

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Evaluación Agronómica De Cuatro Genotipos De Tomate Verde A Campo Abierto
En El Sureste De Coahuila.

Por:

RAFAEL PÉREZ LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2022

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Evaluación Agronómica De Cuatro Genotipos De Tomate Verde A Campo Abierto
En El Sureste De Coahuila

Por:

RAFAEL PÉREZ LÓPEZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Neymar Camposeco Montejo
Asesor Principal Interno



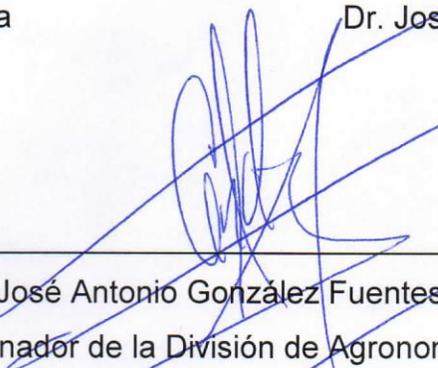
Dr. David Sánchez Aspeytia
Asesor Principal Externo



Dr. Antonio Flores Naveda
Coasesor



Dr. Josué Israel García López
Coasesor



Dr. José Antonio González Fuentes
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México

Marzo, 2022

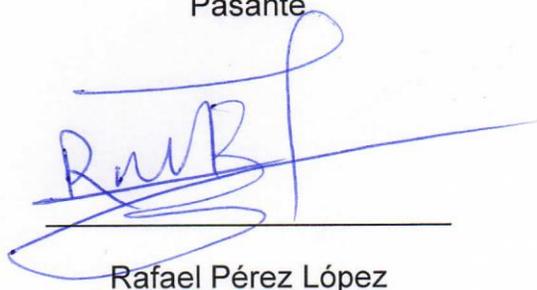
Declaración de no plagio

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior, me responsabilizo de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaro que este trabajo es original.

Pasante



Rafael Pérez López

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme el valor y las fuerzas para seguir adelante, gracias por acompañarme todos los días de mi vida, por darme la sabiduría necesaria para salir adelante y por permitirme llegar a este momento tan importante para mi formación profesional.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de formarme profesionalmente, por todos los servicios que me brindo en mi estancia como estudiante de esta bella institución.

Al Dr. Neymar Camposeco Montejo gracias por ser mi asesor en este proyecto de investigación, por compartirme sus conocimientos, por brindarme su paciencia y amistad en todo momento y por todo el apoyo que me brindo en la dirección de este proyecto.

Al Dr. David Sánchez Aspeytia por aceptar ser parte de mi comité de asesoría y apoyo en la revisión del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Antonio Flores Naveda por su amistad y su valiosa participación en la revisión del presente trabajo de investigación.

Al Dr. Josué Israel García López por aceptar ser parte de mi comité de asesoría y su valiosa participación en la revisión del presente trabajo de investigación.

A los profesores del departamento de Fitomejoramiento, por transmitirme todos sus conocimientos en cada una de sus materias impartidas en clases. Todos fueron parte clave en mi formación profesional.

A mis compañeros y amigos de la carrera que compartieron grandes momentos inolvidables conmigo, por todo el apoyo en la universidad y a todas esas personas que me encontré en el trayecto de mi carrera universitaria, los que me apoyaron y motivaron. Gracias.

DEDICATORIAS

A mi madre:

Sonia Estela López Calderón la mujer que más quiero en esta vida por todo lo que ha hecho por mí y por mi hermana, por nunca rendirse y luchar siempre por nosotros para que nada nos faltara. Gracias mamita por todo el apoyo y confianza depositada en mí para lograr este sueño, por su amor incondicional que con nada podría pagarle, por estar en cada una de sus oraciones, por estar en sus pensamientos, por dar la vida por mí si fuera posible, siempre supiste impulsarme a seguir en el camino, esto es para ti, “gracias por ser mi mama” Te Amo.

A mis abuelos:

Urbano López Pérez y Consuelo Calderón Pérez, gracias por ser como padres para mí, por darme siempre su apoyo y confianza, por sus sabios consejos, por todo el amor que día a día recibo de ustedes, por toda la paciencia que me tuvieron, por ser motivo de inspiración y ejemplo a seguir para mí, me han inculcado y enseñado a ser una persona de bien, humilde y respetuoso como ustedes, gracias por compartir este gran sueño que hoy se ve realizado, Los Quiero.

A mi hermana Carolina que comparte conmigo este logro, gracias por todo tu apoyo y confianza hacia mí. Te Quiero hermanita.

A mis tíos:

David, Carlos, Eli, Isaí, Moisés y en especial a mi tía **Clari** por ser mi segunda madre, gracias por brindarme todo su apoyo y nunca dejarme solo, gracias por todo el cariño y cada una de las palabras de aliento que tenían para mí, estaré eternamente agradecido con cada uno de ustedes por todo lo que han hecho por mí, les dedico cada esfuerzo y cada logro mío, ustedes me inspiraron para que lograra este gran sueño. Los Quiero Mucho.

Gracias Mama, abuelitos y tíos por ser los pilares fundamentales de mi vida, por haberme guiado por los senderos correctos con sus sabios consejos, a ustedes

gracias por convertirme en la persona que ahora soy, en agradecimiento a lo que hoy he logrado dedico con mucho cariño y amor a ustedes este triunfo.

A mis sobrinitos **Quique, Andy** a mis primitas y primitos, **Nicole, Fernanda, Camila, Sami, Diana, Julián, Cristian y Ariana**, porque me regalan momentos llenos de felicidad y que con su ternura e inocencia llenan siempre de momentos inolvidables a la familia.

A mi novia Karen, gracias por tu paciencia, tu cariño, por tu apoyo en cada momento, por tus palabras de aliento y por estar conmigo durante todo este largo camino, pero sobre todo gracias por tu amor.

Y por supuesto a todas aquellas personas que creyeron y confiaron en mí, a los que formaron parte de mi formación académica y social, que me apoyaron en mi más grande sueño y que hoy se hace realidad, por los buenos deseos y oraciones que en mi depositaron. Gracias.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS.....	IV
ÍNDICE GENERAL	VII
ÍNDICE DE CUADROS	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
RESUMEN	XI
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. HIPÓTESIS	3
3.1. Hipótesis nula	3
3.2. Hipótesis alternativa.....	3
IV. REVISIÓN DE LITERATURA	4
4.1. Origen y distribución.....	4
4.2. Importancia económica	4
4.3. Producción mundial de tomatillo.....	5
4.4. Producción nacional del cultivo de tomatillo	6
4.5. Clasificación taxonómica	7
4.6. Descripción botánica del tomatillo.....	7
4.7. Fenología y fisiología del tomatillo	8
4.7.1. Crecimiento y desarrollo	8
4.7.2. Floración	9
4.7.3. Reproducción	9
4.7.4. Desarrollo del fruto	9
4.8. Principales plagas.....	10
4.9. Principales enfermedades.....	12
4.10. Mejoramiento genético.....	15
4.11. Tipos de mejoramiento genético	16
4.12. Producción de semilla.....	17
V. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
5.1. Ubicación y localización.....	18

5.2. Material genético.....	18
5.3. Descripción de la Parcela experimental.....	18
5.4. Labores culturales.	19
5.4.1. Siembra.	19
5.4.2. Trasplante.	19
5.4.3. Fertilización.....	20
5.4.4. Riego.	20
5.4.5. Control de plagas	20
5.4.6. Cosecha.	21
5.4.7. Variables agronómicas evaluadas.	22
5.5. Análisis estadístico.....	23
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	24
VII. CONCLUSIONES	31
VIII. LITERATURA CITADA.....	32

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del cultivo de tomate verde o tomatillo	7
Cuadro 2. Importancia, daños ocasionados y control de las principales plagas del tomatillo (Tomate verde).	10
Cuadro 3. Importancia, síntomas y control de las principales enfermedades del tomatillo (Tomate verde).	12
Cuadro 4. Código de identificación, color del fruto y origen de los genotipos de tomatillo evaluados en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.	18
Cuadro 5. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables agronómicas evaluadas en cuatro variedades de tomate verde, en el campo experimental Buenavista, Saltillo, Coahuila, ciclo Primavera-Verano 2020.	24

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Principales países consumidores de tomate rojo y verde, 2007-2017. (Millones de toneladas) Fuente: FIRA (2019).....	6
Figura 2: Siembra de semillas de tomatillo en las charolas de poliestireno para obtener una óptima germinación.....	19
Figura 3: Plántulas de tomatillo producidas previo al trasplante en la parcela experimental.....	20
Figura 4: Fruto dañado por ataque de gusano.....	21
Figura 5: Frutos en madurez de cosecha.....	21
Figura 6: ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable rendimiento (g.planta ⁻¹), de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.....	25
Figura 7: ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable número de frutos por planta (NFP), de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.....	26
Figura 8: ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable peso promedio de fruto, de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.....	27
Figura 9: ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable diámetro polar de fruto (DPF), de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.....	28
Figura 10: ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable diámetro ecuatorial del fruto (DEF), de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.....	29
Figura 11: ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable rendimiento calculado por hectárea (t.ha ⁻¹), de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.....	30

RESUMEN

El tomate de cascara o tomate verde (*Physalis ixocarpa* Brot.), es un cultivo que ha cobrado gran relevancia en la última década en nuestro país, llegando a incrementar notablemente la superficie sembrada y por tanto, también su producción. Por lo anterior, se planteó el siguiente proyecto de investigación, con el propósito de evaluar el desempeño agronómico de cuatro genotipos de tomate verde, para seleccionar los mejores genotipos. Los genotipos evaluados fueron; PV 1, PV 2, PM 3 y PM 4, todas provenientes del estado de Puebla. El trabajo se realizó durante el ciclo primavera-verano 2020, en el campo experimental Buenavista, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Las variables que se evaluaron fueron: Rendimiento (g. planta^{-1}), Número de fruto por planta (NFP), Peso Promedio de Fruto (PPF), Diámetro Polar de Fruto (DP), Diámetro Ecuatorial de Fruto (DE) y Rendimiento calculado (t.ha^{-1}). Se realizó un análisis de varianza con el modelo completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones cada uno para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos (genotipos). Posteriormente se realizó un análisis de comparación de medias con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$). De acuerdo al análisis de varianza, se encontraron diferencias altamente significativas entre tratamientos, para las variables NFP, DP y DE, mientras que las variables rendimiento no fueron significativas y, la variable PPF fue significativa. En la variable de NFP el genotipo que resultó superior a los demás fue el PM 4, mientras que en la variable de PPF destacaron los genotipos PV 1, PV 2 y PM 3. Para DE y DP de fruto destacaron los genotipos PV 1 y PV 2. El comportamiento agronómico de los genotipos probados fue variable en las condiciones de evaluación, por lo que, podrían usarse en programas de mejoramiento genético del tomate verde, y continuar con el proceso de mejora genética mediante selección de individuos promisorios entre los genotipos.

