

Respuesta agronómica de cuatro genotipos de tomate verde a campo abierto en la región sureste de Coahuila

Agronomic response of four green tomato genotypes growing in open field in Coahuila southeast region

Antonio Flores-Naveda¹, Josué Israel García-López¹, Perpetuo Álvarez-Vásquez², Norma Angélica Ruiz-Torres¹, María del Pilar Marín-Cortez³, Neymar Camposeco-Montejo^{1*}

¹Centro de Capacitación y Desarrollo en Tecnología de semillas, ²Departamento de Recursos Naturales Renovables, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Calzada Antonio Narro 1923, CP 25315, Saltillo, Coahuila, México.

³División de Ciencias Biológicas y Ambientales, Universidad Abierta y a Distancia de México, Avenida Universidad 1200, Xoco, Alcaldía Benito Juárez, Ciudad de México, CP 03330, Ciudad de México.

*Autor por correspondencia: neym_33k@hotmail.com

Resumen

El tomate de cáscara o tomate verde (*Physalis ixocarpa* Brot.) es un cultivo que ha cobrado relevancia en la última década en México, ya que ha tenido un incremento de 25% en el volumen de producción, por lo que se vislumbra como una alternativa para la agricultura del noreste del país. El propósito de este trabajo fue evaluar la respuesta agronómica de los genotipos de tomate verde PV 1, PV 2, PM 3 y PM 4 procedentes del estado de Puebla, en el sureste de Coahuila, bajo un arreglo experimental completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, cuyos resultados se sometieron a un análisis estadístico y comparación de medias por Tukey ($p \leq 0.05$). Al final, se encontraron diferencias significativas entre tratamientos en algunas variables de respuesta: en número de frutos por planta, el genotipo PM 4 superó en más de 12% a los demás genotipos; en diámetro ecuatorial y polar del fruto destacaron los genotipos PV 1 y PV 2, ya que superaron al genotipo PM 3 en 10% y al genotipo PM 4 en 20%; en peso promedio de fruto destacaron los genotipos PV 1, PV 2 y PM 3. En el rendimiento (g planta^{-1}) y rendimiento calculado (t ha^{-1}) no se observaron diferencias estadísticas. La respuesta agronómica de los genotipos probados bajo las condiciones de evaluación fue variable, por lo que se infiere que existe variabilidad genética entre ellos (probablemente por su origen), la cual puede usarse en programas de mejoramiento genético de la especie.

Palabras clave: genotipos, *Physalis ixocarpa*, rendimiento, tomate de cáscara

Abstract

The husk tomato or green tomato (*Physalis ixocarpa* Brot.), is a crop that has become relevant in last decade in México, with an increase of 25% in the production volume, it is seen as an alternative for agriculture in northeast from the country. The purpose was to evaluate the agronomic response of green tomato genotypes PV 1, PV 2, PM 3 and PM 4 from Puebla state, in the southeast of Coahuila, under a completely randomized experimental arrangement, with four treatments and four repetitions of each treatment, whose results were subjected to a statistical analysis and comparison of means by Tukey ($p \leq 0.05$). Significant differences were found between treatments in some response variables; in fruits number per plant, the PM 4 genotype surpassed the other genotypes by more than 12%; in equatorial and polar diameter of the fruit, the PV 1 and PV 2 genotypes stood out, since they surpassed the PM 3 genotype by 10% and PM genotype 4 in 20%, in average fruit weight, the PV 1, PV 2 and PM 3 genotypes stood out. In yield (g plant^{-1}) and calculated yield (t ha^{-1}), no statistical differences were observed. The agronomic response of tested genotypes was variable under the evaluation conditions, so it is inferred that there is genetic variability between them, probably due to their origin, which can be used in breeding programs for the species.

Keywords: genotypes, *Physalis ixocarpa*, yield, husk tomato.

