguez-Ortiz G, Enríquez-del Valle R, Villegas-Aparicio Y. 2013. Variación estacional de caracteres agromorfológicos en poblaciones nativas de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp.* 6: 1081-1091. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i6.1273>
- Casanova VE. [internet]. 2013. Limitantes vs ventajas de la producción de invernaderos en México. [citado 2022 sept 10]. Disponible en: <https://tecnoagro.com.mx/no-85/limitantes-vs-ventajas-de-la-produccion-de-invernaderos-en-mexico>
- Casas A, Torres-Guevara J y Parra F. 2016. Domesticación en el continente americano. Vol. 1. Manejo de biodiversidad y evolución dirigida por las culturas del Nuevo Mundo. Universidad Nacional Autónoma de México/ Universidad Nacional Agraria La Molina del Perú. Lima, Perú.
- Castellanos JZ. 2009. Manual de producción de tomate en invernadero. OCMA Soluciones Impresas. Celaya, México.
- Chávez-Servia JL, Vera-Guzmán AM, Linares-Menéndez LR, Carrillo-Rodríguez JC, Aquino-Bolaños EN. 2018. Agromorphological traits and mineral content in tomato accessions from El Salvador, Central America. *Agronomy* 8: 32. <https://doi.org/10.3390/agronomy8030032>
- Cuesta G, Mondaca E. 2014. Efecto de un biorregulador a base de auxinas sobre el crecimiento de plantines de tomate. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 20: 215-222. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2014.01.001>
- Diez MJ, Nuez F. 2008. Tomato. En: Prohens J, Nuez F, editores. *Vegetables II*. Nueva York, Springer. P. 249-323.
- Espitia-Rangel E, Martínez-Cruz E, Villaseñor-Mir HE, Santa-Rosa RH, Limón-Ortega A, Lozano-Grande A. 2021. Variabilidad genética y criterios de selección del rendimiento y los componentes en trigos harineros de temporal. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 12: 305-315.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. [internet]. 2021. Value of Agricultural Production. [citado 2022 sept 15]. Disponible en: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QV>
- Figueroa-Cares IE, Cruz-Álvarez O, Martínez-Damián MT, Rodríguez-Pérez JE, Colinas-León MT, Valle-Guadarrama S. 2018. Calidad nutricional y capacidad antioxidante en variedades y genotipos nativos de jitomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 35: 63-84.
- Ho LC, Hewitt JD. 1986. Fruit development. En: Atherton JG, Rudich J, editores. *The Tomato Crop: A Scientific Basis for Improvement*. Nueva York, Chapman and Hall. P. 201-239.
- Islam MZ, Mele MA, Baek JP, Kang H-M. 2018. Iron, iodine and selenium effects on quality, shelf life and microbial activity of cherry tomatoes. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca* 46: 388-392. <https://doi.org/10.15835/nbha46211012>
- Juárez-López P, Castro-Brindis R, Colinas-León T, Ramírez-Vallejo P, Sandoval-Villa M, Reed WD, Cisneros Zevallos L, King S. 2009. Evaluación de calidad en frutos de siete genotipos nativos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* var. cerasiforme). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15: 5-9.
- Lobato-Ortiz R, Rodríguez-Guzmán E, Carrillo-Rodríguez JC, Chávez-Servia JL, Sánchez-Peña P, Aguilar-Meléndez A. 2012. Exploración, colecta y conservación de recursos genéticos de jitomate: avances en la red de jitomate. Colegio de Postgraduados/SINAREFI/SAGARPA. Texcoco, México.
- Magallanes-López AM, Martínez-Damián MT, Sahagún-Castellanos J, Pérez-Flores LJ, Marín-Montes IM, Rodríguez-Pérez JE. 2020. Calidad poscosecha de 40 poblaciones de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) nativas de México. *Revista Agrociencia* 54: 779-795. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v54i6.2184>
- Marín-Montes IM, Rodríguez-Pérez JE, Sahagún-Castellanos J, Hernández-Ibáñez L, Velasco-García AM. 2016. Morphological and molecular variation in 55 native tomato collections from Mexico. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 22: 117-131. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.03.008>
- Ríos-Osorio O, Chávez-Servia JL, Carrillo-Rodríguez JC. 2014. Producción tradicional y diversidad de tomate

- (*Solanum lycopersicum* L.) nativo: un estudio de caso en Tehuantepec-Juchitán, México. *Agricultura, Sociedad y Desarrollo* 11: 35-51.
- Ronga D, Zaccardelli M, Lovelli S, Perrone D, Francia E, Milc J, Ulrici A, Pecchioni N. 2017. Biomass production and dry matter partitioning of processing tomato under organic vs conventional cropping systems in a Mediterranean environment. *Scientia Horticulturae* 224: 163-170. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.05.037>
- SAS Institute. 2004. SAS/STAT User's Guide. Release 9.1. SAS Institute. Cary, Carolina del Norte, Estados Unidos.
- [SIAP] Sistema de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. [internet]. 2020. Anuario estadístico de la producción agrícola. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural y Pesca (SAGARPA). [citado 2022 sept 20]. Disponible en: <http://www.gob.mx/siap/acciones-yprogramas/produccionagricola33119?idiom=es>
- Steiner AA. 1984. The universal nutrient solution. Proceedings of the Sixth International Congress on Soils Culture. Wageningen, The Netherlands.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 1991. United State Standards for Grade of Fresh Tomatoes. Agricultural Marketing Service. Washington, Estados Unidos.
- Vásquez-Ortiz R, Carrillo-Rodríguez JC, Ramírez-Vallejo P. 2010. Evaluación morfo-agronómica de una muestra del jitomate nativo del centro y sureste de México. *Naturaleza y Desarrollo* 8: 49-64.