Palabras clave: Evaluación, Rendimiento, *Physalis ixocarpa* Brot. tomatillo.

I. INTRODUCCIÓN

El tomate verde (*Physalis ixocarpa*) es una especie originaria de México, pertenece a la familia Solanáceas y que también se le conoce con los nombres de tomatillo, tomate de cáscara o tomate de milpa. La producción de esta hortaliza va en aumento en los últimos años y representa el 4.25 % de la superficie total de hortalizas en la República Mexicana. Los principales estados productores son Sinaloa, Zacatecas, Michoacán, Puebla, Jalisco, Estado de México, Sonora, Nayarit, Tlaxcala y Morelos (Intagri, 2020). De las especies mexicanas, 36 se encuentran distribuidas en 26 estados del país en un intervalo altitudinal amplio comprendido entre los ocho y los 3,350 msnm, el intervalo de latitud en que se desarrollan va desde el sur de Baja California (29° 23' LN) hasta el sur del estado de Chiapas (15° 54' LN) y crece en forma silvestre a lo largo de la vertiente del Pacífico desde California hasta Centroamérica (Santiaguillo *et al.*, 2009).

El consumo de tomate verde se ha generalizado en la mayor parte del país, principalmente por su uso en distintos platillos, y sobre todo para la elaboración de salsas picantes que dan ese toque de sabor a los alimentos (SIAP, 2018). En la medicina tradicional los frutos de los tomates verdes, han sido utilizados para aliviar la fiebre, tos y la amigdalitis. En el fruto de los tomatillos verdes contiene el llamado ixocarpalactona A (IxoA), el cual ha sido aislado y estudiado en el laboratorio por su posible efecto quimioprotector contra el cáncer de colón. Otras de las ventajas de consumirlos, es que puede proporcionarnos vitamina C y niacina, además de minerales como calcio y fósforo (CONABIO, 2020).

De acuerdo al reporte anual del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP, 2016), los rendimientos promedios de tomate de verde o de cascara en condiciones de campo abierto en el 2016 fueron de 16.58 t.ha⁻¹, mientras que en 2021 fueron de 19.14 t.ha⁻¹, con un incremento del 15% en los últimos 5 años (SIAP, 2021), sin embargo, se consideran bajos en relación con rendimientos experimentales de hasta 40 t.ha⁻¹ (Peña y Santiaguillo 1999). Los bajos rendimientos pueden ser resultado de la falta de conocimiento respecto a ciertas variables y al todavía limitado uso de variedades mejoradas, además del uso de

variedades poco adaptadas a las diferentes zonas y regiones de cultivo. Por lo tanto, existe la necesidad de trabajar en el mejoramiento genético de la especie, a fin de contribuir en el desarrollo de genotipos con potencial de rendimiento, que supere 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, por lo tanto, 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 existe una gran variabilidad genética en tomate de cascara, actualmente se reconocen al menos ocho razas: Silvestre, Milpero, Arandas, Tamazula, Manzano, Rendidora, Salamanca y Puebla (Peña *et al*. 1992). El mejoramiento genético del tomate de cascara en México se inició con una investigación realizada en el Campo Agrícola Experimental de Zacatepec, Morelos, en 1972, con la finalidad de obtener un cultivar de alto rendimiento (Pérez *et al*. 1997).

El mejoramiento genético clásico del tomate de cáscara se basa principalmente en selección masal, selección familiar de medios hermanos y selección combinada de medios hermanos, ya que la producción de líneas puras para generar híbridos está muy restringida debido a la autoincompatibilidad gametofítica que presenta (Peña y Márquez, 1990). Por lo anterior se planteó lo siguiente.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar el desempeño agronómico de cuatro genotipos de tomate verde (*Physalis ixocarpa* Brot.) a campo abierto en el sureste de Coahuila.

2.2. Objetivos específicos

Determinar el rendimiento y componentes de rendimiento de los genotipos de tomate verde (*Physalis ixocarpa* Brot.) evaluados en el sureste de Coahuila.

Seleccionar los genotipos de tomate verde (*Physalis ixocarpa* Brot.) con los mejores rendimientos, para implementar un programa de mejoramiento genético para el desarrollo de nuevas variedades.

III. HIPÓTESIS

3.1. Hipótesis nula

Todos los genotipos de tomate verde presentan el mismo comportamiento agronómico bajo condiciones de campo abierto en el sureste de Coahuila.

3.2. Hipótesis alternativa

Al menos uno de los genotipos de tomate verde, mostrara un mejor desempeño agronómico bajo condiciones de campo abierto en el sureste de Coahuila.

IV. REVISIÓN DE LITERATURA

4.1. Origen y distribución

Actualmente existen alrededor de 90 especies de *Physalis spp* y, su origen tiene reconocimiento americano, su distribución abarca desde Estados Unidos de Norte América hasta las Antillas y Argentina. México se reconoce como su centro de origen y domesticación. Se estima que en México existen 70 especies silvestres, de las cuales *Physalis ixocarpa* Brot y *Physalis angulata* L. son cultivadas. En lo que se refiere a *Physalis angulata* se restringe específicamente al estado de Jalisco, mientras que *Physalis ixocarpa* Brot se cultiva en gran parte del territorio nacional (Vargas *et al.*, 2018).

De las especies comprendidas dentro del territorio mexicano, 36 de estas se encuentran distribuidas en 26 estados del país en un intervalo comprendido entre los ocho y los 3350 msnm, el intervalo de latitud en que se desarrollan va desde el sur de Baja California (29°23'LN) hasta el sur del estado de Chiapas (15°54'LN) y regularmente crece de forma silvestre a todo lo largo de la vertiente del pacifico desde California hasta Centroamérica. 17 especies más se extienden a Estados Unidos de Norte América y América Central y tres más a Guatemala, mientras tanto se han localizado muy pocas especies en el este de Asia, India, Australia, Europa y África Tropical, sin embargo, especies como *Physalis pubescens*, *Physalis angulata* y *Physalis peruviana* han sido introducidas en estos lugares. (Santiaguillo *et al.*, 2009).

4.2. Importancia económica

El tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot) es una hortaliza de gran importancia económica, se considera como un ingrediente básico en la cocina mexicana debido principalmente a la elaboración de salsas y otros guisos hechos a partir de este fruto, además de la importancia que tiene en su contenido nutricional, en vitaminas y minerales (Toledo, 2015). El crecimiento que ha tenido el tomate de cascara en nuestro país ha sido trascendental en los últimos años, con valores de producción desde 2, 270, 951, 723.6 millones de pesos (Mp) en 2011, un total de; 3, 006, 099,

057.8 Mp en 2016 y un total de ingresos de 4, 212, 690, 887.68 Mp para 2020 (SIAP-SIACON, 2020).

Además de la importancia económica de la especie de *Physalis ixocarpa* Brot y, por el valor agregado que se le da en todas las regiones en que tiene presencia, también tiene una importancia social e histórica como han señalado distintas fuentes, tales como la importancia gastronómica, alimenticia y medicinal de varias especies del género (Martínez, 1998). Durante los últimos años el tomate de cascara se ha consolidado como una de las principales hortalizas de México, cuya producción se destina al mercado nacional y de exportación y se cultiva comercialmente en prácticamente todo el territorio nacional (Santiaguillo *et al.*, 2010).

4.3. Producción mundial de tomatillo

De acuerdo con información de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la superficie cosechada de tomate rojo y verde a nivel mundial creció a una tasa promedio anual de 1.4 por ciento entre 2007 y 2017, para ubicarse en 4.8 millones de hectáreas. En ese período, los rendimientos crecieron a una tasa promedio anual de 1.5 por ciento, al ubicarse en 37.6 toneladas por hectárea en 2017 (FIRA, 2019). Los principales países productores de tomate de verde en el mundo han sido; China, India, Estados Unidos de Norteamérica, Turquía, Egipto, Irán, Italia, España, Brasil y México. En muchos de estos países la producción de tomate verde ha tomado gran relevancia en la última década, llegando a incrementar la superficie cosechada a tal grado de colocarse como una hortaliza de gran importancia económica, tal es el caso de Turquía y México.

Aunque gran parte de la producción de tomates verdes y rojos que se produce en México y otros países se exporta a los Estados Unidos, hay países como China e India que son quienes consumen la mayor parte de la producción mundial (Figura 1).

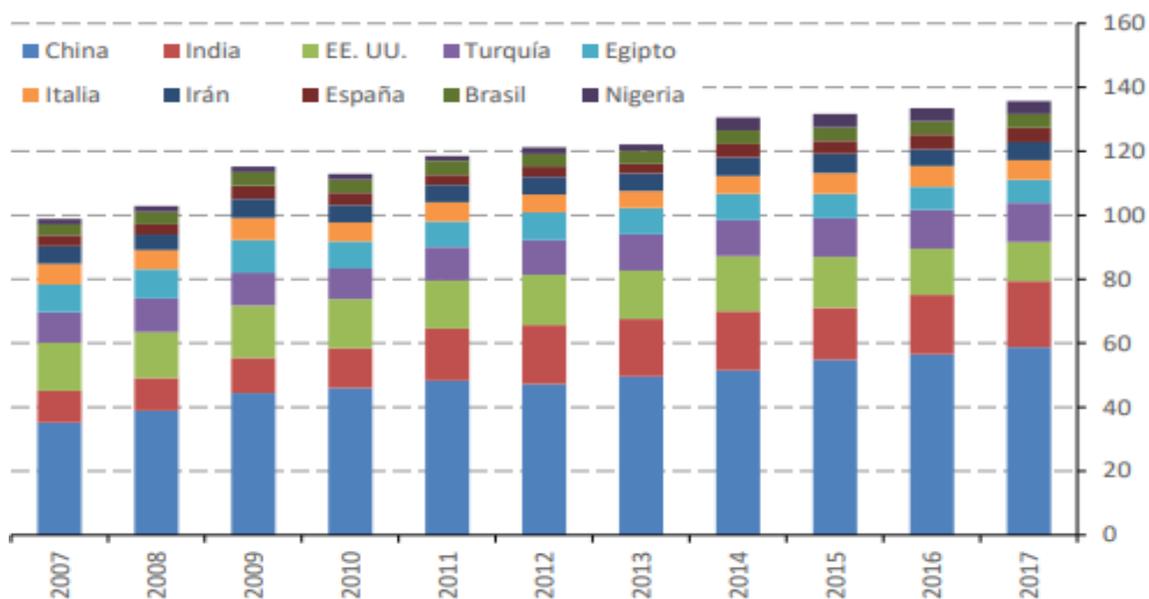


Figura 1. Principales países consumidores de tomate rojo y verde, 2007-2017. (Millones de toneladas) Fuente: FIRA (2019).