INTRODUCCIÓN

El tomate verde (*Physalis ixocarpa* Brot.) es una especie originaria de México que pertenece a la familia Solanaceae, a la cual se le conoce con los siguientes nombres: tomatillo, tomate de cáscara, tomate de milpa o milpero. La producción de esta hortaliza se ha incrementado en los últimos años de tal manera que ya representa 4.25% de la superficie total de hortalizas en la República mexicana. Este crecimiento se atribuye a que el consumo de tomate verde se ha generali-

zado en la mayor parte del país, principalmente por su uso en distintos platillos típicos mexicanos y, sobre todo, para la elaboración de salsas picantes que dan ese toque de sabor a los alimentos (SIAP 2018). Además, en la medicina tradicional los tomates verdes se utilizan para aliviar enfermedades como fiebre, tos, amigdalitis, problemas respiratorios, presión alta, inflamación del estómago; además, en el fruto de tomate verde se encuentra la ixocarpalactona A (IxoA), la cual se ha aislado y estudiado en laboratorio por su posible efecto quimioprotector contra el cáncer de colon. Otra de las ventajas de consumirlos, es su contenido de vitamina C, niacina y minerales, principalmente calcio, fósforo, hierro, carbohidratos, proteínas y grasas (SIAP 2018; Conabio 2020).

Los estados productores con mayor superficie sembrada por año agrícola son: Sinaloa (9 750), Puebla (4 290), Jalisco (4 900), Zacatecas (3 141), Estado de México (2 500), Michoacán (2 317), Guanajuato (2 126), Nayarit (2 111) y Sonora con 2 005 hectáreas cultivadas (SIAP 2021). De las especies mexicanas, 36 se encuentran distribuidas en 26 estados del país, desde el sur de Baja California (29° 23' LN) hasta el sur del estado de Chiapas (15° 54' LN), en altitudes que van desde los ocho hasta los 3 350 msnm; esta hortaliza además crece en forma silvestre a lo largo de la vertiente del Pacífico, desde California hasta Centroamérica (Santiago et al. 2009).

El rendimiento promedio de tomate verde o de cáscara en 2016 fue de 16.58 t ha⁻¹ (SIAP 2016), mientras que en 2021 de 19.14 t ha⁻¹, lo que representa un incremento medio del 15% en los últimos cinco años, lo cual se atribuye al uso de nuevas variedades (SIAP 2021); sin embargo, estos rendimientos se consideran bajos en relación con los rendimientos experimentales de hasta 40 t ha⁻¹ (Peña et al. 1998) o 47 t ha⁻¹ (Camposeco et al. 2020). Los bajos rendimientos se atribuyen a la falta de conocimiento respecto al todavía limitado uso de variedades mejoradas, además del uso de variedades poco adaptadas a las diferentes zonas y regiones productoras, o simplemente al uso de variedades silvestres (Ordóñez et al. 2022). Por lo tanto, existe la necesidad de probar y trabajar en el mejoramiento genético de la especie, a fin de contribuir en el desarrollo de genotipos con potencial de rendimiento que superen los alcances medios de las variedades más rendidoras que se cultivan actualmente (Robledo et al. 2011).

En tomate de cáscara existe una amplia diversidad genética y, por lo tanto, de variabilidad en cuanto a formas, colores, tamaños y tolerancia a factores adversos, por lo que es una fuente de germoplasma valiosa para el mejoramiento genético de la especie (Camposeco et al. 2020). En México, la variabilidad genética de la especie está dada por al menos ocho razas: Silvestre, Milpero, Arandas, Tamazula, Manzano, Rendidora, Salamanca y Puebla (Peña et al. 1997), misma que ha sido la base para el mejoramiento genético que tuvo inicios en el Campo Agrícola Experimental de Zacatepec, Morelos, en 1972, para obtener un cultivar

de alto rendimiento (Pérez et al. 1997). No obstante, el mejoramiento genético clásico del tomate de cáscara, se basa principalmente en la selección y evaluación de las poblaciones sobresalientes: en la selección masal, en la familiar de medios hermanos, y en la combinada de medios hermanos o hermanos maternos (Barrera et al. 2021), ya que la producción de líneas puras para generar híbridos está muy restringida debido a la autoincompatibilidad gametofítica que se presenta a nivel cromosómico con dos *loci* independientes y con alelos múltiples que se manifiestan tanto en el polen, como en el estilo en el proceso de polinización; bajo esta condición el polen no germina, o si lo hace, pocas veces alcanza a fecundar el óvulo (Peña y Márquez 1990; Mulato et al. 2007). Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar la respuesta agronómica de cuatro genotipos de tomate verde a campo abierto en el sureste de Coahuila, bajo el supuesto de que los genotipos tendrán un desempeño agronómico diferente que permitirá la selección de los individuos más sobresalientes de cada genotipo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el campo experimental El Bajío, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Saltillo, Coahuila, el cual está ubicado a 25° 21' 24" LN y 101° 02' 05" LO, a 1762 msnm, que tiene una precipitación media anual de 350-400 mm y una temperatura media anual de 19.8°C.

