

RIQUEZA AGRONÓMICA EN COLECTAS MEXICANAS DE TOMATES (*Solanum lycopersicum* L.) NATIVOS

AGRONOMIC WEALTH IN MEXICAN COLLECTIONS OF NATIVE TOMATOES (*Solanum lycopersicon* L.)

Maldonado-Peralta, R.^{1*}; Ramírez-Vallejo, P.^{1,2}; González Hernández, V. A.²; Castillo-González, F.²;
Sandoval-Villa, M.³; Livera-Muñoz, M.²; Cruz-Huerta, N.¹

Posgrado en Recursos Genéticos y Productividad ¹Fisiología Vegetal y ²Genética, ³Edafología.
Colegio de Postgraduados, km 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Texcoco, Estado de
México, MÉXICO. C. P. 56230.

*Autor para correspondencia: maldonado.ramiro@colpos.mx

RESUMEN

La producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a nivel nacional usa tres tipos cultivados "Saladette", "Bola" y "Cherry" que predominan en el mercado. El uso de tomates nativos es para mercados regionales, pero tienen potencial para ser aprovechado como fuente de genes para el mejoramiento genético. Se evaluaron en campo, el potencial de rendimiento y calidad de fruto de 100 poblaciones nativas de tomate, con las variables: altura de planta, índice diferencial de vegetación normalizado, número total de frutos y rendimiento, largo y ancho de fruto, grosor del pericarpio, número de lóculos, sólidos solubles totales, luminosidad, croma y °Hue. Los resultados demostraron que la población G3 presentó el mayor rendimiento con 10.85 kg m⁻², con 121 frutos, de 74.3 g en promedio, con forma de calabaza con lóculos con 8.7. Las variables número de frutos y rendimiento por planta, no tuvieron distribución normal comparada con las demás. Los resultados evidenciaron que las poblaciones nativas de tomate cultivadas en condiciones de campo abierto tienen amplia variación morfológica de formas y tamaños de planta y fruto.

Palabras claves: campo, poblaciones nativas, rendimiento, calabaza, número de lóculos.

ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicon* L.) production at the national level uses three cultivars, "Saladette", "Bola" and "Cherry", which predominate in the market. The use of native tomatoes is for regional markets, but they have the potential to be used as a source of genes for breeding. The yield potential and fruit quality of 100 native tomato populations were evaluated with the variables: plant height, normalized difference vegetation index, total number of fruits and yield, length and width of fruit, thickness of the pericarp, number of loculi, total soluble solids, luminosity, chrome and °Hue. The results showed that the G3 population presented the highest yield with 10.85 kg m⁻², with 121 fruits of 74.3 g in the average of pumpkin fruit shape with number of loculi of 8.7. The variables number of fruits and yield per plant did not have a normal distribution compared to the others. The results evidenced that the native tomato populations cultivated under open field conditions have a broad morphological variety in plant and fruit forms and sizes.

Keywords: field, native populations, yield, pumpkin, number of loculi.

Agroproductividad: Vol. 9, Núm. 12, diciembre. 2016. pp: 68-75.

Recibido: mayo, 2016. **Aceptado:** octubre, 2016.



INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es la hortaliza más cultivada en todo el mundo y la de mayor valor económico. En México se siembran anualmente más de 52,374 ha de tomate híbrido que producen 1.6 millones de toneladas, con un rendimiento promedio de 56 t ha⁻¹ (SIAP, 2014). Pero su semilla es de precio alto (Ramos *et al.*, 2006) y con altos costos de producción. Según Cih-Dzul *et al.* (2011) y Ríos-Osorio *et al.* (2014), en los estados de mayor producción y exportación de tomate no se encuentra la mayor diversidad genética del cultivo, sino que ésta se concentra en los agro-ecosistemas tradicionales del centro y sureste del país donde se cultiva en parcelas no mayores a 1000 m² y en huertos caseros, los cuales desempeñan un papel importante en la conservación in situ de la agro-biodiversidad. Las numerosas poblaciones criollas aunque son de uso local o regional, son muy apreciadas por su mayor calidad organoléptica en relación con frutos de híbridos modernos de tomate (Parisi *et al.*, 2008); algunos criollos tienen igual o mayor contenido de sólidos solubles, de ácido ascórbico y de licopeno (Juárez-López *et al.*, 2009). Sin embargo, los frutos de los tomates criollos tienen menor firmeza y vida de anaquel que los de híbridos comerciales, y solo se comercializan en mercados locales (Vásquez-Ortiz *et al.*, 2010). Según Ríos-Osorio *et al.* (2014), entre las variedades registradas en México ninguna aparece con frutos achatados tipo riñón, lo que indica que no existe un programa de mejoramiento enfocado a la obtención de variedades mejoradas para estos sistemas de producción. Con el fin de aportar más al conocimiento del valor agronómico de las poblaciones nativas de tomate mexicano, a partir de 2010 se evaluó en campo el potencial de rendimiento y calidad de fruto de 100 poblaciones criollas de tomate.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en condiciones de campo durante el periodo primavera-verano del 2013, en Montecillo, Texcoco, Estado de México, localizado a 19° 29' N, 98° 52' O y altitud de 2250 m. En campo las plantas están más expuestas a condiciones adversas, como la granizada que incidió el 2 de agosto de 2013 y que generó severos daños mecánicos, como se ilustra en la Figura 1 (A y B).