4.4. Producción nacional del cultivo de tomatillo

El Banco de México señala que, el valor de las exportaciones agropecuarias y pesqueras tuvieron un incremento considerable, hasta noviembre de 2021, las hortalizas frescas tuvieron un incremento de 7.8%, las exportaciones de aguacate fueron las de mayor relevancia con un crecimiento de 48.5%, en contraste, las exportaciones de Jitomate disminuyeron en -0.1% (Banxico, 2022). Estados Unidos es el principal mercado para las exportaciones mexicanas de tomates. En 2017 también se enviaron tomates a Canadá, Japón, Costa Rica, Holanda, Reino Unido, Emiratos Árabes Unidos, España y Alemania, el cual represento menos del 1 por ciento del total físico y monetario de las exportaciones (CEDRSSA, 2018).

En lo referente a la producción de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot) y, de acuerdo al reporte anual del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), en 2021 la superficie sembrada de tomate verde fue de 40,856 hectáreas, en donde 40,258.19 hectáreas fueron cosechadas y el resto siniestrada, llegando a tener un total de 770,737.62 toneladas, con un rendimiento promedio nacional de 19.14 t/h. Los estados con mayor producción nacional fueron: Sinaloa con 194,955.41 t, Zacatecas con 92,639.77 t, Jalisco con 76,356.32 t, Puebla con

54,101.23 t y, Sonora con 45,570.60 t, mientras tanto, Yucatán fue el estado con menor rendimiento con 41.70 ton. A nivel estatal, la superficie sembrada en Coahuila fue de 55 hectáreas y donde se cosecho el mismo número de superficie con cero hectáreas de siniestro, la producción total fue de 1212.50 t y, un rendimiento promedio de 22.05 toneladas por hectárea (SIAP, 2021).

4.5. Clasificación taxonómica

Aunque existen muchas confusiones sobre la clasificación taxonómica del tomate de cascara debido a la gran cantidad de especies identificadas; Ramírez (2012), la clasifica de la siguiente manera:

Cuadro 1. Clasificación taxonómica del cultivo de tomate verde o tomatillo

Reino	Plantae
Subreino	Embryobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Dicotyledoneae (Magnoliopsida)
Orden	Solanales
Familia	Solanaceae
Subfamilia	Solanoideae
Tribu	Solaneae
Género	<i>Physalis</i>
Especie	<i>ixocarpa</i> Brot

4.6. Descripción botánica del tomatillo

Es una planta herbácea anual, erecta, extendida de 40 a 120 cm de altura, las partes jóvenes con algunos tricomas simples. Raíces engrosadas y suculentas, facilita el desarrollo de estolones y raíces en los entrenudos basales que permiten su permanencia y facilitan su propagación. Tallo con ramificación dicotómica cilíndrico, vigoroso, herbáceo en las primeras fases de desarrollo tanto en hojas como en

ramas, se presentan pubescencias que van desapareciendo a medida que la planta crece, su altura varia de 0.4 a 0.9 metros, el diámetro del tallo principal es de aproximadamente 12 mm a los 56 días, con ramas primarias de 9 mm que llegan a extenderse a un metro de longitud. Hojas alternas, limbo ovado a lanceolado, son, simples sin estipulas; grandes y ovaladas, de 5-11 cm de largo por 4-6 cm de ancho, con su base atenuada y ápice ligeramente acuminado, con márgenes irregularmente dentados, presenta 6 dientes por cada lado, son glabras en ambas caras, los pecíolos son de 5 a 6 cm de largo. Flores individuales y axilares, corola amarilla, con un diámetro de apertura de aproximadamente 2.5 cm en promedio, asimétrica en la base, es decir, con la corola en forma de estrella o rueda abierta con el tubo muy corto, ovario súpero, el cuello pubescente, máculas simples purpuras a azules, estambres con anteras azules, convolutas (retorcidas) después de la dehiscencia, las flores son perfectas pero presentan autoincompatibilidad gametofítica, ovario con pistilo ligeramente corto de estigma pequeño. Fruto es una baya succulenta que, al madurar varia de amarillo al verde en distintas tonalidades, alcanzando hasta el color morado. Su tamaño varía desde 2 cm de diámetro hasta 5.5 cm. Su sabor varía del ácido al dulce pasando por el agridulce. Cáliz glabro, globoso o con diez líneas tenues, muy inflado sobre la baya, de color verde con tonalidades purpuras en la base. Semillas muy pequeñas y de color crema pálido, tienen forma de disco con diámetro menor de 3 mm y espesor menor de 0.5 mm pueden empezar a abrirse aun dentro del fruto maduro, testa lisa; el peso de 1000 semillas alcanza un promedio de 1.3 g y un fruto contiene aproximadamente 300 semillas (Vargas *et al.*, 2003).

4.7. Fenología y fisiología del tomatillo

4.7.1. Crecimiento y desarrollo

La especie de *Physalis ixocarpa* tiene un ciclo de vida aproximado de 70 hasta 110 días desde la siembra hasta la senescencia, dependiendo de la variedad (Santiaguillo, *et al.*, 2012). Los primeros días se caracterizan por un crecimiento lento, que a los 24 días se acelera y mantiene un crecimiento rápido hasta los 55 días. Después la planta sigue creciendo en forma lenta hasta que comienza a envejecer rápidamente hasta su muerte (Saray y Loya, 1977).

4.7.2. Floración

La diferenciación de las yemas florales primerizas aparece entre los 17 y los 20 días después de la siembra. Las flores están ubicadas en cada bifurcación de la planta y regularmente están acompañadas de una hoja. La aparición de las primeras flores ocurre de los 28 a los 35 días. El número de flores está determinado genéticamente según la variedad, mientras que en unas variedades se han contabilizado 565 flores a los 80 días después del trasplante, en algunas otras se han llegado a presentar hasta 908 flores (Santiaguillo, *et al.*, 2005).

4.7.3. Reproducción

Las flores de las plantas del género *Physalis* son perfectas, poseen androceo y gineceo. En algunas especies de *Physalis*, el sistema reproductivo es por autofecundación como en *Physalis pubescens* L., *Physalis angulata* L., *Physalis pruinosa* Mill, pero en caso del género *Physalis ixocarpa* se requiere la reproducción cruzada. Sin embargo, se desconoce el mecanismo reproductivo de numerosas especies y la existencia de sistemas mixtos de reproducción en el género *Physalis*.

La especie *Physalis ixocarpa* presenta autoincompatibilidad gametofítica producida por dos series alélicas debido a que la fecundación es infértil cuando uno o más alelos presentan características homocigotas. Esta situación la convierte en una especie de polinización cruzada obligada, por tanto, la polinización natural es llevada principalmente por insectos, sobre todo abejas, aunque también existe cierto grado de polinización anemófila, (Pandey, 1957).

4.7.4. Desarrollo del fruto

El cuajado o desarrollo de los frutos del tomate de cascara se da alrededor de los 35 días posteriores a la siembra en un estimado de 42 inicia el crecimiento del cáliz. Del cuajado a la maduración transcurre un lapso de entre 20 a 22 días. Cabe resaltar que del total de flores que tiene una planta, solo el 40% son fecundadas y de estas un aproximado del 30% llegan a ser cosechadas en su madurez. Por lo regular, la producción comercial de una planta se obtiene principalmente entre los cuatro y siete primeros entrenudos y, en ocasiones se logran obtener producciones hasta el décimo entrenudo.

4.8. Principales plagas

Principales plagas del tomate de cascara según Montes (2014).

Cuadro 2. Importancia, daños ocasionados y control de las principales plagas del tomatillo (Tomate verde).

Nombre	Descripción	Daños ocasionados	Control
<p>Pulga saltona (<i>Epitrix cucumeris</i> Harris)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mide de 1.5 a 2.5 mm de longitud. • Tiene un cuerpo oval. • De color negro brillante. • Fémur engrosado para el salto. • En el invierno se protege bajo pasto o basura alrededor de los campos de cultivo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Agujeros en hojas y brotes tiernos. • La defoliación propicia la entrada de enfermedades. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuando se observen hojas perforadas y más de un adulto en plantas pequeñas, y dos o más en plantas grandes. • Aspersiones de carbaril (1.5 – 2.0 kg/Ha). • Aspersiones de paratión metílico en polvo (10 – 15 kg/Ha).
<p>Minador de la hoja (<i>Liriomyza trifolii</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mide de 2 a 3 mm • De color amarillo con el dorso oscuro. • Además del tomate de 	<ul style="list-style-type: none"> • Las larvas minan en forma espiral las hojas. • Provoca que las hojas se sequen y 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar trampas adhesivas amarillas desde el inicio del cultivo.

	<p>casaca, cultivos como el chícharo, calabacita, col, frijol, haba, melón, papa, pepino, sandia les sirven de hospedero.</p>	<p>se caigan, provocando defoliación del cultivo.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Aspersiones de Metomilo (250 a 500 g/ha). • abamectina (0.5 - 1.2 L/ha.)
<p>Paratrioza o pulgón saltador (<i>Bactericera cockerelli</i>)</p>	<p>Mide 1.6 mm de largo por 0.7 de ancho De color café grisáceo. los huevecillos son de forma oval color naranja. Se encuentran en el envés de las hojas.</p>	<p>Se alimenta de la savia de las plantas al succionar en el floema con su aparato picador-chupador, inyectando una sustancia tóxica con la saliva.</p>	<p>Usar trampas amarillas, verdes y anaranjadas fosforescentes para captura de adultos Utilizar bioplaguicidas como <i>Metarhizium anisopliae</i>, <i>Beauveria bassiana</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de neonicotinoides y piretroides (250-300 ml/ha).
<p>Gusano del fruto (<i>Heliothis spp</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Mide de 2.0 a 2.5 cm de longitud y 3.0 de expansión alar. • Es una palomilla de color amarillo pajizo, 	<ul style="list-style-type: none"> • Las larvas atacan a las yemas terminales y los frutos, causando daños importantes. • En ocasiones el ataque de esta 	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar trampas con feromonas o de luz para capturar los adultos. • Aplicaciones de cipermetrina (0.4-0.6 L/ha).

		plaga evita el cuajado del fruto.	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicaciones de betaciflutrina (2.0 – 4.0 ml/L de agua.)
--	--	-----------------------------------	--

4.9. Principales enfermedades

Las descripciones de las principales enfermedades de acuerdo al folleto técnico número 31 del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) elaborado por (Apodaca *et al.*, 2008), es la siguiente:

Cuadro 3. Importancia, síntomas y control de las principales enfermedades del tomatillo (Tomate verde).

