

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Selección de Genotipos de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.)  
Sobresalientes en Componentes de Rendimiento y Calidad de Fruto

Por:

**LORENZO ÁNGEL SÁNCHEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Selección de Genotipos de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.)  
Sobresalientes en Componentes de Rendimiento y Calidad de Fruto

Por:

**LORENZO ÁNGEL SÁNCHEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Aprobada por el Comité de Asesoría:

\_\_\_\_\_  
Dra. Francisca Ramírez Godina  
Asesor Principal

\_\_\_\_\_  
Dr. Valentín Robledo Torres  
Coasesor

\_\_\_\_\_  
Dra. Hermila Trinidad García Osuna  
Coasesor

\_\_\_\_\_  
Dr. Gabriel Gallegos Morales  
Coordinador de la División de Agronomía  
Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a Dios, principalmente por la oportunidad de haber culminado esta etapa de mi vida y por haberme dado las fuerzas y la actitud suficiente para sacar adelante este trabajo de investigación.

**A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, por haberme abierto sus puertas incondicionalmente para mi desarrollo profesional.

**A la Dra. Francisca Ramírez Godina**, por darme la oportunidad de formar parte de este trabajo de investigación y por el reforzamiento de conocimientos adquiridos en este trabajo, tanto en campo como laboratorio, gracias.

**Al Dr. Valentín Robledo Torres**, por su apoyo, consejos y sobre todo comprensión y ayuda en trabajos de laboratorio, gracias.

**A la Dra. Hermila Trinidad García Osuna**, por aceptar ser parte de mi comité y en la asesoría de este documento.

**A la MC. María Alejandra Torres Tapia**, por aceptar ser parte de mi comité.

**A mis Padres**, por darme su apoyo y su confianza incondicional durante mi vida y por ver culminado esta etapa de mi vida, gracias.

**A mis Hermanos**, por brindarme su apoyo durante toda mi vida, sobre todo durante el transcurso de mi formación profesional y el apoyo económico y moral, gracias.

## DEDICATORIA

### A mis padres

**A ti madre:** Sra. Carmela Sánchez Rubio, por haberme dado el mejor regalo del mundo que es la vida, por estar conmigo en los momentos buenos y malos de mi vida, por brindarme el apoyo incondicional, por confiar siempre en mí, gracias a ti soy la persona que soy, con principios y valores por todo esto y muchos más, gracias mamá.

**A ti padre:** Sr. José Cruz Ángel Avilés, por el gran apoyo, confianza y sobre todo el esfuerzo de andar trabajando de sol a sol, con el único objetivo de sacar a la familia adelante y por muchas razones más, gracias papá.

**A mis hermanos:** María de Jesús Ángel, Rubén Ángel, Jairo Ángel, Remigio Ángel, María Brenda Ángel, Tania Ángel, por todo el apoyo y cariño, que siempre me han brindado en las buenas y en las malas, gracias.

**A mis sobrinos:** Jessica Martínez, Gael Ángel, Erick Martínez, por el apoyo y muestras de cariño hacia mí, gracias.

**A mis amigos:** Hilaria Hernández Pérez, Laura Castro Rosales, Mayra Salinas Romero, Uriel Lara Díaz, por el apoyo en las buenas y en las malas durante esta trayectoria, gracias también a mis amigos de la universidad Fabián, Anita, Lisa María, Nancy, paisanos y a mí prima Andrea por su amistad y por el gran apoyo incondicional durante esta etapa, ya que sin su apoyo no sería posible este trabajo de investigación, gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	II
<b>DEDICATORIA</b> .....	III
<b>ÍNDICE DE CONTENIDO</b> .....	IV
<b>ÍNDICE DE CUADROS</b> .....	VI
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	VII
<b>RESUMEN</b> .....	IX
<b>INTRODUCCIÒN</b> .....	1
<b>OBJETIVOS</b> .....	2
Objetivo General .....	2
Objetivo Específico .....	2
<b>HIPÓTESIS</b> .....	2
<b>REVISIÒN DE LITERATURA</b> .....	3
Origen y distribución .....	3
Uso y beneficios de <i>Physalis</i> .....	4
Taxonomìa de ( <i>Physalis ixocarapa</i> Brot.) .....	4
Variedades de tomate de càscara .....	5
Descripciòn botànica .....	6
Epoca de siembra y selecciòn de terreno .....	7
Establecimiento .....	7
Crecimiento y desarrollo .....	8
Polinizaciòn .....	8
Producciòn de tomate de càscara .....	9
Importancia del tomate de càscara .....	9
Mejoramamiento vegetal .....	10
Mejoramamiento de tomate de càscara .....	11
Estados productores de tomate de càscara .....	13
Principales plagas del tomate de càscara .....	14
<b>MATERIALES Y MÈTODOS</b> .....	15
Localizaciòn y àrea de estudio .....	15
Material genètico .....	15
Manejo del cultivo .....	16
Producciòn de plantula .....	16
Preparaciòn del terreno .....	17
Riego y fertilizaciòn .....	18

Control de plagas y enfermedades .....	18
Deshierbes.....	20
Diseño y análisis estadístico .....	20
Componentes de rendimiento .....	21
Rendimiento total de fruto (RTF).....	21
Número total de frutos por planta (NTF) .....	21
Peso promedio de fruto (PPF) .....	22
Diámetro polar de fruto (DPF).....	22
Diámetro ecuatorial de fruto (DEF) .....	22
Calidad de fruto.....	23
Firmeza de fruto (FDF) .....	23
Sólidos solubles totales (SST) .....	24
Determinación de pH del fruto (pH) .....	24
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	25
Rendimiento total de frutos por planta (RTF) .....	26
Número de frutos por planta (NFP) .....	27
Peso promedio de fruto (PPF) .....	28
Diámetro ecuatorial de fruto (DEF) .....	29
Diámetro polar de fruto (DPF).....	30
Calidad de fruto de tomate de cáscara .....	31
Firmeza de fruto (FDF) .....	31
Sólidos solubles totales (SST) .....	33
Determinación de pH de fruto (pH) .....	34
<b>CONCLUSIONES</b> .....	36
<b>LITERATURA CITADA</b> .....	37

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro</b>		<b>Página</b>
1.	Estados productores de tomate de cáscara 2014.....	13
2.	Material genético utilizado en el experimento (genotipos de tomate de cáscara en General Cepeda, Coahuila.....	15
3.	Fertilizantes en (kg o g), aplicados en el cultivo de tomate de cáscara en el municipio de General Cepeda Coahuila....	18
4.	Productos químicos aplicados como preventivos a la incidencia de plagas y enfermedades en el estudio de tomate de cáscara, en General Cepeda, Coahuila 2016.....	19
5.	Cuadrados Medios del análisis de varianza y valores de F, aplicado a los componentes de rendimiento de los 10 genotipos de tomate de cáscara.....	25
6.	Cuadrados Medios del análisis de varianza y valores F aplicado a características de calidad de fruto de los 10 genotipos de tomate de cáscara .....	31