Material biológico

Las 100 colectas de frutos se obtuvieron de siete estados de México: Puebla [Sierra Norte de Puebla (9), Tehuacán (9) y Zinacantepec (13)]; Guerrero [Chilapa (9) y Coyuca de Benítez (5)]; Oaxaca [Tehuantepec (5), La Mixteca (3), Pochutla (4) y Valles Centrales (12)]; Yucatán [Oxkutzcab (10)]; Campeche [Campeche (10)]; Estado de México [Malinalco (8)]; y Veracruz [Coyutla (3)]. Como testigos se usaron dos variedades híbridas comerciales El Cid F1[®] (Harris Moran) y Río Grande[®] (Batlle). Una muestra de los tipos de fruto de estas colectas se ilustra en la Figura 1 (C-J).



Manejo experimental

De los frutos recolectados se extrajo la semilla y germinó en charolas de poliestireno de 200 cavidades con sustrato "peat-moss" Grow-mix[®]. El trasplante a campo se hizo a los 40 días. La fertilización en campo fue con solución Steiner a

25% (Steiner, 1961) aplicada dos veces por semana mediante riego por goteo con 0.4 L durante el primer mes, y luego aumentando a 0.8 L. Se hicieron labores de deshierbe manual; el tutorado consistió en estacones de pino colocados al inicio y final del surco y de estacones de carrizo colocados en el interior del surco a una distancia de 2 m entre cada uno, a los que las plantas de tomate se sujetaron con hilo plástico. Para el control de mosquita blanca (*Bemisia tabaci*) se utilizó el insecticida Engeo[®] (2 mL L⁻¹); para el control de tizones (*Alternaria* sp.) se utilizaron de manera alternada los fungicidas Mancozeb[®] (2 g L⁻¹) y Ridomil gold[®] (1.5 mL L⁻¹).

Diseño experimental y variables medidas

Los 102 materiales se distribuyeron en un diseño experimental de bloques completos al azar con tres repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por una parcela de 3 m con 10 plantas separadas a 30 cm entre plantas y 1 m entre surcos. Las variables registradas fueron: altura de planta al final del ciclo (m), medida desde la base del suelo hasta el ápice; índice de vegetación de diferencial normalizado (IVDN), medido con el dispositivo portátil GreenSeeker[™] (NTech Industries, Inc., USA), cuyo sensor se colocó a 0.5 m sobre las plantas a 30 días después de la fuerte granizada que generó defoliación (02-08-2013); rendimiento de fruto (kg m⁻²), medido con una balanza digital compacta Ohaus[®] (modelo CS 5000; China), y número de frutos por planta, contados a la madurez comercial a lo largo de cuatro cortes. Las variables de calidad de fruto medidas fueron: peso promedio de fruto (g), que se calculó con





Figura 1. Diversos aspectos de los tomates criollos cultivados en campo (*Solanum lycopersicum* L.). De izquierda a derecha: Plantas antes (A) y después (B) de la granizada. Muestras de tipos de fruto "arriñonado" (C), "calabaza" (D), "cherry" (E), "bola grande" (F), "bola plana" (G), "pera" (H), "pimiento" (I), y "saladette" (J).