Nombre	Importancia	Síntomas	Control
Cenicilla: <i>(Oidium sp)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Se presenta en la etapa de fructificación y corte del tomatillo. • El ataque de esta enfermedad disminuye el rendimiento y calidad de la cosecha en hasta un 50%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas pequeñas de color verde pálido. • capa polvorienta de color blanco harinoso. • Las hojas se secan o se desprenden prematuramente • Frutos de menor tamaño y de calidad inferior. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener una nutrición equilibrada evitando el exceso de nitrógeno. • Aplicar Sultron 725®, (2.5-3.0 l/ha). • Aplicar myclobutanil (Rally AZ®, 1.5- 2.5 l/ha)
Mancha de la hoja <i>(Cercospora physalidis)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Provoca una fuerte defoliación y manchado de frutos provocando pérdidas que 	<ul style="list-style-type: none"> • Manchas circulares u ovoides de aproximadamente 0.5-1.5 cm de diámetro de color café claro en las hojas y frutos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicaciones de fungicidas a base de mancozeb como lo son Manzate 200® (2-4 kg/ha)

	llegan a alcanzar hasta 20-30%.	<ul style="list-style-type: none"> Las hojas afectadas se desprenden y caen. 	<ul style="list-style-type: none"> Dithane M-45® (1.5-3.0 kg/ha).
<p>Carbón blanco (<i>Entyloma australe</i> Speg)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Las pérdidas pueden superar al 50%, cuando ocurren abundantes lluvias invernales. 	<ul style="list-style-type: none"> Manchas redondas en las hojas, de color blanco-cremoso o amarillo pálido, con un diámetro de 2-5 mm. Los frutos manchados disminuyen su valor comercial, aunque la pulpa no sufre daños. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicaciones de oxiclورو de cobre (Cupravit®, 2.0-4.0 kg/ha) Aplicaciones de hidróxido de cobre (Cuperhidro®, 2.5-3.0 l/ha).
<p>Moho blanco (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Esta enfermedad es un tipo de salivazo que puede provocar daños devastadores en tomate de cáscara. 	<ul style="list-style-type: none"> Pudrición blanda y acuosa, de color pardo a café canela, que provoca el ahorcamiento de la base de los tallos. Al atacar a los frutos, hojas y tallos tiernos, el hongo los desintegra. 	<ul style="list-style-type: none"> Aplicaciones de fluazinam (Shogun 500 FW®, 0.5-0.75 l/ha). Aplicaciones de benomyl (Benomyl 50®, 0.5-1.0 kg/ha).
<p>Pudrición de la base del tallo (<i>Cercospora sp</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> En los tallos podridos también se detectan otros hongos y bacterias que podrían 	<ul style="list-style-type: none"> En los tallos de plantas en floración y fructificación se presentan lesiones alargadas, ascendentes, de 5 a 	<ul style="list-style-type: none"> Efectuar una fertilización balanceada Las aplicaciones de fungicidas dirigidas a la base

	<p>contribuir a agravar los daños.</p>	<p>20 cm de longitud, de color café oscuro, con el centro de color café claro o blanquizco.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los frutos pierden firmeza, maduran prematuramente y se pueden desprender de los tallos con facilidad. 	<p>de los tallos o en el riego por goteo pueden ayudar a controlar a <i>Cercospora sp.</i>, siempre y cuando se controle al barrenador.</p>
<p>Secadera (<i>Fusarium sp</i>)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La secadera, también conocida como marchitamiento, es causada por un complejo de hongos que habitan en el suelo. • Se presenta en cualquier etapa de desarrollo del cultivo, con pérdidas que pueden superar hasta el 50%. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pudrición de las semillas afectando la germinación (damping-off). • Se presenta tanto en cultivos establecidos a siembra directa, almácigos en campo o en semilleros bajo invernadero. • Las plantas presentan palidez o amarillamiento del follaje, desarrollo raquíptico y menor tamaño. • Las hojas y los frutos cuelgan flácidos y se 	<ul style="list-style-type: none"> • Aplicaciones thiram® (2.4 kg/ha) • Aplicaciones de captan® (2.0-2.5 kg/ha). • Evitar los excesos de fertilizantes nitrogenados y se sugiere incorporar al suelo diversos tipos de materia orgánica.

		<p>desprenden fácilmente.</p> <ul style="list-style-type: none"> Las raíces muestran una pudrición de color café claro a café oscuro. 	
Virosis (ToMV)	<ul style="list-style-type: none"> Los virus constituyen un factor que limita la producción de tomate de cáscara, con pérdidas frecuentes hasta de 100%. 	<ul style="list-style-type: none"> Las plantas presentan mosaico, moteado, palidez, amarillamiento y enchinamiento. Bronceado y quemaduras en las puntas de las ramas Deformación de hojas y tallos. 	<ul style="list-style-type: none"> Usar variedades con resistencia. Destruir las plantas con síntomas de la enfermedad. Evitar la transmisión mecánica (INTA, 2016).

4.10. Mejoramiento genético

Resulta difícil hacer mejoramiento genético del tomate de cascara por la autoincompatibilidad gametofítica que presenta, la cual impide la obtención por autofecundación de líneas endogámicas para la formación de híbridos, (Peña y Márquez, 1990; Pérez *et al.*, 1997). En esta condición el polen generalmente no llega a germinar; cuando germina, el tubo polínico no penetra en el estigma, y si lo hace crece lentamente a lo largo del estilo, pero raras veces fecunda al óvulo y entonces la autoincompatibilidad no es absoluta (Inzunza *et al.*, 1999). Aunque, con la autofecundación artificial se favorece la presencia de alelos autoincompatibles y se producen frutos partenocárpicos (Peña *et al.*, 1998) y un número reducido de frutos con semilla.

Por causa del fenómeno de autoincompatibilidad gametofítica en tomate de cáscara y a que otros frutos provenientes de autofecundación son principalmente partenocárpicos, se ha llevado a cabo la formación de híbridos intervarietales sin necesidad de emasculación de las flores, teniendo resultados en rendimiento de fruto

mejores que los progenitores de hasta un 14.3% (Peña *et al.*, 1998), y en ocasiones los rendimientos han superado al mejor progenitor en hasta un 138.7% (Sahagun *et al.*, 1999).

4.11. Tipos de mejoramiento genético

Uno de los métodos del mejoramiento utilizado en el cultivo de tomate de cascara, es por la vía de la selección masal y, el cual, ha mostrado resultados considerablemente significativos en la selección de medios hermanos y hermanos maternos (Peña *et al.*, 2008). Sin embargo, este tipo de selección debe de analizarse periódicamente para estimar la variabilidad genética de la población mediante parámetros que permitan conocer el avance generacional con el fin de diseñar estrategias alternativas a esta forma de mejoramiento para mantener o aumentar el avance genético (Hallawer y Miranda, 1981). Peña *et al.*, (2013) evaluó una selección directa en 100 familias de medios hermanos maternos de tomate de cascara de acuerdo a caracteres de identificación temprana, esto, con el fin de identificar familias con potencial superior con base en variables de expresión temprana y de alto rendimiento, suponiendo de la existencia de una correlación entre las variables a evaluar y la adecuada selección de familias sobresalientes.

Para llevar a cabo la formación de híbridos intervarietales y de cruza simple entre plantas de tomate de cascara, requiere polinización manual muy laboriosa y muy cara (Pérez *et al.*, 1997; Smith *et al.*, 2001), esto debido a la necesidad de recolectar el polen de un elevado número de flores pequeñas de varias plantas para los híbridos intervarietales, y de una planta para las cruza simples, además de tener que polinizar varios botones florales cubriéndolas individualmente. Como la cantidad de semilla proveniente de cruzamientos manuales es reducida, en la formación de los híbridos intervarietales, la polinización se puede facilitar y los costos se pueden reducir cubriendo pares de plantas o de ramas, una de la variedad A y otra de la variedad B (Santiaguillo *et al.*, 2005). Con el cubrimiento de plantas en pares se reduce el número de flores, frutos y el porcentaje de flores amarradas, y con el de plantas solas se reduce el número de frutos y el porcentaje de flores amarradas. El cubrimiento de ramas no afecta el porcentaje de flores amarradas, y

el de plantas y ramas reduce el porcentaje de frutos con semilla, favoreciendo la partenocarpia. La autoincompatibilidad en tomate de cáscara no es completa en todos los materiales de tomate verde. Santiaguillo *et al.*, (2005) encontraron que la variedad CHF1 tiene menor autoincompatibilidad que la variedad Verde Puebla.

4.12. Producción de semilla

La mayoría de la semilla utilizada en nuestro país sobre todo de especies hortícolas es importada (80%), por lo que es muy necesario el desarrollo de tecnologías para producir semillas de hortalizas de buena calidad (Robledo *et al.*, 2010). Regularmente la semilla de tomate de cascara que se usa en nuestro país es de baja calidad en atributos físicos, fisiológicos y genéticos, por lo que se hace necesario producir semilla de alta calidad mediante la obtención de variedades mejoradas y las tecnologías adecuadas para su producción y beneficio (Marín *et al.*, 2007). Actualmente existen instituciones que se han dedicado a formar genotipos mejorados de tomate de cascara a través de programas implementados para el mejoramiento genético, resultado que desde 1985 hasta 2019 contaba ya con el registro de 11 variedades mejoradas (Peña *et al.*, 2014).

V. MATERIALES Y MÉTODOS.

5.1. Ubicación y localización.

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental Buenavista ("El Bajío") de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), localizado en las coordenadas geográficas, 25° 21' 13" latitud norte y 101° 01' 56" longitud oeste, con una altitud de 1742 msnm. Su precipitación media anual es de 350-400 mm y una temperatura media anual de 19.8°C. El suelo es de textura migajón y migajón arcillosa, con bajos contenidos de materia orgánica.

5.2. Material genético.

El material genético utilizado para el presente trabajo de investigación, fueron cuatro genotipos criollos de tomatillo *Physalis ixocarpa* Brot (tomate verde o tomate de cascara) provenientes del estado de Puebla (Cuadro 1).