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1.	Producción de plántulas de tomate de cáscara en el invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.....	16
2.	Preparación del terreno en General Cepeda, Coahuila.....	17
3.	Aplicación de insecticidas para el control de plagas en tomate de cáscara en General Cepeda, Coahuila.....	19
4.	Deshierbes al tomate de cáscara en General Cepeda, Coahuila.....	20
5.	Rendimiento total de frutos en tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.....	20
6.	Número total de frutos por planta, en tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.....	21
7.	Peso promedio de frutos por planta en tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.....	22
8.	Diámetro ecuatorial de fruto en tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.....	22
9.	Diámetro polar de fruto en tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.....	22
10.	Firmeza de fruto en tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.....	23
11.	Sólidos solubles totales en tomate de cáscara en condiciones de acampo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.....	24
12.	pH de fruto en tomate de cáscara en condiciones de acampo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.....	24
13.	Rendimiento total de frutos por planta en 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en General Cepeda, Coahuila.....	26
14.	Número de frutos por planta de 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en General Cepeda, Coahuila.....	27
15.	Peso promedio de fruto de 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en General Cepeda, Coahuila.....	28

16. Diámetro ecuatorial de fruto de 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en General Cepeda, Coahuila.....	29
17. Diámetro polar de fruto de 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en General Cepeda, Coahuila.....	30
18. Firmeza de fruto de 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en General Cepeda, Coahuila.....	32
19. Sólidos solubles totales de 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en General Cepeda, Coahuila.....	34
20. pH en 7 genotipos con 3 variedades de tomate de cáscara en General Cepeda, Coahuila.....	35

## RESUMEN

El tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot. Es una de las especies hortícolas más importantes en México, el número limitado de híbridos y variedades mejoradas de alto rendimiento, demanda la búsqueda de genotipos o variedades superiores, el objetivo de este trabajo fue evaluar componentes de rendimiento y calidad de fruto, en genotipos de tomate de cáscara, el trabajo se realizó en el 2016 en el Municipio de General Cepeda, Coahuila, México. Las variables fueron; número de frutos por planta (NDF), rendimiento total de frutos por planta (RTF), peso promedio de fruto (PPF), diámetro ecuatorial de frutos (DEF), diámetro polar de frutos (DPF), firmeza de frutos (FDF), sólidos solubles totales (SST), acidez de frutos (pH).

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con cuatro repeticiones, donde los tratamientos fueron 7 genotipos sobresalientes y 3 variedades (Rendidora, Palmarito y Gran Esmeralda) de tomate de cáscara. Se efectuó análisis de varianza y comparación de medias de Tukey con una probabilidad ( $P \leq 0.05$ ), con el programa estadístico SAS versión 9.2. Hubo diferencias altamente significativas entre genotipos sobresalientes y variedades comerciales, para las variables, número de frutos por planta, peso promedio de fruto, diámetro polar y ecuatorial de fruto ( $P < 0.01$ ). Los mejores genotipos en componentes de rendimiento fueron el T2 (5p2) y T5 (15p7), debido a que estadísticamente fueron iguales a dos de las variedades comerciales utilizadas como testigos T9 Palmarito y T10 Gran Esmeralda.

En la variable sólidos solubles totales en frutos, se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre los genotipos y variedades bajo estudio. De igual forma, para firmeza de fruto y pH, hubo diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) presentándose una gran variabilidad entre genotipos sobresalientes y variedades. En calidad de fruto los mejores genotipos fueron T1 (10p6), T4 (28p2) y T5 (15p7), ya que las variables de calidad fueron similares a las tres variedades que se utilizaron como comparativo Gran esmeralda, Palmarito y Rendidora.

En las poblaciones bajo estudio se encontró amplia variabilidad, por lo tanto, ésta puede ser aprovechada con fines de mejoramiento genético, para realizar un proceso de selección y desarrollar poblaciones con mayores rendimientos.

**Palabras clave:** *Physalis ixocarpa*, componentes de rendimiento, calidad de fruto, mejoramiento genético.

## INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara, también llamado tomate verde, tomatillo o tomate de milpa, fue conocido desde tiempos remotos por los aztecas y mayas. Es una especie nativa de México y Centroamérica y uno de los cultivos hortícolas más importantes. Actualmente ocupa el quinto lugar en superficie sembrada, con 42,639 Ha, con un rendimiento promedio de 16,705 t·ha<sup>-1</sup>. Se cultiva en 29 de los 32 Estados de la República Mexicana, de los cuales los principales estados productores son: Sinaloa, Jalisco, Puebla, Nayarit y Zacatecas (SIAP-SAGARPA 2016). En tomate de cáscara seleccionar genotipos puede ser un camino prometedor para obtener nuevas variedades o híbridos de alto rendimiento y calidad.

Se considera que el rendimiento es bajo en relación al potencial productivo del cultivo, que se estima en 40 t·ha<sup>-1</sup>, una de las causas del bajo rendimiento es el uso de variedades de bajo potencial productivo, ineficiencia en las técnicas de producción, siembra de semillas de mala calidad y un control ineficiente de plagas y enfermedades. Ante la demanda creciente del fruto de tomate de cáscara y del aumento de la superficie cultivada de esta hortaliza se hace necesario el mejoramiento genético, a través de la obtención de variedades mejoradas, un camino viable y relativamente barato para lograr incrementos en la productividad. Dada la importancia que ha cobrado el tomate de cáscara en México, es necesario buscar a través del mejoramiento genético, el desarrollo de variedades de alto potencial productivo, ya que esto permitirá al productor tener mayores beneficios económicos y además tener producto de alta calidad. Por lo tanto, el propósito de esta investigación fue: Identificar genotipos de tomate de cáscara con alto rendimiento y calidad de fruto, que puedan satisfacer las necesidades del mercado.

## **Objetivo general**

Evaluar componentes de rendimiento y calidad de fruto, en genotipos sobresalientes de tomate de cáscara.

## **Objetivos específicos**

- Evaluar los componentes de rendimiento en genotipos sobresalientes de tomate de cáscara.
- Identificar la calidad de fruto de genotipos sobresalientes de tomate de cáscara.
- Seleccionar poblaciones de tomate de cáscara de alto rendimiento y calidad de fruto, que puedan satisfacer las necesidades del mercado.

## **Hipótesis**

Al menos uno de los genotipos sobresalientes estudiados presentará alto rendimiento y buena calidad de fruto.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### Origen y distribución

El tomate verde (*Physalis ixocarpa* L.) pertenece a la familia Solanaceae y Subfamilia Solanoideae, Tribu Solaneae (contempla 18 géneros). Comúnmente el tomate verde es ubicado erradamente como versión verde del jitomate (tomate rojo). El tomate verde de cascara es una especie originaria de México, asociada a la vertiente del pacífico. Donde es posible hallarse en forma silvestre, una franja que va desde Centroamérica (Guatemala), hasta California (Pérez, 1997). Se ha estimado que existen alrededor de 80 especies dentro del género *Physalis*, confiadas en su gran mayoría a zonas templadas y tropicales de América y muy pocas especies en el este de Asia, India, Australia, Europa, África tropical. De todas las especies de este género aproximadamente 70 se encuentran en México.