Para esta investigación se utilizó el siguiente material genético: cuatro genotipos criollos de tomatillo o tomate verde colectados en 2018, provenientes del estado de Puebla (Cuadro 1).

Cuadro 1. Código de identificación, color del fruto y origen de los genotipos de tomatillo evaluados en el sureste de Coahuila				
ID Genotipo	Color	Origen	Tipo	Ciclo de evaluación y selección en Coahuila
PV 1	Verde	San Martín Texmelucan, Puebla	Criollo	1
PV 2	Verde	San Martín Texmelucan, Puebla	Criollo	1
PM 3	Morado	San Martín Texmelucan, Puebla	Criollo	1
PM 4	Morado	San Martín Texmelucan, Puebla	Criollo	1

Las semillas de los genotipos de tomatillo se sembraron en charolas de poliestireno de 200 cavidades, en un sustrato de germinación peat moss-perlita en proporción 70-30%. En cada cavidad se colocó una semilla. Una vez emergidas las plántulas, estas se nutrieron con una formulación comercial 20-30-10 adicionado

con microelementos: 0.5 g L^{-1} a los cinco días después de la emergencia (DDE), 0.75 g L^{-1} a los 15 DDE y 1 g L^{-1} a los 20 DDE hasta antes del trasplante.

El trasplante se realizó en un suelo tipo franco, 30 días después de haber sembrado las semillas (29 de junio de 2020). Las camas de cultivo tuvieron una altura de 25 cm, la distancia entre camas fue de 1.80 m y la distancia entre plantas de 30 cm, a una sola hilera por cama, con una densidad de 18,500 plantas por hectárea, aproximadamente. El riego se suministró por cintilla, con goteros a una distancia de 30 cm y el gasto fue de 0.75 l h^{-1} . Se establecieron cuatro tratamientos con cuatro genotipos: PV 1, V 2, PM 3 y PM 4. Cada tratamiento constó de cuatro repeticiones y cada repetición de cinco plantas útiles medibles y cuantificables, que conformaron la unidad experimental. Para la nutrición del cultivo se aplicó una dosis global de N-P-K de 370-52-204 kg por hectárea durante todo el ciclo del cultivo. Para el control de plagas (gusano del fruto) se efectuaron dos aplicaciones de Coragen® con ingrediente activo clorantranilprol al 18.4%, a razón de 0.3 ml L^{-1} : la primera, 30 días después del trasplante (DDT) y la segunda 60 DDT; también se realizaron dos aplicaciones de Abamectina® con ingrediente activo avermectina al 3.6%, a razón de 1 ml L^{-1} : la primera, 45 DDT y la segunda, 70 DDT.

La primera cosecha se realizó el 7 de septiembre de 2020, a los 70 días después del trasplante, la segunda el 22 de septiembre y la tercera el 7 de octubre (intervalos de 15 días entre cosechas). El rendimiento (g planta^{-1}) resultó de sumar el peso de los frutos de cada planta y de las tres cosechas realizadas; los frutos se pesaron en una balanza digital de precisión Sartorius (TS 1352Q37, Gottingen, Germany). Para obtener el rendimiento calculado en toneladas por hectárea (t ha^{-1}), el rendimiento de cada planta se multiplicó por la densidad de plantación (18 500 plantas por hectárea). Después de pesar los frutos se contabilizó el número de frutos de cada planta (NFP), mientras que el peso promedio de fruto (PPF) se calculó dividiendo el peso total de frutos entre número total de frutos de cada planta, en tanto que el diámetro ecuatorial y diámetro polar de fruto (DEF y DPF, respectivamente) se estimaron tomando al azar cinco frutos por repetición en cada cosecha, con apoyo de un vernier digital Truper® (CALDI-6MP, Atlacomulco, México). La altura de la planta se determinó con un flexómetro Truper® (PRO-5MEC Atlacomulco, México, el cual está graduado en centímetros marca.

El diseño experimental fue completamente aleatorio, y el análisis estadístico se realizó con el programa SAS versión 9.1, se empleó el modelo general lineal completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones cada uno (ANOVA $p \leq 0.05$), para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey (Tukey $p \leq 0.05$).