Cuadro 4. Código de identificación, color del fruto y origen de los genotipos de tomatillo evaluados en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

ID Genotipo	Color	Origen	Tipo	Ciclo de selección en Coahuila
PV 1	Verde	San Martín Texmelucan, Puebla	Selección	1
PV 2	Verde	San Martín Texmelucan, Puebla	Selección	1
PM 3	Morado	San Martín Texmelucan, Puebla	Selección	1
PM 4	Morado	San Martín Texmelucan, Puebla	Selección	1

5.3. Descripción de la Parcela experimental.

El experimento se estableció en el campo experimental Buenavista ("El Bajío") de la UAAAN, bajo un diseño de tratamientos completamente al azar con cuatro

tratamientos (genotipos) de tomate verde, con cuatro repeticiones cada uno, para un total de 16 unidades experimentales.

5.4. Labores culturales.

Como primera actividad y previo a comenzar el trabajo de investigación, se realizó la limpieza del área de trabajo, se eliminó la maleza del lugar, prosiguiendo se removió el suelo utilizando un tractor y una rastra, este proceso se realizó tres veces hasta que el suelo quedo completamente removido, siguientemente se realizó el surcado y se prepararon los bordos con el tractor y el implemento de surcado. Posteriormente, ya establecido el cultivo, se estuvo realizando semanalmente la limpieza para eliminar la maleza y material inerte del área de trabajo.

5.4.1. Siembra.

La siembra de las semillas de los genotipos, se realizó el día 24 de mayo del 2020 en una charola de poliestireno de 200 cavidades, con sustratos para germinación de peat moss y perlita con una relación porcentual de 70/30% respectivamente, una vez sembradas las semillas, se colocaron en un invernadero de la UAAAN, para promover una óptima germinación y desarrollo hasta el día de trasplante.



Figura 2: Siembra de semillas de tomatillo en las charolas de poliestireno para obtener una óptima germinación.

5.4.2. Trasplante.

El trasplante se llevó a cabo el día 29 de junio del año 2020 en el campo experimental Buenavista (“El Bajío”) de la UAAAN, colocando cada plántula de

forma manual en el lugar que le correspondía, los diferentes genotipos se distribuyeron en tres surcos, cada surco con un total de 100 plantas cada uno. Al terminar esta actividad se prosiguió a darle seguimiento al riego, fertilización y el cuidado adecuado del cultivo.



Figura 3: Plántulas de tomatillo producidas previo al trasplante en la parcela experimental

5.4.3. Fertilización.

Para la fertilización se utilizó un fertilizante comercial, que contenía una relación porcentual de N-P₂O₅-K₂O de 30-10-20, con lo cual se realizaron cálculos para una hectárea, la dosis de N-P-K aplicada durante todo el ciclo del cultivo fue 370-52-204 unidades (kilogramos) por hectárea.

5.4.4. Riego.

El riego se realizó a través de cintillas, se aplicó una hora diaria de riego durante todo el ciclo del cultivo, la cintilla de riego constó de goteros con una distancia de 20 cm y el gasto de agua de cada gotero fue de 0.75 l/ha.

5.4.5. Control de plagas

Para el control de plagas y enfermedades se realizó una aplicación foliar con los productos Coragen (clorrantraniliprol 18.4%) con una dosis de 150 ml/ha y Abemectinas (avermectina 3.6%) con una dosis de 0.5 - 1.2 L/ha en la última semana del mes de agosto con el objetivo de eliminar y controlar una leve incidencia de larvas que se encontraban en los cultivos periféricos al tomatillo. Así se logró controlar plagas presentes y se previno la aparición de nuevas incidencias.



Figura 4: Fruto dañado por ataque de gusano.

5.4.6. Cosecha.

La cosecha se realizó a los 70 días después del trasplante cuando los frutos mostraron un llenado completo del cáliz que lo contiene, la cual se realizó en tres etapas de corte que fueron: el primer corte se llevó a cabo el día 7 de septiembre del 2020, el segundo corte se realizó 15 días después de haber realizado el primer corte, que fue el día 22 de septiembre y el tercer corte se realizó el día 7 de octubre 15 días después de que realizó el segundo corte.



Figura 5: Frutos en madurez de cosecha.

5.4.7. Variables agronómicas evaluadas.

- **Rendimiento en gramos por planta (g.planta⁻¹)**

Para determinar el rendimiento en gramos por planta, se utilizó una báscula marca Torrey® modelo LPCR40, se pesó el total de frutos de cada unidad experimental y después se dividió entre el número de plantas para obtener el rendimiento por planta.

- **Número de Frutos por Planta (NFP)**

En esta variable se contabilizó la cantidad de frutos cosechados en cada corte de cada planta, los datos se registraron en el libro de campo.

- **Peso promedio de frutos (PPF)**

Esta variable se obtuvo tras dividir el rendimiento de cada planta entre el número total de frutos cosechados de cada planta obtenidos de las tres cosechas.

- **Diámetro Polar del Fruto (DPF)**

Para cuantificar el diámetro polar de los frutos se utilizó un vernier digital marca Autotec®, para lo cual se midieron cinco frutos de cinco plantas para cada unidad experimental.

- **Diámetro ecuatorial del Fruto (DEF)**

Para determinar el diámetro ecuatorial de los frutos se utilizó un vernier digital marca Autotec®, para lo cual se midieron cinco frutos de cinco plantas para cada unidad experimental.

- **Rendimiento calculado por hectárea (t. ha⁻¹)**

Esta variable se obtuvo calculando el promedio de kilogramos por planta para cada tratamiento, posteriormente, se multiplicó por la densidad de plantas por hectárea obteniendo así el resultado del rendimiento calculado.

5.5. Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza completamente al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones cada uno, para determinar diferencias estadísticas entre los tratamientos (genotipos). Posteriormente se realizó un análisis de comparación de medias con la prueba Tukey ($p \leq 0.05$). Para el análisis de datos se utilizó el sistema estadístico Infostat 2016. Esto se llevó a cabo bajo el siguiente modelo estadístico lineal.

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = variable observada del i -ésimo repetición del j -ésimo tratamiento.

μ = efecto de la media general.

T_i = efecto del j -ésimo tratamiento.

ε_{ij} = efecto del error

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados arrojados en el análisis de varianza, se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre tratamientos para las variables de Numero de Frutos por Planta (NFP), Diámetro Polar (DP) y Diámetro Ecuatorial (DE), lo que quiere decir, que existen diferencias muy marcadas entre una variedad y otra para estas variables. Mientras tanto, para las variables de rendimiento en Gramos por Planta (GPP) y Rendimiento Calculado por Hectárea (REND) no hubo resultados significativos entre tratamientos, lo que nos indica que los resultados obtenidos para cada genotipo fueron similares entre uno y otro. Por otro lado, la variable Peso Promedio de Fruto (PPF) mostro diferencias significativas entre los genotipos ($p \leq 0.05$). Estos resultados son similares a los reportados por Jiménez *et al.*, (2012), para las variables Diámetro Polar (DP) y Diámetro Ecuatorial (DE) con resultados altamente significativos ($p \leq 0.01$), sin embargo, difieren en la variable PPF también con resultado altamente significativo entre genotipos.

Cuadro 5. Cuadrados medios del análisis de varianza para las variables agronómicas evaluadas en cuatro variedades de tomate verde, en el campo experimental Buenavista, Saltillo, Coahuila, ciclo Primavera-Verano 2020.

FV	GL	GPP (g.planta ⁻¹)	NFP	PPF (g)	DP (cm)	DE (cm)	REND (t.ha ⁻¹)
Genotipo	4	50014.04 ^{NS}	116.18 ^{**}	52.95 [*]	0.85 ^{**}	1.31 ^{**}	17.12 ^{NS}
Error	12	42200.37	8.49	9.78	0.02	0.02	14.44
C.V(%)		10.96	7.46	9.78	3.29	2.77	10.96

*, ** = Niveles de significancia al 0.05 y 0.01 de probabilidad; NS= no significativo; GPP= gramos por planta; NFP= número de frutos por planta; PPF= peso promedio de fruto; DP= diámetro polar; DE= diámetro ecuatorial; REND (t. ha⁻¹) = rendimiento calculado por hectárea.

6.1. Rendimiento (g.planta⁻¹)

En lo que respecta a la variable de rendimiento (g.planta⁻¹), no se observaron diferencias estadísticas significativas (ANOVA $p \leq 0.05$) entre los cuatro genotipos de tomate verde evaluados, no obstante, de entre ellos destaca el genotipo Puebla Morado 4 (PM 4), ya que supero en 15% al genotipo Puebla Verde 1 (PV 1). Estos resultados son similares a los presentados por López, *et al.*, (2015) con la variedad V6 con un rendimiento de 1250.5 gramos por planta, en un experimento a campo abierto sin acolchar. Caso contrario a los resultados de Ponce, *et al.*, (2011) quienes reportaron diferencias estadísticas entre dos variedades de tomate de cáscara; CHF1 Chapingo y Tamazula SM2, siendo la variedad CHF1 Chapingo la de mayor rendimiento en gramos por planta, superando estadísticamente a Tamazula SM2.

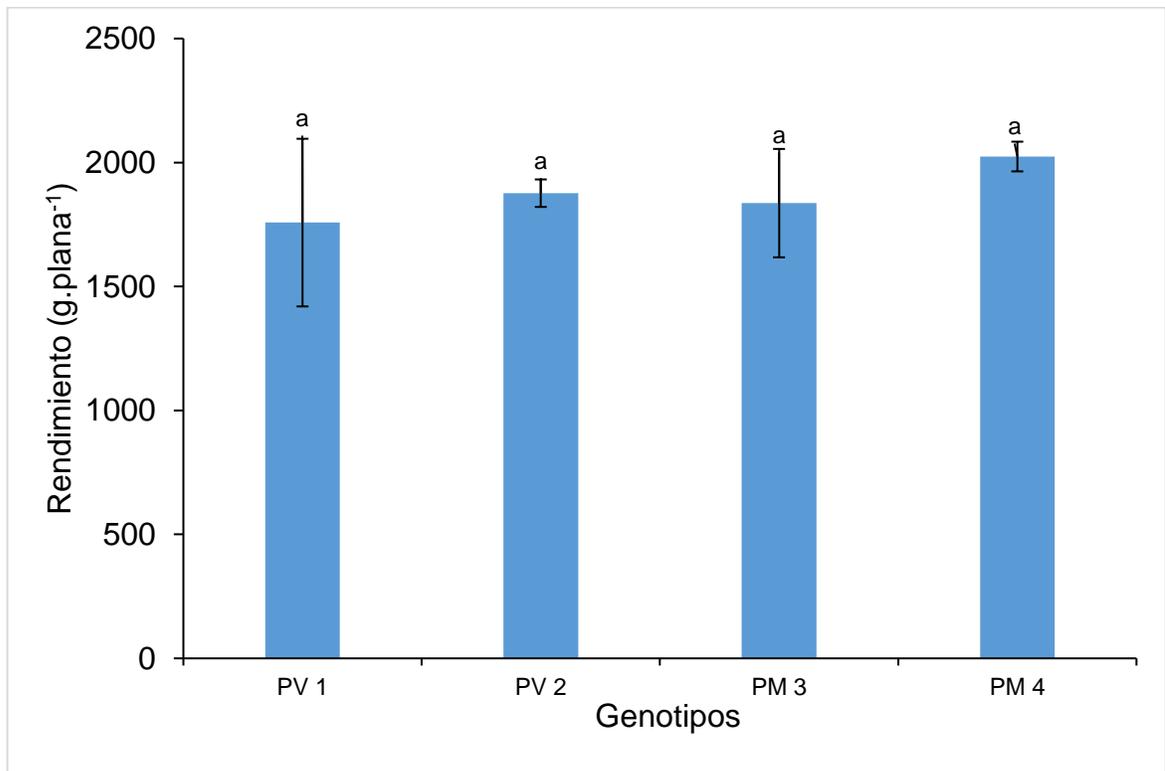


Figura 6: ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable rendimiento (g.planta⁻¹), de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