Se trata de una planta fuertemente autoincompatible y el proceso evolutivo de dicha incompatibilidad ha sido objeto de estudio, encontrándose que la tendencia a la autocompatibilidad ha estado sujeta a selección en buena parte de la familia Solanaceae (Paape *et al.*, 2008)

Las relaciones filogenéticas al interior de las solanáceas han sido objeto de intenso estudio (Montewka *et al.*, 2008); Olmstead *et al.*, 2008).

Así, si bien hay consenso en cuanto al origen mesoamericano de *Physalis philadelphica* (Engels *et al.*, 2006), estudio de la distribución geográfica de sus variedades y en sentido más amplio, de la biografía del género *Physalis* es aún ilimitado por la falta de estudio sobre su distribución natural.

En la actualidad al menos 19 especies de *Physalis* se recolectan para el consumo de su fruto (Santiaguillo *et al.*, 2009).

De las 71 especies que se conocen en México, sólo *P. ixocarpa* y *P. angulata* se cultivan comercialmente (Sánchez *et al.*, 2006; Santiaguillo y Blas, 2009).

## Usos y beneficios del género *Physalis*

El tomate de cascara es un cultivo que tiene uso alimenticio, medicinal, artesanal y ornamental y principalmente para la elaboración de salsas (Sánchez *et al.*, 2008), además de que su fruto es una fuente importante de fósforo, calcio, hierro, sales minerales y diversas vitaminas.

Es fuente de vitamina A y C, y se ha sugerido que los productos químicos aislados del tomatillo, como el ixocarpalactone A, poseen propiedades quimiopreventivas al cáncer de colon las hojas se utilizan como diuréticos, cualidades atribuidas a *P. ixocarpa* Brot, su fruto y cáliz se emplean como medicina. Por otra parte las propiedades curativas que tiene *P. ixocarpa* Brot., son que hojas y fruto son considerados útiles en el tratamiento de cefalea y dolor estomacal; el fruto untado con sal sirve para curar parotiditis (enfermedad infecciosa aguda en la que destaca el agrandamiento dolorosos de las glándulas salivales parótidas situadas en la zona de la mandíbula, comúnmente se les conoce como paperas), mientras que el zumo tiene propiedades curativas contra la faringitis (Hernández & Yáñez, 2015).

Los cálices cocidos tienen propiedades medicinales contra la diabetes, el jugo del fruto alivia postemas de nariz, dolor estomacal y corrige la gastroenteritis: los frutos asados frotados sobre las partes afectadas actúan contra las molestias de las hemorroides (Hernández & Yáñez, 2015)

## Taxonomía

Existe gran controversia en la taxonomía de *Physalis ixocarpa* Brot. ex Hornem., ya que estos diferentes sinónimos taxonómicos, también se le conoce como *Physalis aequata* J. Jacq.ex Nees, *Physalis chenopodifolia* Willd., *Physalis laevigota* M. Martens&Galeotti, *Physalis Philadelphica* f. pilosa Waterf., *Physalis Philadelphica* var. *minor* Dunal y *Physalis Philadelphica* Lam. (Santiaguillo *et al.*, 2010).

**Reino:** Plantae

**Subreino:** Embryobionta

**División:** Magnoliophyta

**Clase:** Dicotiledonea (Magnoliopsida)

**Orden:** Solanales

**Familia:** Solanaceae

**Tribu:** Solaneae

**Género:** *Physalis*

**Especie:** *P. ixocarpa* Brot ex Hornem.

### **Variedades de tomate de cáscara**

Actualmente existen 11 variedades (CHF1-Chapingo, Rendidora, Diamante, Tamazula SM3, Milpero Tetela, Yema de Huevo, Manzano Tepetlixpa, Puebla SM3, Tecozautla 04, Salamanca y Potrero) descritas con la guía de la Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV) y registradas en México (Peña *et al.*, 2011) ante el Servicio Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), pero el proceso de producción se basa principalmente en poblaciones nativas que los propios productores conservan más otras que las compañías productoras de semilla incrementan y comercializan. En este contexto, es necesario generar, evaluar y registrar tanto variedades nativas como mejoradas, para ponerlas a disposición de los productores y contribuir con ello al incremento del rendimiento del cultivo y a la conservación del material genético (Peña *et al.*, 2011).

## Descripción botánica

El tomatillo es una planta herbácea, anual que pertenece a la familia de las solanáceas, generalmente con una altura de 40 a 120 cm. Su raíz puede ser de forma típica o columnar y presenta ramificaciones secundarias que pueden alcanzar hasta 60 cm o más. En sistema de plantación sufre una modificación transformándose en fibrosa y poca penetración al suelo, es por eso que se recomienda hacer trasplantes directos de charolas, no de almácigos; y procurar que la raíz no quede al desnudo o se quiebre (López, 2011).

El tallo tiene ramificación dicotómica cilíndrico, vigoroso, herbáceo en las primeras fases de desarrollo tanto en hojas como en ramas, se presenta pubescencia que van desapareciendo a medida que la planta crece; el diámetro del tallo principal es de 1.1 a 1.3 cm como ramas primarias de 0.8 a 0.9 cm que pueden llegar a extenderse a un metro de longitud; hojas alternas limbo ovado o lanceolado son, simples sin estipulas; grandes y ovadas de 5 a 11 cm de largo por 4 a 6 cm de ancho, base atenuada, ápice agudo o ligeramente acuminado, con márgenes irregularmente dentados, por lo general presenta 6 dientes por cada lado, con glabras por ambos lados, los peciolo de 4.0 a 6.5 cm de largo: flor pentámera individuales y axiales, corola amarilla, con diámetros 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 tubo muy corto, ovario súpero, el cuello pubescente, simples purpuras a azules; lóbulos de cáliz de 0.7 a 1.3 cm de largo de la corola de 1.0 a 2.5 cm de diámetro, color amarillo, con manchas azul verdoso o morado, tenues o bien marcado; anteras azules verdes, de 0.2 a 0.4 cm de largo las cuales se encorvan después de la dehiscencia; las flores son perfectas pero presentan autoincompatibilidad gametofítica, ovario con pistilos ligeramente corto de estigma pequeño.

El fruto es una baya succulenta que, al madurar varía de amarillo al verde en distintas tonalidades, alcanzando hasta color morado; su tamaño varía desde 2 cm de diámetro hasta 5.5 cm y los pedicelos miden de 0.6 a 1.0 cm de largo; el cáliz que los cubre es glabro, globoso, mide 1.8 a 4.3 cm de largo por 2.5 a 6.0

cm de ancho con 10 nervaduras tenues que en algunos casos son de color morado (Islas *et al.*, 2006).

Las semillas son muy pequeñas y de color crema pálido, tienen forma de disco con diámetro menor 3 mm y espesor con menos de 0.5 mm pueden 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)

### **Época de siembra y selección de terreno**

La época de siembra del tomatillo es de acuerdo con la zona productora, se asocia con el período libre de heladas o bien de temperaturas alta; la época de producción de este fruto en el Estado de Coahuila se hace desde la segunda quincena de mayo hasta mediados de diciembre (Bazaldúa, 2008).

El primer paso para tener éxito en la producción de este fruto es la selección de un terreno que le brinde al cultivo las condiciones necesarias para un buen desarrollo. Se necesita que en el terreno donde se establecerá el cultivo este aislado de otros terrenos, debido a que el tomate es una planta de autocompatibilidad, se comporta como una especie alógama obligada, por lo que la polinización puede realizarse por polen proveniente de otras plantas ubicadas a una distancia de 500 m (López *et al.*, 2010).