Rendimiento y componentes de rendimiento

Respecto a la variable de rendimiento (g planta^{-1}) de fruto cosechado, no se observaron diferencias estadísticas significativas (ANOVA $p \leq 0.05$) entre los cuatro genotipos de tomate verde probados (Figura 1A), no obstante, entre ellos destaca el genotipo PM 4, que superó en 15% al genotipo PV 1. Los resultados de esta investigación son similares a los presentados por López et al. (2015) con la variedad V6, con un rendimiento de $1\,250\text{ g planta}^{-1}$, pero superiores a los 900 a $1\,100\text{ g}$ reportados en las variedades Tecozautla, Manzano y Morado (Barrera et al. 2021), o a los 300 a 800 g cosechados en siete genotipos de *Physalis* por González et al. (2022), ya que la respuesta en rendimiento de los genotipos es variable siempre que cambie el ambiente de evaluación (Ponce et al. 2011). Los genotipos mostraron una respuesta estadística diferencial en la variable número de frutos por planta (ANOVA $p \leq 0.05$); el genotipo superior fue PM 4, con 46.32 frutos por planta (Figura 1B), y el resto de los genotipos mostró un comportamiento estadístico similar. Las diferencias estadísticas en esta variable también fueron reportadas al probar diferentes variedades de tomatillo (González 2019; Barrera et al. 2021), ya que, como mecanismo de sobrevivencia, una variedad silvestre o criolla de tomate de cáscara produce un alto número de flores y frutos de tamaño pequeño, con alta cantidad de semillas (Camacho 2010), lo cual se puede explicar considerando que los cuatro genotipos de esta investigación son de tipo criollo.

En el peso promedio de fruto también se observó una respuesta estadística diferencial entre los genotipos (ANOVA $p \leq 0.05$), ya que los genotipos PM 3, PV 1 y PV 2 producen frutos con mayor peso medio (Figura 1C), donde el genotipo PM 3 con 52.62 g superó al genotipo PM 4 en 18%. Resultados superiores a los 28.1 g se encontraron en 200 familias de medios hermanos maternos de la variedad M1-Fitotécnica (Moreno et al. 2002), pero inferiores a los 58.7 g obtenidos en la variedad Rendidora (Jiménez et al. 2012), aunque el genotipo PM 3 obtuvo resultados muy cercanos a ésta. No obstante, el peso promedio del fruto generalmente disminuye con cada corte que se realiza (Peña et al. 1997).

El ANOVA ($p \leq 0.05$) y la comparación de medias (Tukey $p \leq 0.05$) realizadas en las variables de diámetro polar de fruto (Figura 2A) y diámetro ecuatorial de fruto (Figura 2B), detectó diferencias significativas: los genotipos PV 1 y PV 2 resultaron superiores a los genotipos PM 3 y PM 4 en más de 10%. El genotipo PM 4 presentó menor diámetro polar y ecuatorial. En investigaciones similares donde se evaluaron genotipos de tomate verde, se han reportado diámetro polar de fruto que van de 1.65 a 4.01 cm (Arriaga et al. 2018), 2.2 a 2.4 cm (Pérez 2006), en contraste con el diámetro de hasta 6.1 cm que pueden alcanzar los híbridos intervarietales (Camposeco et al. 2020), mientras que en diámetro ecuatorial de fruto se