6.2. Numero de frutos por planta (NFP)

En la variable número de frutos por planta se observaron diferencias estadísticas significativas (ANOVA $p \leq 0.05$), entre los genotipos evaluados, el genotipo que mostró los mejores resultados fue PM 4, con un promedio de 46.32 frutos. El resto de los genotipos mostro un comportamiento estadístico similar. Los resultados obtenidos son similares a los señalados por González, (2006) donde encontró diferencias estadísticas en 20 genotipos evaluados de tomate de cáscara, donde obtuvo que los genotipos identificados como 20, 18, 15, 12 y 14 fueron las que presentaron el mayor número de frutos por planta. Por su parte Camacho, (2010) menciona que como mecanismo de sobrevivencia una variedad silvestre de tomate de cascara produce un alto número de flores y frutos por planta pero que estos son de tamaño reducido y con alta cantidad de semillas pequeñas.

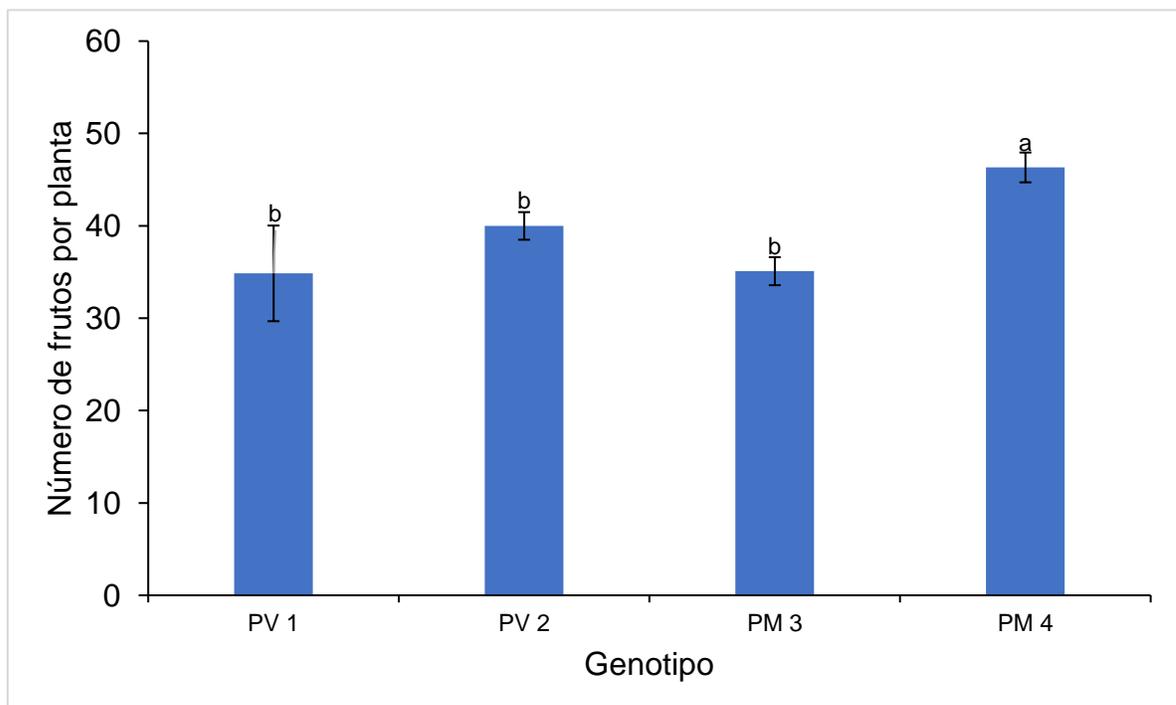


Figura 7: ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable número de frutos por planta (NFP), de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

6.3. Peso promedio de frutos (PPF)

Los resultados estadísticos (ANOVA $p \leq 0.05$) y la prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) indican que los genotipos PM 3, PM 1 y PM 2, producen frutos con mayor peso medio, el genotipo PM 3 con 52.62 g., ya que superó al genotipo PM 4 en 18%. Moreno, *et al.*, (2002) utilizaron 200 familias de medios hermanos maternos de la variedad M1-Fitotecnia de la raza Manzano y, en la cual, encontraron resultados inferiores al peso promedio de fruto reportados en esta investigación con 28.1 g. Por otro lado, ninguna de las variedades evaluadas en esta investigación resultó ser mejor que la variedad Rendidora expuesto por; Jiménez, *et al.*, (2012) la cual presento fue de 58.7 g, aunque, la variedad PM 3 obtuvo resultados muy cercanos a esta. Por su parte Peña, *et al.*, (1997) descubrieron que, tanto el peso promedio del fruto como el volumen del fruto disminuyeron en la variedad CHF1-Chapingo con cada corte realizado.

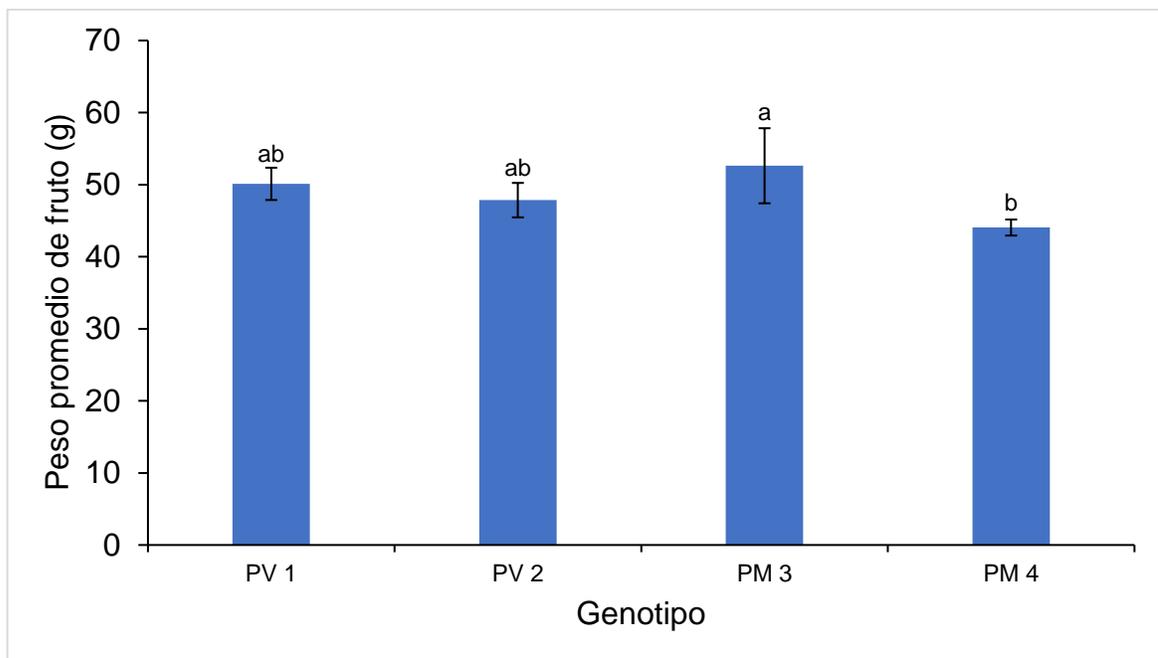


Figura 8: ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable peso promedio de fruto, de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

6.4. Diámetro polar de fruto (DPF)

El ANOVA ($p \leq 0.05$) y la comparación de medias (Tukey $p \leq 0.05$) realizada a esta variable detectó diferencias estadísticas entre los genotipos evaluados, teniendo a los genotipos PV 1 y PV 2 con los resultados más altos con 4.66 y 4.48 cm respectivamente. El genotipo PV 4 es el que presentó menor diámetro polar con 3.61 cm. Los resultados obtenidos son similares a los reportados por Arriaga *et al*, (2018), que reportó diámetros polares de 16.52 hasta 40.14 mm en genotipos de tomate verde evaluados en 20 localidades diferentes. Así mismo, los resultados obtenidos son superiores en comparación con lo descrito por Pérez, (2006) que reporta resultados de 22.2 a 24.0 mm, al contraste con lo descrito por Camposeco *et al*, (2020) que reporta un diámetro mayor de 61.0 mm en un híbrido intervarietal resultante de la cruce de dos progenitores.