el cociente número de frutos por parcela/rendimiento por parcela; clasificación por forma del fruto, mediante el cociente diámetro polar/diámetro ecuatorial, y agrupados conforme a la clasificación siguiente: >1 =frutos largos, $=1$, frutos redondos, y <1 =frutos achatados; los diámetros polar y ecuatorial se midieron con un vernier electrónico Truper 14388[®] modelo CALDI-6MP (México); el grosor de pericarpio (en mm) se midió en cuatro frutos cortados a la mitad, con el mismo vernier; en los frutos cortados a la mitad también se contó el número de lóculos. El color del fruto (luminosidad, croma y °Hue) se midió en dos zonas opuestas de la región ecuatorial de cuatro frutos, con un colorímetro Hunter Lab D25-PC2[®] (Reston, Virginia, USA), que da los parámetros de cromaticidad (Minolta, 1994): L (luminosidad), a y b; a: registra tonalidades desde el verde (-a) al rojo (+a), y b: registra tonalidades desde el amarillo (+b) al azul (-b). Con estos valores se calculó el ángulo de tono (°Hue) y la pureza del color (croma), con las fórmulas citadas por Little (1975): $^{\circ}\text{Hue} = \tan^{-1}(b/a)$; $\text{Croma} = (a^2 + b^2)^{1/2}$. Los sólidos solubles totales (SST), en porcentaje (AOAC, 1990), se midieron en tres gotas de jugo de fruto que se colocaron sobre la celda de un refractómetro digital ATAGO PR-100[®]

(Japón) con escala de Brix de 0.0% a 32.0 %. Cada variable fue sometida a un análisis de varianza (ANVA) con el procedimiento GLM (General Linear Models Procedure), y también pruebas de normalidad. La comparación de medias se hizo con la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey ($P \leq 0.05$). Estos análisis estadísticos se corrieron con el programa Statistical Analysis System (SAS Institute Inc., 1988). Las medias y cuadros se elaboraron con el programa Microsoft Excel 2010[®] y las gráficas de distribución de frecuencias se hicieron con el programa Minitab[®] 17.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En todas las características medidas se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las variedades. Los parámetros estadísticos del Cuadro 1 evidenciaron una amplia diversidad entre las poblaciones evaluadas de tomate mexicano, diversidad que demuestra variación genética en atributos agronómicos y de calidad de fruto, la cual ofrecen amplias posibilidades de selección por tamaño de planta, y por rendimiento y calidad de fruto.

De los gráficos de distribución de frecuencias elaborados para todas las características, se muestran los de altura de planta, número de frutos y de lóculos. Con excepción del número de frutos y rendimiento por planta, todas las variables mostraron una distribución de tipo normal (Figura 2). En altura de planta, 80% de las poblaciones estuvieron dentro del intervalo de 1.1 a 1.4 m (Figura 2A). En cuanto a rendimiento, 93% de las poblaciones nativas se ubicaron en el intervalo de 1 a 4 kg m⁻² sugerido como muy bajo (Figura 2B), y que se atribuye a ciertos imponderables agroambientales adversas de

Cuadro 1. Valores estimados de los parámetros poblacionales: media, coeficiente de variación (CV), diferencia mínima significativa (DMS) y desviación estándar.

| Variable | Media | Desv. est. | Intervalo (mín.-máx.) | CV (%) | DMS |
|-----------------------------------|-------|------------|-----------------------|--------|-------|
| Altura de planta (m) | 1.2 | 15.18 | 0.7-1.75 | 12 | 22.03 |
| IVDN | 0.4 | 0.14 | 0.1-0.7 | 35 | 0.14 |
| Número de frutos por planta | 33 | 27 | 5-181 | 82 | 27.6 |
| Rendimiento (kg m ⁻²) | 2.4 | 1.50 | 0.44-10 | 63 | 0.90 |
| Peso promedio de fruto | 31.3 | 11.07 | 1.6-85.6 | 35 | 45.03 |
| Diám. polar (mm) | 37.9 | 7.7 | 22-66 | 20 | 22.31 |
| Diám. ecuatorial (mm) | 47.1 | 6.73 | 23-61 | 14 | 16.69 |
| Índice de forma de fruto | 0.8 | 0.18 | 0.5-1.5 | 22 | 0.53 |
| Luminosidad (color) | 38.2 | 2.55 | 34-48 | 6 | 8.37 |
| Croma (color) | 28.0 | 3.48 | 22.6-39 | 12 | 7.82 |
| *Hue (color) | 30.7 | 5.57 | 16-48 | 15 | 13.00 |
| Número de lóculos | 5.8 | 1.82 | 2-11.3 | 30 | 4.64 |
| Grosor de pericarpio (mm) | 3.8 | 0.94 | 1.6-6.0 | 24 | 2.87 |
| Sólidos solubles totales (%) | 3.8 | 0.52 | 3-5.3 | 13 | 1.59 |

IVDN: índice normalizado de diferencial de vegetación (NDVI, por sus siglas en inglés).

campo ocurridos durante la evaluación, tales como daño por granizo. A pesar de tales condiciones, 6% de las poblaciones (G3, O6, M1, H2, P20 y Y10) presentaron un rendimiento igual o mayor al del mejor híbrido testigo. En el número de lóculos por fruto, 76% de las poblaciones oscilaron de 4 a 7 lóculos, y 16% tuvo de 8 a 11 lóculos que corresponden a los frutos "arriñonados" o tipo "calabaza", en contraste con los híbridos testigo que solo tienen dos lóculos (Figura 2D). En el número de frutos por planta 90% de las poblaciones produjo entre 5 y 60 frutos, y solo 5% generó 100 frutos por planta. En tamaño de fruto destacó la población G3 cuyos frutos pesaron 74 g, mientras que los testigos únicamente 55 g.