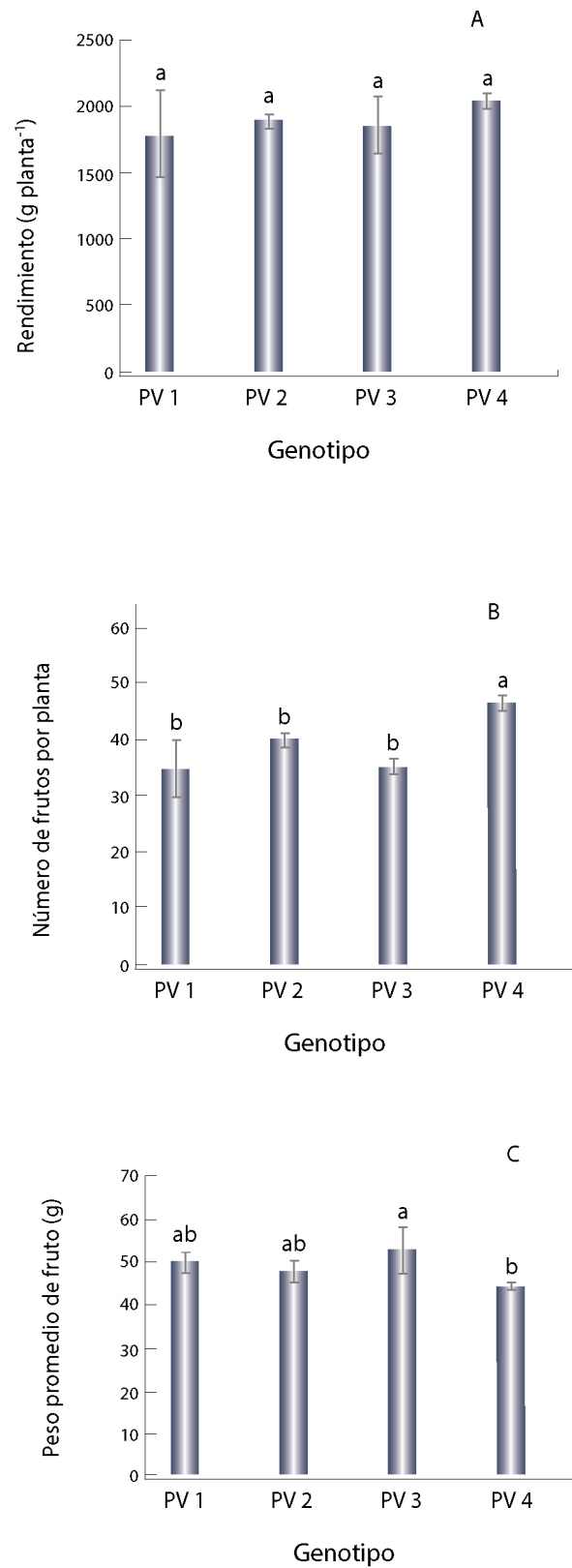


Figura 1. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de rendimiento (g planta⁻¹) (A), número de frutos por planta (B) y peso promedio de fruto (C), de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila; barras verticales corresponden a desviación estándar, letras diferentes sobre las barras en el gráfico, indican diferencias estadísticas en los promedios (Tukey $p \leq 0.05$).

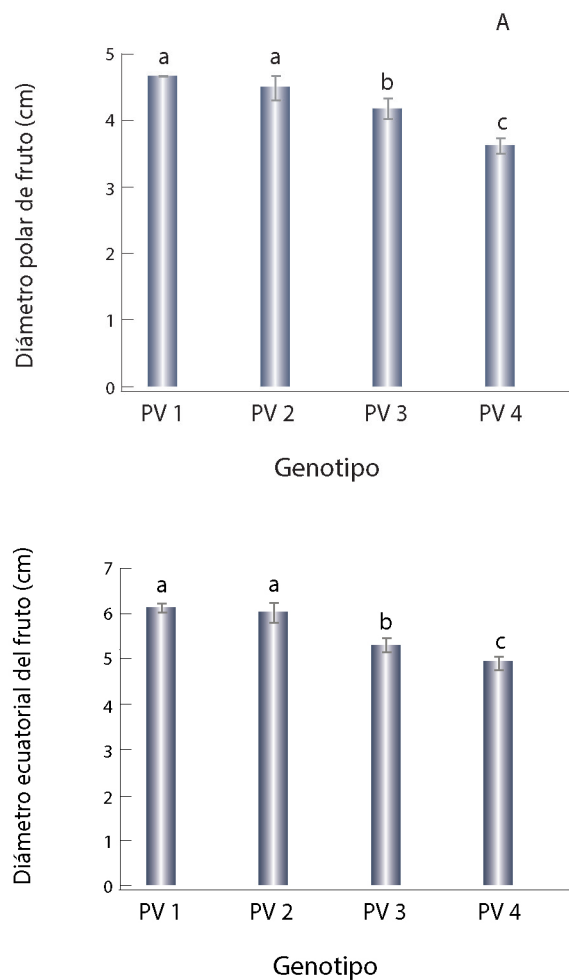


Figura 2. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de diámetro polar de fruto (A) y diámetro ecuatorial de fruto (B), de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar, letras diferentes sobre las barras en el gráfico, indican diferencias estadísticas en los promedios (Tukey $p \leq 0.05$).