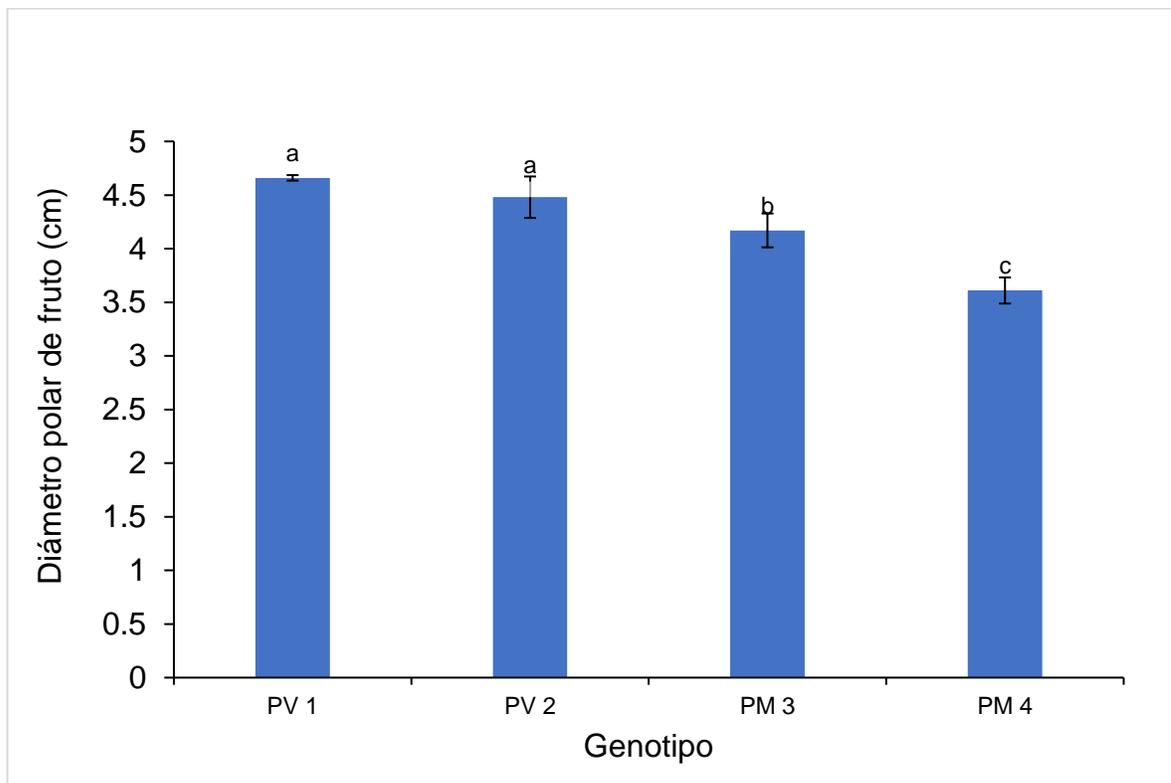


Figura 9: ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable diámetro polar de fruto (DPF), de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

6.5. Diámetro ecuatorial del Fruto (DEF)

Los resultados del ANOVA ($p \leq 0.05$) y la prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable diámetro ecuatorial de fruto, detectó diferencias estadísticas significativas en los cuatro genotipos de tomate verde evaluados, y arrojaron que los mejores genotipos fueron PV 1 con 6.1 cm y PV 2 con 6.02 cm ya que están dentro del mismo grupo estadístico. El genotipo PM 4 mostró los resultados más bajos. Los resultados son muy parecidos a los presentados por González, (2019) en una caracterización de líneas de tomate de cáscara, e identificó líneas sobresalientes L-18 con 5.8 cm, L-171 con 4.9 cm y, L-64 con 4.7 cm. Por su parte Santiaguillo, *et al.*, (2004) obtuvieron resultados diferentes entre una selección realizada por cruza planta a planta de las variedades CHF1-Chapingo y Verde Puebla, llegando a tener hasta 50 mm en algunas selecciones, resultados que son similares a los de esta investigación.

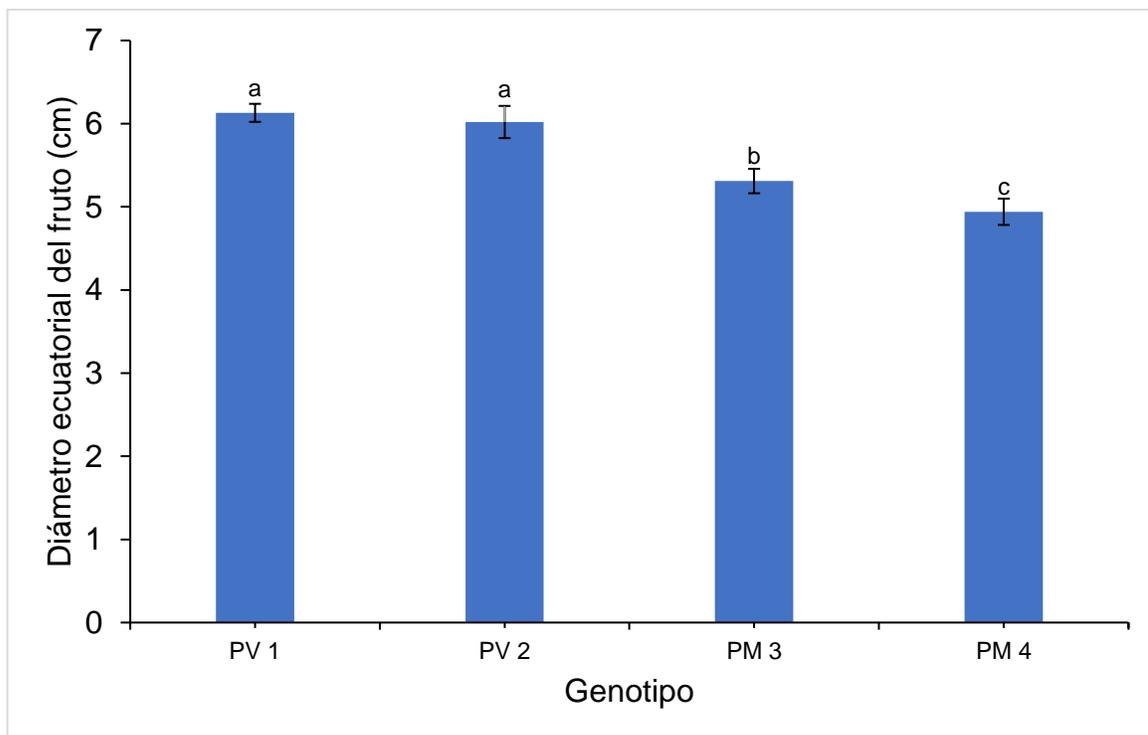


Figura 10: ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable diámetro ecuatorial del fruto (DEF), de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

6.6. Rendimiento calculado por hectárea (t. ha⁻¹)

De acuerdo con el ANOVA ($p \leq 0.05$) y la prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) las medias de rendimiento calculado (t.ha⁻¹), de los cuatro genotipos presentaron resultados estadísticamente similares, no obstante, el genotipo que presentó una superioridad numérica fue el genotipo PM 4, con un rendimiento de 37.4 t.ha⁻¹, mientras tanto, el rendimiento más bajo fue para la variedad PV 1, con 32.5 t.ha⁻¹. Lopez, *et al.*, (2009) obtuvieron resultados distintos a los aquí presentados en el rendimiento por hectárea calculado, en un estudio realizado aplicando diferentes láminas de riego y acolchado plástico y, en el cual los rendimientos promedios por hectárea oscilaron desde las 17 a 66 t.ha⁻¹. Kanul, *et al.*, (2017) por su parte, encontraron rendimientos de 15 toneladas por hectárea en la variedad TCM17 usada como testigo, aunque estadísticamente fue igual al rendimiento de las 13 variedades experimentales. Las variedades evaluadas en esta investigación superaron las 27.83 t.ha⁻¹ de la variedad 125 de la raza rendidora, evaluada en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco (Santiaguillo *et al.*, 1998).

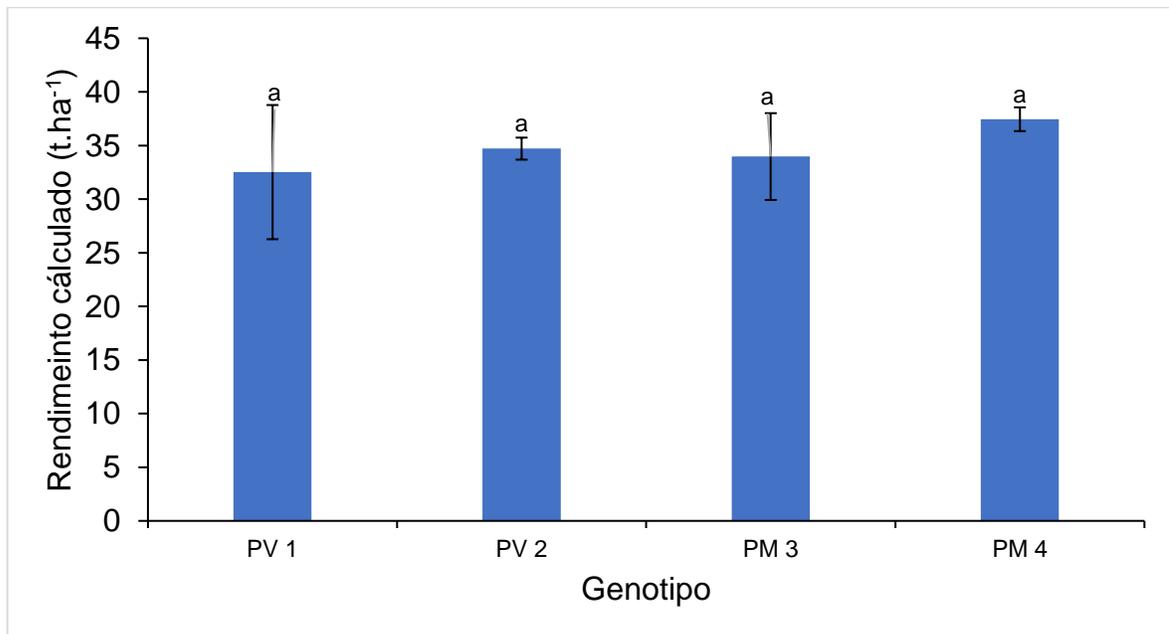


Figura 11: ANOVA ($p \leq 0.05$) y prueba de medias (Tukey $p \leq 0.05$) de la variable rendimiento calculado por hectárea (t.ha⁻¹), de cuatro genotipos de tomate verde evaluados a campo abierto en el sureste de Coahuila, barras verticales corresponden a desviación estándar.

VII. CONCLUSIONES

El desempeño agronómico de los genotipos de tomate verde evaluados en el sureste de Coahuila fue variable, los genotipos PV 1 y PV 2 destacaron en el diámetro ecuatorial y polar del fruto, en peso promedio de fruto sobresalieron los genotipos PV 1, PV 2 y PV 3, en número de frutos por planta destacó el genotipo PV 4, por lo tanto, se infiere, que la variabilidad genética existente, da la pauta para seleccionar los genotipos por sus características sobresalientes y continuar con el proceso de mejora genética mediante selección de individuos promisorios entre los genotipos.