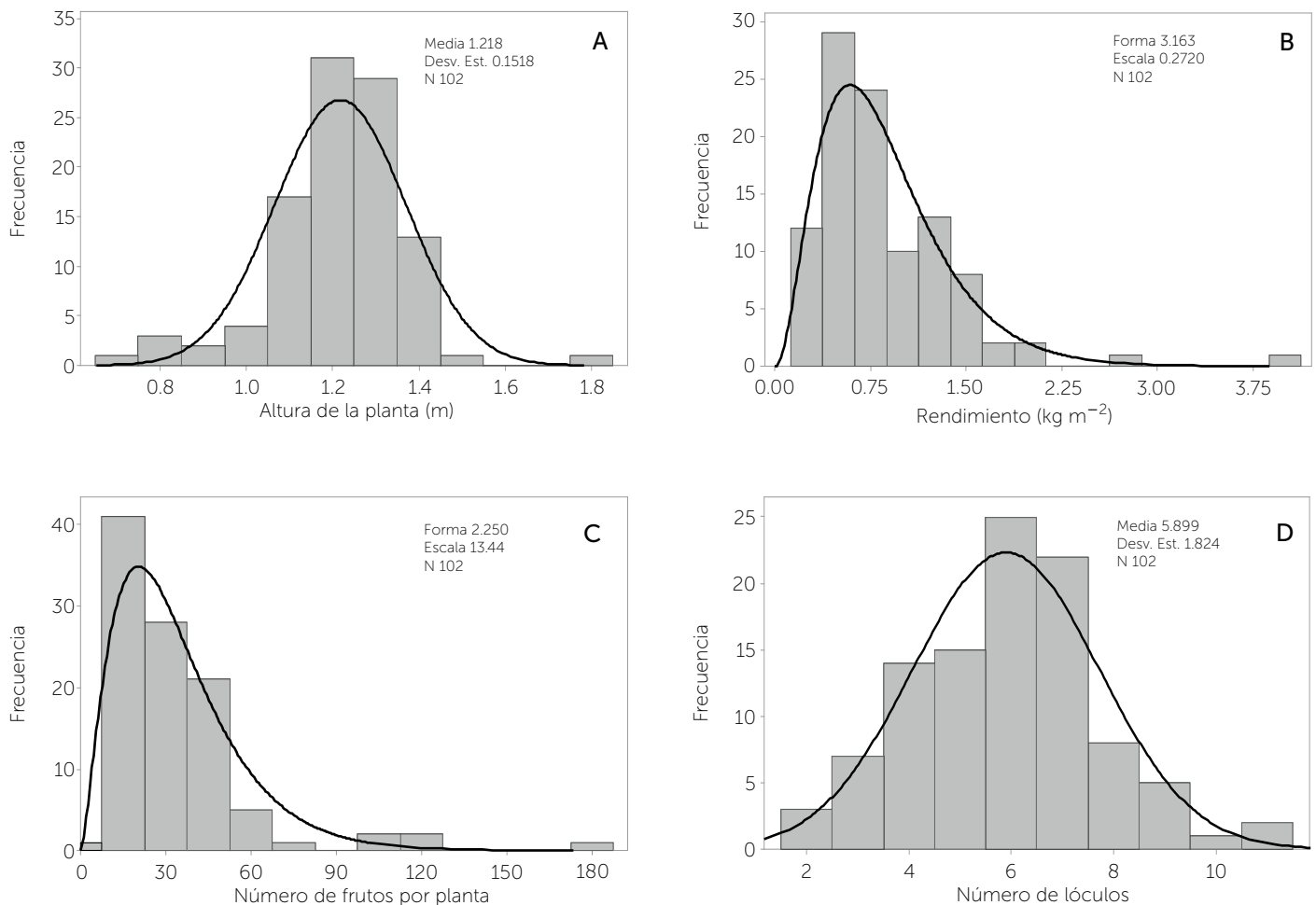


Figura 2. Distribución de altura de planta (A), rendimiento (B), número de fruto por planta (C) y número de lóculos (D), en 100 poblaciones nativas de *Solanum lycopersicum* L., y dos híbridos comerciales.