### **Establecimiento**

El establecimiento del tomate puede llevarse en siembra directa o por trasplante, siendo este último el más utilizado, también el más recomendado, ya que el ahorro de semillas está entre un 90%, además de que el manejo del material en almácigo permite contar con plántulas vigorosa, sanas y más uniformes que en siembra directa. El momento óptimo del trasplante se alcanza cuando la plántula tiene de 3 a 4 hojas verdaderas o bien cuando las plantas tengan de 15 a 25 días (Amodio, 2011).

## **Crecimiento y desarrollo**

El tipo de crecimiento del tomatillo es erecto, ya que se identifica por el aspecto arbustivo que presenta la planta, originada por un crecimiento casi vertical del tallo. Presenta la desventaja que se dobla y/o se rajan con el peso del fruto (López, 2011)

## **Polinización**

Mulato *et al.*, 2007. Encontró que la autocompatibilidad en tomate de cáscara no se hereda a través de citoplasma, sino que el responsable es un gen localizado en los cromosomas; en tomate de cáscara la autocompatibilidad es genéticamente controlada por un solo gen dominante (Sc); individuos autocompatibles son estrictamente heterocigotos (SC, S4); alelo Sc en el lado masculino (SC, S4) no es funcional cuando poliniza un estigma (SC, S4).

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 ovulo y entonces la autoincompatibilidad no es absoluta. Con la autofecundación artificial se favorece la presencia de alelos autoincompatibles y se producen frutos partenocárpicos y un número reducido de frutos con semilla. Esta semilla puede ser sexual o apomictica la sexual significa la posibilidad de generar líneas endogámicas (Santiagullo-Hernández *et al.*, 2010).

### **Producción de tomate de cáscara**

El rendimiento es posible con el uso de variedades mejoradas y técnicas adecuadas de cultivo. Además, tiene grandes perspectivas en el mercado, donde incluso puede ser un sustituto del tomate (*Solanum lycopersicon* L.), pues se cotiza a buen precio y en ocasiones superior al de éste (SNIIM, 2012). Tiene la ventaja de que su ciclo de producción es relativamente corto (80 d) ya que su fruto se consume cuando aún se encuentra fisiológicamente inmaduro (Cruz-Álvarez *et al.*, 2012).

### **Importancia económica del tomate de cáscara**

El tomate de cáscara es la quinta hortaliza de mayor importancia en México por la superficie cultivada. En los años recientes, el consumo per cápita de tomate de cáscara en México ha ido en aumento. Esta especie se localiza en diferentes regiones del país, ya sea en forma silvestre, cultivada o mejorada: y se cultiva desde los 10 a 2,600 m de altitud. En México se reporta una media de producción de 12 t-ha<sup>-1</sup>, cuando su potencial productivo alcanza en trabajos experimentales hasta las 40 t-ha<sup>-1</sup>. Por lo tanto, es oportuno considerar nuevas alternativas de producción (Ramírez *et al.*, 2010).

Actualmente el rendimiento medio nacional de tomate de hoja es de 14,362 t/ha (SIAP, 2012), considerándose bajo en relación con el potencial productivo, ya que se reportan rendimientos de hasta 40 t/ha y 63 t/ha (López *et al.*, 2009). Los bajos rendimientos son debido al inadecuado manejo del cultivo y en los escasos de variedades mejoradas. La composición de las reservas nutritivas es de gran importancia por su significado biológico, durante la formación de plántula. Gran parte de los trabajos de obtención de variedades está dedicada a la mejora de calidad nutricional de dichas reservas, ya sea a nivel de semilla o a nivel de fruto, dado que estas reservas nutritivas tienen gran importancia económica (Arriaga *et al.*, 2006). La amplia diversidad genética en cuanto a formas, color, tamaño y tolerancia a factores adversos, indican la importancia que cobra como recursos fitogenéticos, por tanto, un largo camino por recorrer en su mejoramiento (Robledo *et al.*, 2011).

## Mejoramiento genético vegetal

El mejoramiento genético de cualquier cultivo implica un proceso continuo para la formación de híbridos y variedades superiores en los aspectos de rendimiento y productividad, resistencia a plagas, enfermedades, sequías, salinidad etc., que las ya existentes en la actualidad.

Hallauery y Miranda (1981), señalan que la caracterización de progenitores por su aptitud combinatoria general (ACG) y aptitud combinatoria específica (ACE), permiten establecer las estrategias y técnicas adecuadas para estimar parámetros genéticos y con ello el método de mejoramiento más adecuado en especies tanto autógamias como alógamas.

Gordillo *et al.*, (2006) en híbridos intervarietales de tomate de cáscara encontraron incrementos en rendimiento de hasta 15.5% respecto a su mejor progenitor, por lo que definen que los híbridos intervarietales son prometedores en programas de mejoramiento genético. Por su parte, Ruelas *et al* (2008), en híbridos de Jamaica encontraron incrementos respecto a su mejor progenitor en número de frutos por planta de hasta 96%, peso de cálices secos 36%, números de frutos por rama principal 46%, número de ramas por planta 27% y pesos de cálices frescos 14%, atribuyendo en los tres primeros a efectos de dominancia y epistáticos, mientras que a los dos restantes y otras variables estudiadas a efectos aditivos.

Por otra parte, el ser humano a vendió desde tiempos atrás fomentando técnicas para tener mayor rendimiento y productividad en sus cultivares, implementando el uso de la colchicina para el mejoramiento vegetal, el cual es un camino comprometedor para el mejoramiento genético. Por su parte, Kulkami y Borse (2010) formaron plantas tetraploides en *Capsicum annum* cv. GVC-111 con diferentes concentraciones de colchicina (0,05%, 0,1%, 0,2% y 0.4% de solución acuosa). Un total de 313 plantas se obtuvieron con una longitud significativamente mayor de estomas (48,6%), menos frecuencia de estomas por milímetro cuadrado (41,7%) y un mayor número de cloroplastos en células

guardia (47,3%). De estos 313 poliploides, 31 fueron tetraploides, 270 fueron mixoploides y 12 eran diploides. Este estudio demuestra la utilización con éxito de la colchicina para crear nuevas mutaciones del tamaño de raíz. (Gantait, 2011), por su parte encontró diferencias morfológicas entre diploides y tetraploides de *Platanus acerifolia* desarrolladas con el uso de colchicina, ya que los tetraploides presentaron un hábito de crecimiento arbóreo con menos separación entre ramificaciones, pero mayor desarrollo, con hojas más gruesas.

En un estudio realizado por, Rasuli y Sotudeh, (2007), en *Vitis vinífera* encontraron que los tratamientos con una concentración de colchicina de 0.9% y 1.1% por 96 horas fueron mejores para la inducción de autoploiploides el objetivo de este estudio fue aumentar los rendimientos y el tamaño de fruto en la vid, por medio de poliploidización.

### **Mejoramiento en tomate de cáscara**

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es una especie diploide  $2n=2x=24$  considerada alógama obligada por presentar autocompatibilidad gametofítica por lo que hace difícil la obtención de líneas endogámicas por la hibridación clásica (Santiaguillo *et al.*, 2004).