VIII. LITERATURA CITADA

- Apodaca, MA., Barreras, MA., Cortez, E y Quintero, JA. 2008. Enfermedades del tomate de cáscara en Sinaloa. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Valle del Fuerte. Los Mochis, Sinaloa, México. 33 p.
- Arriaga, MC., Sánchez, J., Rodríguez, E y Pimienta, E. 2018. Composición química de pulpa y semilla del tomate de cáscara (*Physalis philadelphica*) de diferentes localidades pertenecientes de Ixtlahuacán del río y Cuquio con la finalidad de mejoramiento genético. Revista de Ingeniería Tecnológica. Vol. 2 (6): 1-7.
- BANXICO (Banco de México). 2022. Reporte analítico. Información revisada de comercio exterior, noviembre de 2021. Consultado febrero 2022. Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/informacion-revisada-de-comercio-exterior/%7BF5336D35-8266-8C1E-413F-25B74EE91A86%7D.pdf>.
- Camacho, VM. 2010. Evaluación de Genotipos Tetraploides y Diploides de Tomate de Cascara (*Physalis ixocarpa*, Brot.). Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila México. Pp-53.
- Camposeco, N., Robledo, V y Flores, A. 2020. Estimación de Heterosis y Heterobeltiosis en Híbridos Interpoblacionales de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tecnología en Marcha. 33 (2): 91-101.
- CEDRSSA (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria). 2018. La Producción y el Comercio del Tomate en México. Consultado el 7 de febrero. Disponible en: <http://www.cedrssa.gob.mx/files/b/13/86Tomate.pdf>
- CONABIO. 2020. Qué nos aportan los tomates verdes. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Cd. de México. México. Consultado en marzo 2022. Disponible en:

https://www.biodiversidad.gob.mx/diversidad/alimentos/que-nos-aportan/N_tomates.

- Coronado, J., Peña, A., Magaña, N., Sahagún, J e Ybarra, C. 2019. Extracción y beneficio de semilla de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot. Ex Horm.). Revista Fitotecnia Mexicana. 42 (2): 147-154.
- FIRA. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. 2019. Panorama Agroalimentario. Consultado el 7 de febrero. Disponible en <https://www.inforural.com.mx/wp-content/uploads/2019/06/Panorama-Agroalimentario-Tomate-rojo-2019.pdf>.
- Gonzales, I. 2006. Evaluación de Selecciones avanzadas de Tomate de Cascara (*Physalis ixocarpa*, Brot.). Tesis de Licenciatura. Departamento de Horticultura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila México. Pp-50.
- González, MM., Guzmán, SH., Pons, JL., Villalobos, S y González E. 2019. Caracterización genética, química y agronómica de líneas avanzadas de tomate de cáscara. Agronomía mesoamericana. 30 (1): 101-114.
- Hallauer, AR y Miranda JB. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. First edition. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 468p.
- INTA (Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria). 2016. Manual técnico del cultivo del tomate. 130p.
- INTAGRI. 2020. Cultivo de Tomate Verde. Serie Hortalizas, Núm. 23. Artículos técnicos de INTAGRI. México. 3 p. consultado en febrero 2022. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/hortalizas/cultivo-de-tomate-verde>
- Inzunza, JF., García, A., Carballo, A y Peña A. 1999. Viability, pollen and seed size in husk tomato (*Physalis ixocarpa* Brot.). Agricultura Técnica en México. 25(1): 69- 77.

- Jiménez, E., Robledo V., Benavides, A., Ramírez, F., Ramírez, H y Cruz, E. 2012. Calidad de fruto de genotipos tetraploides de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Universidad y ciencia. 28 (2): 153-161.
- Kanul, J., Gonzáles, E., Villalobos, S., Barrios, EJ y Rangel, SE. 2017. Valoración de germoplasma de tomate de cáscara cultivado en el estado de Morelos, México. Interciencia. 42 (4): 250-255.
- López, JY., Orozco, A y Martínez, GA. 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. 24p.
- López, R., Arteaga, R., Vázquez, MA., López, IL y Sánchez, I. (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.
- Marín, J., Mejía, JA., Hernández, A., Peña, A y Carballo, A. 2007. Acondicionamiento osmótico de semillas de tomate de cascara. Agricultura técnica en México. 33 (2): 115-123.
- Martínez, ML 1998. Revisión de Sección *Physalis Epeteiorhiza* (Solanácea), Anales del Instituto de Biología Universidad Nacional Autónoma de México. Serie botánica 69. (2): 71-117
- Montes de Oca, M. 2014. Manejo del cultivo del tomate de cascara a cielo abierto en el estado de México. Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria Acuícola y Forestal del Estado de México-ICAMEX. 23p.
- Moreno, M., Peña, A., Sahagún, J., Rodríguez, JE y Mora, R. 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.

- Pandey K. 1957. Genetics of self-incompatibility in *Physalis ixocarpa* Brot. A new system. American Journal of Botany. 44: 879-887.
- Peña, A y Márquez, F. 1990. Mejoramiento genético del tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot. Revista Chapingo 71- 72: 84-88.
- Peña, A y Santiaguillo, JF. 1999. Variabilidad Genética de Tomate de Cáscara en México. Boletín # 2. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 26 p
- Peña, A., Guerrero, H., Rodríguez, JE., Sahagún, J y Magaña, N. selección temprana en familias de medios hermanos maternos de tomate de cascara de la raza Puebla. Revista Chapingo. Serie horticultura. 19 (1): 5-13.
- Peña, A., Molina, JD., Cervantes, T., Márquez, F., Sahagún, J y Ortiz, J. 1998. Heterosis intervarietal en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo. Serie Horticultura 4(1): 31-37.
- Peña, A., Molina, JD., Sahagún J., Ortiz, J., Márquez, F., Cervantes T y Santiaguillo JF. 2008. Parámetros genéticos en la variedad CHF1 Chapingo de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo. Serie horticultura. 14 (1): 5-11
- Peña, A., Mulato, BJ., Ayala, PJP y Montalvo, HD. 1992. Caracterización de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). In: Memoria del XIV Congreso Nacional de Fitogenética. 4-9 de octubre. Tuxtla Gutiérrez, Chis., México. p. 511
- Peña, A., Santiaguillo JF., Montalvo, D y Pérez M. 1997. Intervalos de cosecha en la variedad CHF1-Chapingo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo. Serie horticultura. 3 (1): 31-38.
- Perez, I. 2006. Evaluación de la Dosis Optima de un Fertilizante Foliar Contra Aplicaciones al Suelo en Relación al Rendimiento en el cultivo de Tomate de Cascara (*Physalis ixocarpa*, Brot.) Variedad Divino. Tesis

- Licenciatura. Departamento de Ciencias del Suelo. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila México. Pp-53
- Pérez, M., Márquez, F y Peña, A. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de México. 379 p.
- Ponce, JJ., Peña, A., Sánchez, F., Rodríguez, JE., Mora, R., Castro, R y Magaña, N. (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.
- Ramírez, F. 2012. Caracterización de tetraploides y formación de híbridos triploides en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot). Tesis en opción a título de Doctor en Ciencias con Acentuación en Manejo y Administración de Recursos Vegetales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza N.L. Pp-139.
- Robledo, v., Ramírez, F., Foroughbakhch, R., Benavides, A., Hernandez, G y Reyes, H. 2011. "Development of tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) autotetraploids and their chromosome and phenotypic characterization". Breeding Science, 61: 288-293.
- Robledo, V., Ramírez, M., Vázquez, M., Ruiz, N., Zamora, V y Ramírez, F. 2010. Producción de semilla de calabacita italiana (*Cucúrbita pepo* L.) con acolchados plásticos fotoselectivos. Revista fitotecnia mexicana. 33 (3): 265-270.
- Sahagún, J., Gómez, F y Peña, A. 1999. Efectos de aptitud combinatoria en poblaciones de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo. Serie Horticultura 5(1): 23-27.
- Santiaguillo JF., Peña, A y Montalvo D. (1998) Evaluación de variedades de tomate de cáscara (*Physalis* spp.) en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. Revista Chapingo. Serie horticultura. 4: 83-88.

- Santiagoullo, JF., Cedillo, E y Cuevas, JA. 2010. Distribución geográfica de *Physalis* spp en México. Universidad Autónoma Chapingo. México. 245 p.
- Santiagoullo, JF., Cervantes, T y Peña, A. 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.
- Santiagoullo, JF., Cervantes, T., Peña, A., Sahagún, J y Molina JD. 2005. Polinización controlada en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo. Serie horticultura. 11 (1): 65-69.
- Santiagoullo, JF., Vargas O., Grimaldo, O., Sánchez, J y Magaña, N. 2009. Aprovechamiento Tradicional y Moderno de Tomate (*Physalis*) en México. Publicaciones de la red de tomate de cascara-folleto técnico núm. 2.
- Santiagoullo, JF., Vargas, O., Grimaldo, O., Magaña, N., Cocheo, F., Peña, A y Sánchez, J. 2012. Perfil del diagnóstico de la red tomate de cascara. SINAREFI.
- Saray, CR y Loya, JL. 1977. El cultivo de Tomate de Cáscara en el Estado de Morelos. INIA-CIAMEC. Circular núm. 57. Chapingo México. p 24.
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2016. Anuario Estadístico de la Producción Agrícola. Consultado marzo 2022. Disponible en: <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>
- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2018. Tomate verde: ingrediente esencial de la comida mexicana, consultado en marzo febrero. Disponible en: <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.>

- SIAP (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera). 2021. Avance de siembras y cosechas, resumen nacional por cultivo. Consultado febrero 2022. Disponible en: https://nube.siap.gob.mx/avance_agricola/.
- SIAP-SIACON (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera-Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta). 2020. Valor de la producción 2011, 2016 y 2020. Resumen nacional por cultivo. Base de datos de SIACON 2020.
- Smith, MB., Horner, HT and Palmer, RG. 2001. Temperature and photoperiod effects on sterility in a cytoplasmic male-sterile soybean. *Crop Science* 41(3): 702-704.
- Toledo, PJ. 2015. Caracterización Físico-Química del cáliz de tres variedades de tomate verde (*Physalis ixocarpa* Brot.), cultivados en ambientes protegidos. Oaxaca, México.
- Vargas, O., Martínez, M y Dávila, P. 2003. La Familia Solanáceae en Jalisco, el género *Physalis*. Universidad de Guadalajara, Jalisco. México. 127 p.
- Vargas, O., Valdivia, LE y Sánchez, J. 2018. Potencial alimenticio de los tomates de cáscara (*Physalis* spp.) de México. *Agroproductividad* 1:17-23.
- Vera, KS., Cadena, J., Latournerie, L., Santiaguillo, J.F., Rodríguez, A., Basurto, F.A., Castro, D., Rodríguez, E., López- López, P., Ríos, E. 2016. Conservación y utilización sostenible de las Hortalizas Nativas de México. Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas, México. 132p