Rendimiento y calidad de planta y fruto

La mayor altura de planta se presentó en la población O19 (1.75 m) mientras que el híbrido H1 presentó la menor con 0.7 m, a lo largo del ciclo de crecimiento (Cuadro 2). El índice diferencial de vegetación normalizado medido después de la granizada permitió apreciar que unos tomates nativos tienen capacidad de recuperación, en particular la población nativa G11 que dio el valor más alto de IVDN (0.72), en contraste con la población O1 que no se pudo recuperar (0.10) de la granizada. Entre los tomates nativos el mejor rendimiento fue producido por las poblaciones G3 y O6 con 10.85.9 kg m⁻² y 7.36 kg m⁻², ambas con fruto arriñonado. El mayor número de frutos por planta lo presentó la población M1 con 181 (frutos tipo "cherry"). Los tomates nativos Y10 y G3 presentaron el valor más alto en peso promedio de fruto con 85.6 g y 74.3 g respectivamente (Cuadro 2), mientras que la población M1 produjo los frutos más pequeños con 1.6 g. En forma de fruto, la mayor parte de las recolectas son diferentes a las de los híbridos testigo H2 y H1 (tipo "saladette") que tuvieron valores de 1.5 y 1.47, correspondientes a frutos más largos que gruesos con un cociente mayor a 1; atribuido a que en los tipos criollos o nativos predominaron los frutos con muchos lóculos que conducen a las formas con "costillas", tales como los arriñonados, tipo calabaza y bola plana.

La Figura 3, muestra la diversidad morfológica de frutos de tomate evaluados.

Las imágenes muestran las formas más comunes de las poblaciones evaluadas y el resultado de la con-

Cuadro 2. Accesiones destacadas de tomates nativos *Solanum lycopersicum* L., dentro de cada estado. En negritas se marcan los valores más altos en cada variable.

| Var. | Número de frutos por planta | Rendimiento (kg m ⁻²) | Peso por fruto (g) | Sólidos solubles totales (%) | Forma de fruto |
|------|-----------------------------|-----------------------------------|--------------------|------------------------------|----------------|
| C1 | 12.3 t-w | 1.92 f-x | 55.33 a-f | 4.90 ab | Bola plana |
| C4 | 48.3 e-m | 4.44 c-f | 37.00 b-i | 3.80 a-f | Bola plana |
| C10 | 65.6 de | 4.10 c-h | 22.33 c-i | 3.36 b-f | Bola plana |
| G3 | 121.0 b | 10.85 a | 74.33 ab | 4.07 a-f | Calabaza |
| G9 | 40.6 e-r | 4.01 c-j | 35.00 b-i | 4.70 a-d | Calabaza |
| G10 | 23.6 l-w | 4.06 c-i | 32.00 b-i | 4.43 a-f | Calabaza |
| H1 | 19.0 n-w | 2.47 f-x | 46.67 a-i | 4.40 a-f | Saladette |
| H2 | 38.3 e-u | 5.39 bcd | 51.33 a-h | 4.30 a-f | Saladette |
| M1 | 181.3 a | 5.48 bc | 1.67 i | 4.50 a-f | Cherry |
| M3 | 25.0 j-w | 2.20 f-x | 31.67 b-i | 3.40 b-f | Pera |
| M4 | 29.3 i-w | 2.31 f-x | 28.33 c-i | 3.00 f | Pera |
| O3 | 32.6 h-w | 3.34 c-s | 37.33 b-i | 3.50 b-f | Arriñonado |
| O6 | 78.3 cd | 7.36 b | 33.67 b-i | 3.33 b-f | Arriñonado |
| O13 | 32.3 h-w | 4.12 c-g | 51.33 a-h | 4.57 a-f | Arriñonado |
| P5 | 44.0 e-o | 3.74 c-n | 31.00 b-i | 4.50 a-f | Calabaza |
| P18 | 31.0 h-w | 3.92 c-k | 46.33 a-i | 3.93 a-f | Pimiento |
| P20 | 47.3 e-m | 5.08 b-e | 41.00 a-i | 3.83 a-f | Costilla |
| V1 | 42.0 e-q | 2.41 f-x | 20.67 c-i | 3.70 b-f | Calabaza |
| V2 | 60.6 d-g | 2.21 f-x | 13.33 f-i | 3.00 f | Calabaza |
| V3 | 44.0 e-o | 2.00 f-x | 16.33 d-i | 3.77 a-f | Calabaza |
| Y4 | 51.6 d-k | 2.34 f-x | 16.33 d-i | 4.20 a-f | Bola plana |
| Y6 | 39.0 e-t | 2.58 d-x | 23.67 c-i | 4.80 abc | Bola plana |
| Y10 | 21.3 m-w | 5.00 c-f | 85.67 a | 3.83 a-f | Bola plana |

C: Campeche; G: Guerrero; H1(Cid); H2 (Rio grande); M: Estado de México; O: Oaxaca; P: Puebla; V: Veracruz; Y: Yucatán.

servación de los productores, lo que evidencia que la diversidad disponible no ha sido aprovechada.