El mejoramiento genético del tomate de cáscara en México, se inició con una investigación realizada en el campo experimental de Zacatepec Morelos, en 1972. La finalidad fue obtener un cultivar de alto rendimiento. Después de 4 años de evaluación se seleccionó una colecta cuyo promedio fue superior al resto de las colectas y se le llamo "rendida". Su promedio de rendimiento fue de 31.3 ton/ha, muy superior a la criolla que rinde un promedio de 13.8 ton/ha es decir 53.45% más que su progenitor original (Pérez *et al.*, 1997). Por otra parte, Ortuño *et al.*, (1997) afirman que mediante el cultivo de anteras en el tomate de cáscara podría permitir el uso de diploides homocigotos, con el objetivo de iniciar un programa de mejoramiento genético. Mientras que el mejoramiento genético mediante la formación y uso de tetraploides es un camino comprometedor para

obtener nuevas variedades o híbridos con alto potencial de rendimientos y calidad de fruto, principalmente en contenidos de vitamina c y ° Brix lo que rompe el fenómeno de la autocompatibilidad gametofítica (Robledo *et al.*, 2011., Jiménez *et al.*, 2012).

Peña *et al.*, (1998) encontraron en cruzas dialélicas de ocho variedades de tomate de cascara que la mejor crusa (verde puebla y CHF 1 CHAPINGO) supero en un 14.3% al rendimiento de fruto de su mejor progenitor (verde puebla), que a su vez fue el mejor de todos los progenitores encontrados además valores significativos de hecterosis para número de frutos por planta y rendimiento total por plata. Por su parte, Sahagún *et al.* (1999) encontraron diferencias altamente significativas entre cruzas dialélicas de tres variedades (salamanca, rendidora y milpero de guerrero) en peso de fruto, precocidad, volumen de fruto en cm<sup>2</sup> y altura de planta. Debido a la gran diversidad genética q existen entre genotipos se pueden recombinar genes que permítanla formación de híbridos con alto potencial de rendimiento y con buenas características agronómicas.

Leiva *et al.*, (2001) reportan híbridos de (*Physalis peruviana* L.) incrementos en rendimiento, especialmente los cultivados en invernadero por lo que definen que la interacción dominancia - ambiente para el rendimiento fue muy importe, además que el efecto de dominancia más alto fue en invernadero que en campo, los caracteres de calidad fueron afectados por el ambiente y mostraron resultados inconstantes para las familias, en cuanto al rango de composición de la fruta, el efecto aditivo y las interacciones de aditivo-ambiente fueron importantes. Por otra parte, Cesar *et al.*, (2006) estudiaron la aptitud combinatoria en características de fruto detectando que para el peso de fruto los efectos de dominancia son más importantes, mientras que para sólidos solubles totales los efectos adictivos resultan más importantes.

## Principales estados productores de tomate

El tomate se recolecta todo el año, pero en los meses de enero, febrero y marzo se genera más de 37 por ciento del total nacional (SIAP, 2014).

Estados de la República Mexicana con mayor participación en producción durante el 2014 se muestran en el siguiente cuadro

**Cuadro 1:** Estados productores de tomate de cáscara

Estados	Sup. Sem. (Ha)	Sup. Cos. (Ha)	Prod. (Ton)	Ren. (Ton/Ha)	PMR (\$/Ton)	Valor Prod. (Miles de pesos.)
Sinaloa	8,643.94	8,643.94	114,206.50	13.21	1,631.42	186,318.40
Jalisco	5,521.53	5,497.53	68,123.99	12.39	4,888.83	333,046.57
Puebla	4,473.42	4,308.42	44,286.63	10.28	1,766.49	211,091.66
Michoacán	3,330.00	2,718.0	49,066.81	18.06	3,578.08	175,683.12
Nayarit	3,246.50	2,004.31	31,291.58	15.61	2,067.19	64,685.71
Zacatecas	3,070.50	3,070.50	75,604.05	24.62	2,393.10	108,297.78
Sonora	2,949.50	2,944.50	45,396.32	15.42	3,597.57	163,316.63
México	2,696.65	2,686.65	46,282.31	17.23	5,211.62	241,205.60
Morelos	1,994.30	1,944.30	24,420.26	12.24	4,331.89	105,785.86
Hidalgo	1,336.37	1,226.37	12,534.66	10.22	4,188.70	52,503.91
Tlaxcala	1,257.00	1,257.00	16,220.20	12.90	4,904.77	79,556.30
Gto	1,027.00	1,015.00	12,029.18	11.85	2,833.86	34,088.98

SIAP, 2014

## Principales plagas del tomate de cáscara

Existe una amplia variedad de insectos de importancia en el cultivo de tomate, entre las que se encuentran:

1. Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum west.*),
2. Pulga saltona (*Epitrix sp.*),
3. Pulgón saltador (*Paratrioza cockerelli sulc*),
4. Picudo del toloache (*Trichobaris mucorea Leconte*),
5. Mosca del tomate de cáscara (díptera: *Lonchaeidae*),
6. Gusano alfilerillo (*Diabrotica undecimpunctata Howardi Baber*),
7. Arrocillo del tomate (*Melana gromyza tomaterae steyskal*), (Morales et al., 2006);
8. Minador de la hoja (*Liriomyza trifoli*),
9. Gusano soldado (*Spodoptera exigua Hubner*),
10. Gusano del fruto (*Helicoverpa zea Boddie* y *Heliothis virescens F.*),
11. Acaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus Banks*),
12. Mosquita blanca (*Bermisia Argentifolii*),
13. trips amarillo (*Frankliniella spp.*), (Fundación Produce Sinaloa A. C., 2005).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización del área de estudio

Este presente trabajo de investigación se estableció de febrero a junio 2016, en el municipio de General Cepeda, Coahuila (1480 msnm; al sureste del estado de Coahuila, entre las coordenadas 25° 23' 02'' Latitud Norte y 101° 27' 10'' Latitud Oeste), con una temperatura media de 18 a 22°, con lluvias en verano, y con precipitación invernal del 10% del total anual y precipitación media anual es de 400-500 mm, la temporada de lluvia es de junio a octubre, suelo de textura migajón y migajón arcilloso, con bajos contenidos de materia orgánica y una capa de carbonatos de calcio La determinación de los parámetros se realizó en el laboratorio del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

### Material genético

El material genético utilizado fueron 7 genotipos los cuales son sobresalientes en rendimiento y calidad de fruto, y 3 variedades de tomate de cáscara, como se muestra en el Cuadro 2:

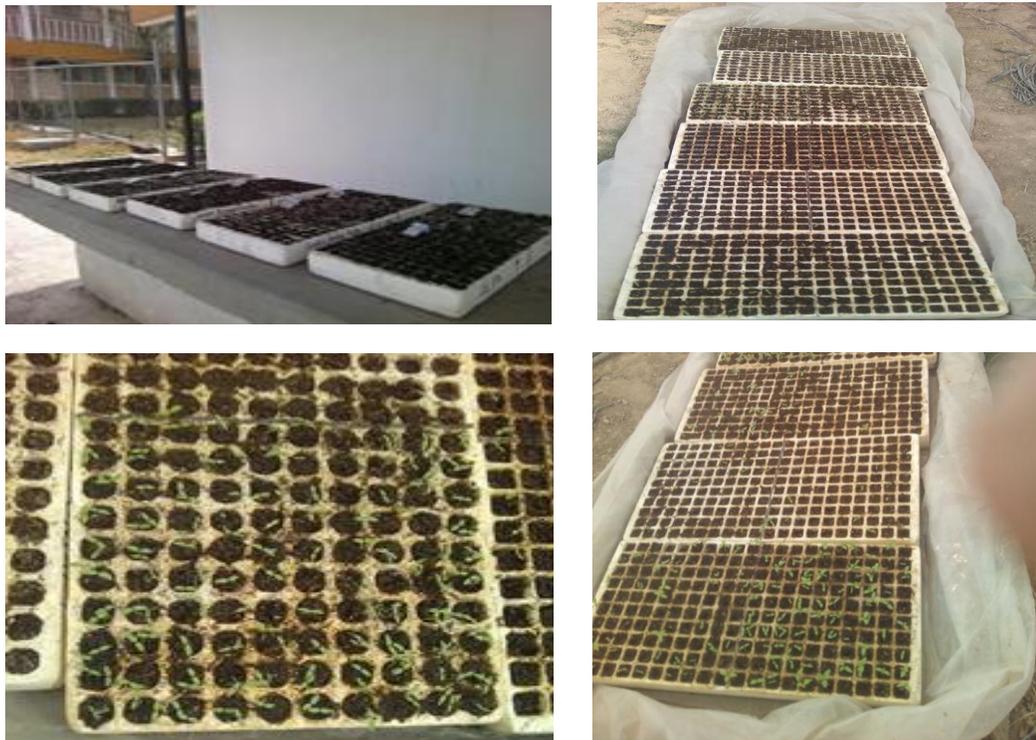
**Cuadro 2.** Material genético utilizado en la investigación

Tratamientos	Genotipos sobresalientes	Variedades
1	10p6	
2	5p2	
3	21p4	
4	28p2	
5	15p7	
6	14p1	
7	2p3	
8		Rendidora
9		Gran Esmeralda
10		Palmarito

## Manejo del cultivo

### Producción de plántula

La siembra se realizó 20 de febrero de 2016, en 6 charolas de poliestireno de 100 cavidades, usando como sustrato 1 bote peatmoss y  $\frac{1}{2}$  de perlita, colocando de 2 a 3 semillas por cavidad de cada uno de los materiales genéticos de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), fueron cubiertas con polietileno y cuando se inició la germinación se colocaron dentro de contenedores con agua a una altura de 3 cm. El desarrollo de las plántulas fue realizado en el invernadero número 1 del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Figura 1.



**Figura 1:** Producción de plántulas de tomate de cáscara en el invernadero.

## Preparación del terreno

La preparación del terreno y el trasplante se realizó el 16 de abril del 2016, esto consistió en realizar barbecho para aflojar el suelo y al final el surcado, implementando 10 camas en total, cada una tuvo una altura de 0.4 metros, una longitud de 5 metros, con un ancho de cama de 1.8 m. Se colocó la cintilla para el sistema de riego. La siembra fue en un suelo saturado de humedad para evitar fallas en el cultivo, el trasplante fue de 5 a 6 plantas por tratamiento y de 1 a 2 plantas por cavidad como se observa en la Figura 2, teniendo una distancia entre planta de 60 cm.



**Figura 2:** Preparación del terreno y trasplante de los genotipos en General, Cepeda, Coahuila.

### Riego y fertilización

Cada riego se aplicó en promedio de 5 horas cada 2 días con sistema de riego por goteo, usando goteros con un gasto de un litro por día.

**Cuadro 3.** Fertilizantes aplicados al cultivo de tomate de cáscara por fertirriego.

Fertilizante	Kg (g)	Fechas
Fosfonitrato (31-4-00)	500g	7 de mayo de 2016
Magic Root (12-60-00)	500 g	7 de mayo de 2016
FertiDrip (11-02-42)	500 g	7 de mayo de 2016
Fosfonitrato (31-4-00)	500 g	14 de mayo de 2016
Magic Root (12-60-00)	500 g	14 de mayo de 2016
FertiDrip (11-02-42)	500 g	14 de mayo de 2016
MAP (12-61-00)	2.5 kg	13 de junio de 2016
Ultrasol (12-00-46)	2.5 kg	13 de junio de 2016
Nitrato de magnesio	500g	13 de junio de 2016
MAP (12-61-0)	2.5 kg	27 de junio de 2016
Ultrasol	2.5 kg	27 de junio de 2016
Nitrato de magnesio	500g	27 de junio de 2016

### Control de plagas y enfermedades

Para prevenir el ataque de algunas plagas como es la diabrótica y gusano del fruto y la presencia de enfermedades, se aplicaron algunos químicos (insecticidas). Aplicación de insecticida en las fechas marcadas como se muestra en el **Cuadro 4 y Figura 3**.

**Cuadro 4.** Productos químicos aplicados como preventivos a la incidencia de plagas y enfermedades en el estudio de tomare de cáscara, en General Cepeda, Coahuila, 2016.

<b>Insecticida</b>	<b>Cantidad aplicada</b>	<b>Fecha</b>
Orton	2 ml/2 litros de agua	6 de abril de 2016
Adherente	2 ml/2 litros de agua	6 de abril de 2016
Foradan (poliquel)	30 ml/15 litros de agua	16 de abril de 2016
Microelementos	30 ml/15 litros de agua	16 de abril de 2016
Agrosulfan	20 ml/15 litros de agua	7 de mayo de 2016
Agrosulfan	20 ml/15 litros de agua	14 de mayo de 2016
Danapyr	30 ml/15 litros d agua	13 de junio de 2016
Danapyr	30 ml/15 litro de agua	17 de junio de 2016
Danapyr	30 ml/15 litros de agua	27 de junio de 2016
Nudrin (polvo)	4g/12 litros de agua	1 de julio de 2016
Nudrin (polvo)	4g/12 litros de agua	6 de julio de 2016



**Figura 3:** Aplicación de insecticida al tomatillo de cáscara en General, Cepeda, Coahuila.

## **Deshierbes**

Los deshierbes se llevaron a cabo cada dos semanas, con el fin de evitar problemas de competencia por agua, nutrientes, luz y eliminar posibles plagas y enfermedades; dicha labor se realizó con herramientas como azadones y a veces manualmente, como se muestra en la Figura 4.



**Figura 4:** Deshierbes de maleza en el cultivo del tomate de cáscara en General, Cepeda, Coahuila.

## **Diseño y análisis estadístico**

Para el estudio del material vegetativo se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 10 tratamientos y 3 repeticiones cada unidad experimental, formada por 6 plantas con una separación de 60 cm entre plantas y 1.8 m de separación entre camas, para evaluar la significancia en componentes de rendimiento y calidad de fruto, considerados en función de 10 genotipos.