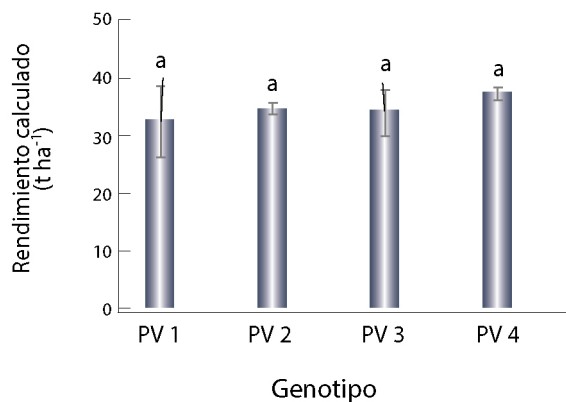


Figura 3. ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de rendimiento calculado ($t\ ha^{-1}$), de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar, letras iguales sobre las barras en el gráfico, indican similitud estadística en los promedios (Tukey $p \leq 0.05$).

han reportado desde 4.7 a 6.4 cm (González 2019), hasta 5.0 cm en híbridos inter-varietales (Santiaguillo et al. 2004). Sin duda, los resultados de esta investigación son prometedores, si se comparan con lo encontrado en investigaciones similares.

En el rendimiento calculado (t ha^{-1}) no se observó respuesta estadística diferencial entre los genotipos ($p \leq 0.05$), no obstante, el genotipo que destacó fue el PM 4, con un rendimiento de 37.4 t ha^{-1} calculadas, y superó a los demás genotipos en más de 8%. En investigaciones similares se han reportado diferencias en los rendimientos obtenidos, por ejemplo, López et al. (2009) obtuvieron rendimientos de 17 hasta 66 t ha^{-1} . Kanul et al. (2017) encontraron de $15\text{-}20 \text{ t ha}^{-1}$ en 13 variedades experimentales. Por su parte, Santiaguillo et al. (1998) reportaron 27.83 t ha^{-1} de la variedad 125 de la raza rendidora. Lo anterior pone de manifiesto el potencial de rendimiento de los genotipos.

Las diferencias observadas en algunos de los caracteres evaluados, como respuesta agronómica, se atribuyen a la procedencia y la genética propia de los genotipos probados. Estas características pueden mejorarse mediante selección (Pech et al. 2010), aunque el ambiente de prueba también influye en las características fenotípicas observadas cuando se prueban genotipos en ambientes contrastantes (Latournerie et al. 2015); estas diferencias pueden dar la pauta para la selección de individuos promisorios dentro de los genotipos, individuos con las mejores características fenotípicas e incluirlos en programas de mejoramiento genético, para crear variedades adaptadas a nuevas condiciones agroclimáticas o ambientes específicos (Zewdie y Bosland 2000; Echandi 2005), con el fin de producir semilla certificada de variedades mejoradas y registradas, para dar certeza al productor de la calidad de la semilla y mejorar la productividad del cultivo (Santiaguillo et al. 2012).

CONCLUSIONES

La respuesta agronómica de los genotipos de tomate verde evaluados en el sureste de Coahuila fue variable; no obstante, debido a la cantidad de frutos cosechados, el genotipo de mejor respuesta fue PM 4, en tanto que, por el tamaño y el peso de los frutos, los genotipos de mejor respuesta agronómica fueron PV 1 y PV 2.

Los resultados descubiertos en la respuesta agronómica de los genotipos probados en el sureste de Coahuila, permiten concluir que existe variabilidad genética entre los genotipos de tomate verde, que puede dar la pauta para seleccionar a los más sobresalientes, para así continuar con el proceso de mejora genética mediante la selección de individuos promisorios.

La capacidad de adaptación de los genotipos de tomate verde en la región sureste de Coahuila, eventualmente podría permitir la generación de nuevas variedades, lo que permitiría la diversificación de la actividad agrícola en la región.