Las variables tamaño y número de frutos mostraron los mayores valores de dispersión medidos como desviación estándar, intervalo y coeficiente de variación, con respecto a las demás (Cuadro 1). Lo anterior es atribuido a que las poblaciones nativas con rasgos de domesticación precolombina, si bien no han sido sometidas al mejoramiento genético formal, han recibido una selección constante e "inconsciente" de forma empírica por los propios productores que las conservan y siguen cultivando, aplicando una presión de selección hacia características tales como forma, color, tamaño del fruto y cantidad de frutos por planta; resaltando que las dos últimas variables están estrechamente asociadas con el rendimiento. Si bien las variedades comerciales modernas liberadas superan a las poblaciones nativas (Bai y Lindhout, 2007) y a las poblaciones criollas cultivadas, los tomates silvestres aportan diversidad genética que enriquece la cantidad y calidad del fruto de tomate, además de reducir el problema de la deriva genética (Rick, 1988). De acuerdo













| | | | |
|---|---|--|---|
|  |  |  |  |
| Bola plana (Campeche 1) | Acorazonado (Guerrero 5) | Saladette (Testigo 1) | Pera (Estado de México 5) |
|  |  |  |  |
| Cherry (Estado de México 1) | Riñón (Oaxaca 6) | Costilla (Puebla 20) | Pimiento (Puebla 5) |
|  |  |  |  |
| Calabaza (Guerrero 3) | Bola (Puebla 10) | Bola plana (Yucatán 10) | Calabaza (Veracruz 1) |

Figura 3. Variación en forma y tamaño de frutos de tomates mexicanos nativos (*Solanum lycopersicum* L.): Bola plana (Campeche 1); Campeche (C); Guerrero (G); Estado de México (M); Oaxaca (O); Puebla (P); Veracruz (V); Yucatán (Y) y en el híbrido testigo H1 (El Cid).

con Ríos-Osorio *et al.* (2014), el uso de poblaciones nativas en los sistemas tradicionales de cultivo generalmente responde a un enfoque de subsistencia, y aunque la producción es baja, sus frutos son fuente importante de alimento para el productor y su familia, y así también se conserva la semilla de esos tomates a través de la transmisión del conocimiento tradicional de generación en generación. En adición a lo anterior, cuando estos productos se comercializan en mercados regionales generan algún ingreso económico, aunque no siempre con altas tasas de retorno. En la presente evaluación de campo la altura de planta fluctuó entre colectas de tomate de 0.75 m a 1.75 m, mientras que en condiciones protegidas de invernadero, Carrillo y Chávez (2010) reportaron que la altura de planta en poblaciones nativas de tomate varió de

1.3 m a 1.8 m. En cuanto a la cobertura vegetal medida como índice diferencial de vegetación normalizado (IDVN), la población G11 destacó por mostrar el valor de 0.7 que Según Gutiérrez-Soto *et al.* (2011) los valores de 0.7 a 0.8 corresponden a plantas con buenas condiciones de cobertura vegetal, vigor, acumulación de biomasa, concentración de clorofila y productividad. Los suelos descubiertos generan valores de 0.1 a 0.2, que indican escasa vegetación. En las condiciones ambientales de campo como en esta investigación, la población nativa G3 fue la de mayor rendimiento por planta con 10.85 kg m⁻², que duplicó al mejor híbrido 2 en esta evaluación (5.39 kg m⁻²). El buen desempeño agronómico de la colecta G3 se atribuyó a su tolerancia a condiciones adversas y capacidad de formar numerosos frutos por planta (121

de tamaño grande (74.33 g), y forma "arriñonada" o "calabaza"; estos valores son indicativos del alto potencial agronómico y productivo de este germoplasma nativo de tomate. En cualquier caso, el número de frutos depende de variables, tales como variedad, condiciones climáticas, vigor y exigencias del mercado (Bojacá *et al.*, 2009). Es necesario hacer notar que en las presentes condiciones tan adversas de campo, el mejor rendimiento por planta fue de apenas 0.390 kg planta⁻¹, que es 3.73 veces menor que el rendimiento reportado por Jaramillo *et al.* (2006) de 1.5 kg planta⁻¹ en tomates híbridos creciendo en condiciones óptimas de campo. También los rendimientos aquí obtenidos fueron inferiores a los registrados en poblaciones nativas de tomate tipo "arriñonado" de Guerrero, pero crecidas en condiciones protegidas,



que fueron de a $1.32 \text{ kg planta}^{-1}$ (Vásquez-Ortiz *et al.*, 2010).