## Componentes de rendimiento

### Rendimiento total de fruto (RTF)

Se determinó al momento de cosechar pesando con una báscula digital, todos los frutos producidos por planta, estimado de una muestra aleatoria de 3 plantas en cada una de las tres repeticiones, considerando la suma de cuatro cortes con intervalos de 10 días, se obtuvo el rendimiento total en Kg/planta como se muestra en la Figura 5.



**Figura 5:** Peso de frutos de tomate de cáscara por planta.

### Número total de frutos por planta (NTF)

Después de pesar los frutos se contaba el número de frutos que se cosecharon por planta, de las mismas 3 plantas en cada una de las tres repeticiones, terminada la cosecha se estimó el promedio de frutos totales por planta, considerando los cuatro cortes, como se muestra en la Figura 6.



**Figura 6:** Número de frutos de tomate de cáscara por planta.

### **Peso promedio de fruto (PPF)**

El peso promedio de frutos se estimó tomando el rendimiento total de frutos en gramos dividido entre el número de frutos total por planta, expresado en gramos, considerando los cuatro cortes, como se muestra en la Figura 7.

$$\text{PPF} = \text{Rendimiento total de fruto} / \text{número de frutos por planta}$$

### **Diámetro polar de fruto (DPF) y Diámetro ecuatorial de fruto (DEF)**

Para estas variables se tomaron tres frutos al azar de cada una de las 3 plantas, en cada una de las tres repeticiones, se midió la distancia entre cada polo del fruto y la distancia tomada de la parte ecuatorial del fruto, con un vernier digital de precisión (AutoTECTM), para los cuatro cortes, como se muestra en la Figura 8.



**Figura 8:** Diámetro polar y ecuatorial del fruto de tomate de cáscara.

## Calidad de fruto

### Firmeza de fruto (FDF)

Se determinó firmeza de fruto con un penetrómetro con soporte marca (Frut Pressure Tester) equipado con un manómetro de fuerza de 0 a 13 Kg FT-327, y puntilla de 8 mm de diámetro, para esto se retiró la cutícula de cada fruto en dos puntos opuestos de la parte del ecuador del fruto, se introdujo la puntilla de un solo impulso para medir la fuerza necesaria para penetrar 1 cm del tejido de la pulpa del fruto de tomate, se tomó la lectura por fruto y se reportaron en (Kg/cm<sup>2</sup>), de acuerdo a la siguiente formula.

$$\text{Área de la puntilla} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{(3.1416)(0.8\text{cm})^2}{4} = 0.502656 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de 1 cm} = \frac{(1 \text{ cm})(0.502656 \text{ cm}^2)}{0.8\text{cm}} = 0.62832 \text{ cm}^2$$

$$\text{Firmeza de fruto en Kg/cm}^2 = \frac{(\text{ACM})(\text{LP})}{(\text{AP})}$$

Donde:

ACM= Área de 1cm

LP= Lectura del Penetrómetro directo

AP= Área de la puntilla

La estimación de la firmeza (Figura 9), es importante en la evaluación de la susceptibilidad de la fruta a daños físicos o mecánicos o manejo de poscosecha.



**Figura 9:** Firmeza del fruto de tomate de cáscara

### **Sólidos solubles totales (SST)**

Para medir esta variable se utilizó un refractómetro Atago N-1E® y expresada en (°Brix), se tomaron tres frutos al azar de cada una de las tres plantas, de cada tratamiento y en cada una de las tres repeticiones. El procedimiento fue el siguiente; se cortó el fruto a la mitad y se colocaron 2 gotas sobre la superficie del prisma, se cerró la cubierta del prisma y se apuntó el refractómetro hacia una fuente de luz, como se muestra en la Figura 10.



**Figura 10:** Grados Brix del fruto de tomate de cáscara.

### **Determinación de pH de fruto**

Se utilizó un potenciómetro digital Corning® modelo 320, estimado en jugo concentrado de frutos frescos, para esto se cortó el fruto completo y se colocó en un mezclador de cocina, se trituro por 2 min, se vació el jugo en un recipiente y en seguida se introdujo el electrodo del medidor de pH en concentrado del jugo, después de unos minutos que se estabilizó el potenciómetro y se realizó la lectura como se muestra en la Figura 11.



**Figura 11:** pH de fruto de tomate de cáscara

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis de varianza indican diferencias entre genotipos en las variables estudiadas indicando la amplia variabilidad presente entre genotipos sobresalientes y variedades, para el número de frutos por planta (NDF) se presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), para el peso promedio de fruto (PPF) fueron altamente significativos al ( $P < 0.01$ ), sin embargo para rendimiento total de frutos por planta (RTF) y diámetro ecuatorial de fruto (DEF) no hubo diferencias significativas, mientras que en diámetro polar (DPF) se presentaron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). De la Cruz *et al.*, (2007) indican que los efectos significativos encontrados en todas las características agronómicas, se puede deber a que las líneas pertenecen a poblaciones diferentes y a la suma de efectos aditivos de los genes de las líneas progenitoras. (Cuadro 5).

**Cuadro 5.** Cuadrados Medios del análisis de varianza y valores de F, aplicado a los componentes de rendimiento de 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara.

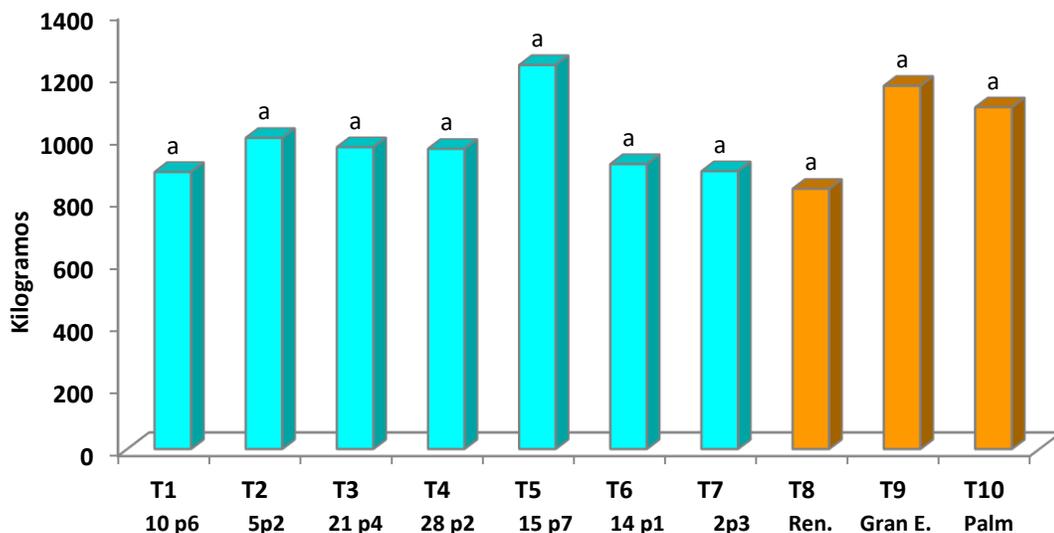
Fuente de variación	GL	NDF	F	RTF	F	PPF	F	DEF	F	DPF	F
Repeticiones	8	1.99	1.54 NS	65.59	1.56 NS	0.14	0.36 NS	0.15	1.06 NS	0.09	0.90 NS
Tratamientos	9	2.49	2.01 *	42.00	1.00 NS	1.55	3.79 **	0.27	1.86 NS	0.23	2.20 *
Error	72	1.29		41.99		0.41		0.14		0.10	
CV (%)		19.87		21.01		11.83		5.99		5.75	

NDF= Numero de frutos por planta, RTF= Rendimiento total de frutos por planta, PPF= Peso promedio de fruto, DEF=Diámetro ecuatorial de fruto, DPF=Diámetro polar de fruto, CV= Coeficiente de variación, NS= no significativo ( $P > 0.05$ ), \* significativo ( $P < 0.05$ ), \*\* altamente significativo ( $P < 0.01$ ).