- Arriaga M.C., Sánchez J., Rodríguez E. y E. Pimienta. 2018. Composición química de pulpa y semilla del tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) de diferentes localidades pertenecientes de Ixtlahuacán del Río y Cuquío con la finalidad de mejoramiento genético. *Revista de Ingeniería Tecnológica*. 2 (6): 1-7. https://www.ecorfan.org/taiwan/research_journals/Ingenieria_Tecnologica/vol-2num6/Revista_de_Ingenier%c3%ada_Tecnol%c3%b3gica_V2_N6_1.pdf
- Barrera I.C.A., Peña L.A., Magaña L.N., Sahagún C.J. and G.M. Pérez. 2021. Study of inbreeding in tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 27(3): 185-198. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2021.03.006>
- Camacho V.M. 2010. Evaluación de genotipos tetraploides y diploides de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila México. 53 p. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5050/T18124%20CAMACHO%20HAVEZ%2c%20VICTOE%20MANUEL%20%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Camposeco M.N., Robledo T.V. y N.A. Flores. 2020. Estimación de heterosis y heterobeltiosis en híbridos interpoblacionales de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Tecnología en Marcha*. 33(2): 91-101. <https://doi.org/10.18845/tm.v33i2.4339>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2020. Qué nos aportan los tomates verdes. Cd. de México. México. https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/que-nos-aportan/N_tomates. (Fecha de consulta: 18 de marzo de 2021).
- Echandi G.C.R. 2005. Estabilidad fenotípica del rendimiento y adaptación en líneas de chile jalapeño (*Capsicum annuum* L.) durante la época lluviosa en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 29(2): 27-44. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43629203>
- González M.M., Guzmán S.H., Pons J.L., Villalobos S. y E. González. 2019. Caracterización genética, química y agronómica de líneas avanzadas de tomate de cáscara. *Agronomía Mesoamericana*. 30(1): 101-114. <https://doi.org/10.15517/am.v30i1.34402>
- González S.B., López S.J.A., Morales M.E.J. y Morales R.E.J. 2022. Índice de área foliar en genotipos silvestres de *Physalis* spp. En función de dos sistemas de cultivo. *Acta Universitaria*. 32: 1-13. <https://doi.org/10.15174/au.2022.3329>
- Jiménez S.E., Robledo T.V., Benavides M.A., Ramírez G.F., Ramírez H. y L. E. Cruz. 2012. Calidad de fruto de genotipos tetraploides de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Universidad y Ciencia*. 28(2): 153-161. <http://www.scielo.org.mx/pdf/uc/v28n2/v28n2a5.pdf>

- Kanul J., Gonzáles E., Villalobos S., Barrios E.J. y S.E. Rangel. 2017. Valoración de germoplasma de tomate de cáscara cultivado en el estado de Morelos, México. *Interciencia*. 42(4): 250-255. <https://www.redalyc.org/journal/339/33950546009/html/>
- Latournerie M.L., López V.J.S., Castañón N.G., Mijangos C.J.O., Espada V.G., Pérez G.A. y S.E. Ruiz. 2015. Evaluación agronómica de germoplasma de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) *Agroproductividad*. 8(1): 25-29. <http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/634/504>
- López J.Y., Orozco A. y G.A. Martínez. 2015. Evaluación del rendimiento y calidad de fruto de (*Physalis ixocarpa* Brot.) bajo ambientes protegidos como opción para el desarrollo local. 20^o encuentro nacional sobre desarrollo regional en México. Cuernavaca, Morelos, México. 24 p. <http://ru.iiec.unam.mx/2850/1/Eje3-084-Orozco-Lopez-Martinez.pdf>
- López R., Arteaga R., Vázquez M.A., López I.L. y I. Sánchez. 2009. Producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) basado en láminas de riego y acolchado plástico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 15(1): 83-89. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v15n1/v15n1a12.pdf>
- Moreno M., Peña L.A., Sahagún J., Rodríguez J.E. y R. Mora. 2002. Varianza aditiva, heredabilidad y correlaciones en la variedad M1-Fitotecnia de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). *Revista Fitotecnia Mexicana*. 25(3): 231-237. <https://www.redalyc.org/pdf/610/61025301.pdf>
- Mulato B.J., Peña L.A., Sahagún C.J., Villanueva V.C. and R.J.J López. 2007. Self-compatibility inheritance in tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Vegetable Crops Research Bulletin*. 67(1): 17-24. <https://doi.org/10.2478/v10032-007-0026-4>
- Ordóñez M.A., Morales R.E.J., López S.J.A., Morales M.E.J. y Salomon H.G. 2022. Área foliar y rendimiento de *Physalis angulata* L. en función de la densidad de población y urea de liberación lenta. *Agrociencia*. 56(1): 74-87. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v56i1.2689>
- Pech M.A.M., Castañón N.G., Tun S.J.M., Mendoza E.M., Mijangos C.J.O., Pérez G.A. y M.L Latournerie. 2010. Efectos heteróticos y aptitud combinatoria en poblaciones de chile dulce (*Capsicum annuum* L.). *Revista Fitotecnia Mexicana*. 33(4): 353-360. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v33n4/v33n4a13.pdf>
- Pérez M., Márquez F. y L.A. Peña. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Ediciones Mundí Prensa. Estado de México. 379 p.
- Pérez I. 2006. Evaluación de la dosis óptima de un fertilizante foliar contra aplicaciones al suelo en relación al rendimiento en el cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot.) Variedad Divino. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila México. 41-43 p.