En cuanto a la calidad de fruto el tamaño es una característica muy importante, los más pesados fueron los arriñonados o calabaza, que según Tanksley (2004) están evolutivamente relacionado con el proceso de domesticación de esta especie y controlado genéticamente por un loci específico. En su estudio hecho con poblaciones nativas, Agong *et al.* (2001) encontraron que las variedades comerciales testigo producen frutos más pesados (56.5 g) que las poblaciones variedades locales (40.6 g). En cambio, en nuestro estudio se detectaron accesiones (colectas) con frutos de mayor tamaño que los de los híbridos testigo (49 g por fruto), como los de la población nativa Y10 (85 g por fruto). La forma de fruto en 95 poblaciones nativas resultó menor a 1, porque son de formas "aplanadas" o "arriñonadas". De acuerdo con Nuez *et al.* (2004), la forma de riñón se debe a la fusión de dos o más flores en una, lo que da lugar a un fruto con mayor cantidad de lóculos (frutos multiloculares), en contraste con los dos lóculos típicos del tomate saladette. En sólidos solubles totales hay poblaciones nativas, como Puebla 15, Campeche 1 y Yucatán 6 que tienden a tener mayor contenido (5.3%) que los híbridos comerciales (4.3% a 4.4%). También Agong *et al.* (2001) reportaron que las poblaciones nativas tienen frutos con más sólidos solubles totales que el testigo. Según Santiago *et al.* (1998), el tomate para consumo en fresco debe contener un mínimo de 4% de SST, mientras que según Díez (2001) el tomate para el procesado industrial debe contener de 4.5% a 5.5%. Los sólidos solubles son muy importantes porque indican el contenido de sustancias antioxidantes, que coadyuvan a con la prevención de enfermedades carcinogénicas y cardiovasculares (Luna y Delgado, 2014). Los frutos de la población nativa Oaxaca 14 destacaron por tener 11 lóculos y forma de riñón. Según Ramos *et al.* (2009) y Estrada *et al.* (2011), los frutos tipo riñón o "costilla" son muy apreciados por los agricultores y consumidores regionales de Oaxaca, debido a sus características organolépticas asociadas con el sabor y aroma. Vásquez-Ortiz *et al.* (2010) también reportaron poblaciones nativas con frutos en forma de riñón con 11 lóculos. En otro trabajo realizados en genotipos nativos, Juárez-López *et al.* (2012) reportaron de 5 a 6 lóculos.

CONCLUSIONES

Las poblaciones mexicanas de tomate evaluadas, registraron amplia diversidad en cuanto a características de

interés agronómico, tales como rendimiento de fruto que puede llegar hasta 10 kg m^{-2} en condiciones de campo, superando a dos híbridos comerciales (2.5 a 5.4 kg m^{-2}); y destacan también por tener frutos muy grandes (85 g) y ricos en sólidos solubles (4.9%), además de contar con frutos con formas arriñonada, calabaza y piriforme que resultan exóticas para los mercados.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Porfirio Ramírez Vallejo (QEPD) por el trabajo que realizó en pro de la conservación de poblaciones mexicanas nativas de tomate, mediante su proyecto "Valoración Integral de la Diversidad de Germoplasma Nativo de Jitomate Mexicano (*Solanum lycopersicum* L.)" con financiamiento del CONACyT.

LITERATURA CITADA

- Agong S.G., Schittenhelm S., Friedt W. 2001. Genotypic variation of Kenyan tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) germplasm. *Journal of Food Technology in Africa*. 6:13-17.
- A.O.A.C., Assotiation of Official Analytical Chemists. 1990. Official Methods of Analysis. 15^a ed. Ed. Washington DC, USA. pp: 918-919.
- Bai Y., Lindhout P. 2007. Domestication and breeding of tomatoes: what have we gained and what can we gain in the future? *Annals of Botany* 100:1084-1094.
- Bojacá C.R., Luque N.Y., Monsalve O.I. 2009. Análisis de la productividad del tomate en invernadero bajo diferentes manejos mediante modelos mixtos. *Revista Colombiana de Ciencias Horticolas*. 3(2):188-198.
- Carrillo-Rodríguez J.C., Chávez-Servia J.L. 2010. Caracterización agromorfológica de muestras de tomate de Oaxaca. *Revista Fitotecnia Mexicana* 33 (4):1-6.
- Cih-Dzul I.R., Jaramillo J.L., Tornero M.A., Schwentesius R. 2011. Caracterización de los sistemas de producción de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) en el estado de Jalisco, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, Vol. 14. pp: 501-512.
- Díez J.M. 2001. Tipos varietales. En: *El Cultivo del Tomate*. F. Nuez (ed.). Mundi-Prensa. D.F. 796 p.
- Estrada C.J.B., Carrillo-Rodríguez J.C.S., Jerez M.S., Chávez-Servia J.L., Perales S.C. 2011. Small farmer practices for production improvement of the kidneytype tomato landrace: A case study in Oaxaca. *African Journal of Agricultural Research*. 6 (13):3176-3182.
- Gutiérrez-Soto M.V., Cadet-Piedra E., Rodríguez-Montero W., Araya-Alfaro J.M. 2011. El Greenseeker™ y el diagnóstico del estado de salud de los cultivos. *Agronomía Mesoamericana*. 22(2): 397-403.
- Jaramillo N.J., Rodríguez V.P., Guzmán A.M., Zapata M.A. 2006. El cultivo de tomate bajo invernadero (*Lycopersicon esculentum* Mill). Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA, Centro de Investigación C.I. La Selva Rionegro, Antioquia, Colombia. 46 p.
- Juárez-López P., Castro B.R., Colinas L.T., Ramírez-Vallejo P., Sandoval-Villa M., Reed D.W., Cisneros Z.L., King S. 2009. Evaluación de calidad de siete genotipos silvestres de jitomate (*Lycopersicon esculentum*). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15:5-9.

- Juárez-López P., Castro B.R., Colinas L.T., Ramírez Vallejo P., Sandoval-Villa. M., Reed D.W., Cisneros Z. L., King S. 2012. Evaluación de características de interés agronómico de siete genotipos nativos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivados en hidroponía. Revista Chapingo Serie Horticultura 18(2): 207-216.
- Little A.C. 1975. Research note off on a tangent. Journal of Food Science 40(2): 410-411.
- Luna G.M.L., Delgado A.A. 2014. Importancia, contribución y estabilidad de antioxidantes en frutos y productos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Revista de Investigación y Difusión Científica Agropecuaria 18(1): 51-66.
- Minolta. 1994. Precise color communication. Konica Minolta Sensing, Inc. Japón. 59 p.
- Nuez F., Prohens J., Blanca J.M. 2004. Relationships, origin, and diversity of Galápagos tomatoes: implications for the conservation of natural populations. American Journal of Botany 91: 86-99.
- Parisi M., D'Onofrio B., Pentangelo A., Villari G., Giordano I. 2008. Morphology, productivity and characterization of the traditional ecotype pomodoro di Sorrento originating from the Campania region, southern Italy. Acta Horticultura 789: 205-209.
- Ramos O.A., Carballo C.A., Hernández L.A., Corona T.T., Sandoval Villa M. 2006. Caracterización de líneas de jitomate en hidroponía. Agricultura Técnica de México 32 (2): 213-223.
- Ramos P.M., Carrillo-Rodríguez J.C., Enríquez-del Valle R., Velasco-Velasco V. 2009. Fertilizantes orgánicos en la producción de tomate tipo riñón en Oaxaca, México. Naturaleza y Desarrollo 7(1): 39-44.
- Rick C.M. 1988. Tomato-like nightshades: affinities, auto-ecology, and breeders opportunities. Economic Botany 42:145-154.
- Ríos-Osorio O., Chávez-Servia J.L., Carrillo-Rodríguez J.C. 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.
- Tanksley S.D. 2004. The Genetic, Developmental, and Molecular Bases of Fruit Size and Shape Variation in Tomato. The Plant Cell 16:181-189.
- Santiago J., Mendoza M., Borrego F. 1998. Evaluación de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero: criterios fenológicos y fisiológicos. Agronomía Mesoamericana 9(1): 59-65.
- SAS Institute Inc. 1988. SAS/STAT® User's Guide. Version 9.0 SAS Institute Inc., Cary, NC: pp: 209-243.
- SIAP. Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2014. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Disponible en: <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-cultivo/>(Enero 2015).
- Steiner A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant and Soil 15:134-154.
- Vásquez-Ortiz R. Carrillo-Rodríguez J.C., Ramírez-Vallejo P. 2010. Evaluación morfo-agronómica de una muestra del jitomate del centro y sureste de México. Naturaleza y Desarrollo 8 (2):49-64.