- <https://1library.co/document/y81xl9wz-evaluacion-fertilizante-aplicaciones-relacion-rendimiento-cascara-physalis-variedad.html>
- Peña L.A. y F. Márquez. 1990. Mejoramiento genético del tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot. *Revista Chapingo*. 71-72: 84-88.
- Peña L.A., Molina J.D., Cervantes T., Márquez F., Sahagún J. y J. Ortiz. 1998. Heterosis intervarietal en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 4(1): 31-37. DOI:10.5154/r.rchsh.1997.12.093
- Peña L.A., Santiaguillo J.F., Montalvo D. y M. Pérez. 1997. Intervalos de cosecha en la variedad CHF1-Chapingo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 3(1): 31-38.
- Ponce J.J., Peña L.A., Sánchez F., Rodríguez J.E., Mora R., Castro R. y N. Magaña. 2011. Evaluación de podas en dos variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm) cultivado en campo. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 17(3): 151-160. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rcsh/v17n3/v17n3a7.pdf>
- Robledo T.V., Ramírez G.F., Foroughbakhch R., Benavides M.A., Hernández G.G and M.H.V. Reyes. 2011. Development of tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) autotetraploids and their chromosome and phenotypic characterization. *Breeding Science*. 61(3): 288-293. <https://doi.org/10.1270/jsbbs.61.288>
- Santiaguillo J.F., Cervantes T. y A. Peña. 2004. Selección para rendimiento y calidad de fruto de cruza planta x planta entre variedades de tomate de cáscara. *Revista Fitotecnia Mexicana*. 27(1): 85-91. https://www.researchgate.net/publication/26476956_Seleccion_para_rendimiento_y_calidad_de_fruto_de_cruzas_planta_X_planta_entre_variedades_de_tomate_de_cascara
- Santiaguillo J.F., Peña L.A. y D. Montalvo. 1998. Evaluación de variedades de tomate de cáscara (*Physalis* spp.) en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 4(2): 83-88. <https://docplayer.es/61100143-Evaluacion-de-variedades-de-tomate-de-cascara-physalis-spp-en-tlajomulco-de-zuniga-jalisco.html>
- Santiaguillo H.J.F., Vargas P.O., Grimaldo J.O., Magaña L.N., Caro J.F., Peña L.A. y M.J. Sánchez. 2012. Diagnóstico del tomate de cáscara. México, D.F.: Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas - Universidad Autónoma Chapingo. https://www.researchgate.net/publication/283492117_Diagnostico_del_Tomate_de_Cascara
- Santiaguillo J.F., Vargas O., Grimaldo O., Sánchez J y N. Magaña. 2009. Aprovechamiento tradicional y moderno de tomate (*Physalis*) en México. *Revista de Geografía Agrícola*. 43: 81-86. <https://www.redalyc.org/pdf/757/75715608006.pdf>
- SIAP. 2021. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Fecha de consulta: 18 de octubre de 2021).
- SIAP. 2018. Tomate verde: ingrediente esencial de la comida mexicana: <https://www.gob.mx/siap/articulos/tomate-verde-ingrediente-esencial-de-la>

- comida-mexicana?idiom=es#:~:text=Se%20le%20conoce%20como%20tomate,amarillo%20con%20un%20solo%20p%C3%A9talo. (Fecha de consulta: 18 de mayo de 2022).
- SIAP. 2016. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/> (Fecha de consulta: 18 de octubre de 2021).
- Zewdie Y. y P.W. Bosland 2000. Evaluation of genotype, environment, and genotype-by-environment interaction for capsaicinoids in *Capsicum Annuum* L. *Euphytica*. 111 (3): 185-190. https://cpi.nmsu.edu/wp-content/uploads/sites/60/2016/06/eval_genotype_environment.pdf