### Rendimiento total de fruto (RTF)

El (RTF) es uno de los componentes importantes que contribuyen al rendimiento de tomate de cáscara, en la comparación de medias de la presente investigación no se presentaron diferencias significativas ( $P>0.05$ ) entre los tratamientos bajo estudio. Se encontró que el T5 (15p7) tuvo mayor peso de fruto/planta (123.1 g), el tratamiento que obtuvo el menor peso de fruto por planta fue el T8 que corresponde a la Var. Rendidora con (834 g) dado que este material presentó frutos de gran tamaño, pero en menor cantidad, siendo estadísticamente igual los 7 genotipos y las 3 variedades de tomate de cáscara (Figura 13).

Escalante (1989), dice que a mayor tamaño de fruto se tiene menor número de frutos. Esto se corrobora por las características de cada cultivar ya que los fotosintatos que asimila la planta en algunos casos aumentan el número de frutos y en otros aumenta el tamaño. Por otra parte, en una investigación realizada por Antonio y Solís (1999), demostraron que al aumentar el peso del fruto se redujo el número de ellos por planta.



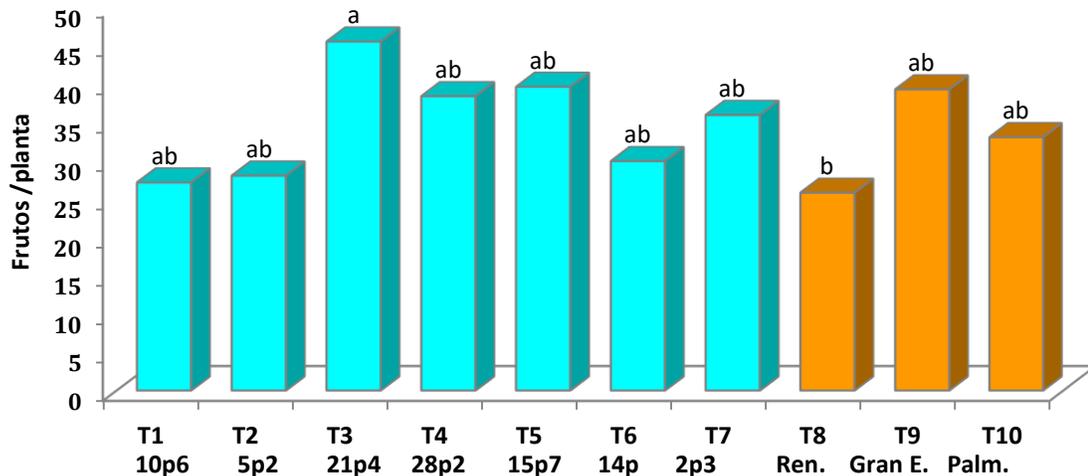
**Figura 13.** Rendimiento total de frutos por planta de 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.

### Número de frutos por planta (NDF)

En los resultados obtenidos de NDF respecto a la comparación de medias se encontraron diferencias significativas ( $P \geq 0.05$ ). En la Figura 12 se puede observar que el mayor valor fue para el T3 (21 p4) con un número de (45.44 frutos /planta), sin embargo, fue estadísticamente igual a los otros 6 genotipos sobresalientes y a las variedades Gran Esmeralda y Palmarito, mientras que los valores más bajos fueron para el T8 Var. Rendidora con un número de (25.77 frutos/planta).

Brown *et al.*, (2002), mencionan que el factor más importante para obtener mayor número de frutos está relacionado con la elongación del tubo polínico y amarre de frutos, lo cual en esta investigación pudo ser debido a las condiciones ambientales de altas y bajas temperaturas la cual afecto la polinización adecuada y además a las causas antes mencionadas.

Ponce (1995), indica que el número de frutos por planta se asocia a las partes morfológicas de estas; el número depende en gran medida del tipo de inflorescencias que poseen los cultivares.

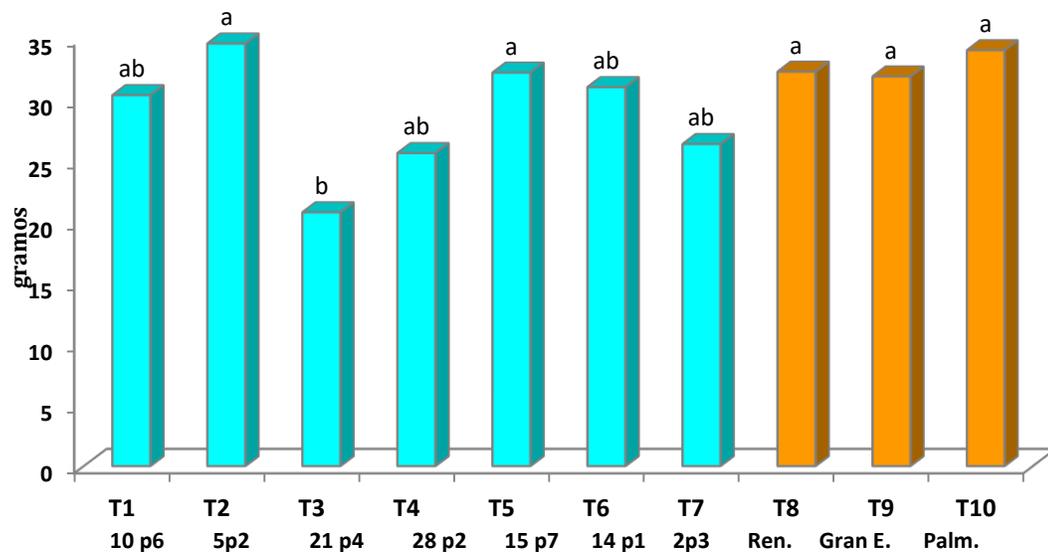


**Figura 12.** Número de frutos por planta de 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.

### Peso promedio de fruto (PPF)

La comparación de medias indica diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) entre tratamientos para (PPF). Se encontró que el T2 (5p2) obtuvo un peso promedio de fruto de (34.57 g) y fue estadísticamente igual a otros 5 genotipos sobresalientes y a las variedades bajo estudio, el de menor peso promedio de fruto fue para el T3 (21p4) con (20.79 g), dado que este material presentó frutos muy pequeños, pero en gran cantidad (Figura 14).

Cruz (2001) señala que no existe un indicador preciso del momento óptimo de cosecha para el fruto de tomatillo, sin embargo, se consideran como frutos comercialmente maduros aquellos que llenaron o incluso rompieron la bolsa (cáliz) de protección y que además tienen una coloración verde-amarillenta.

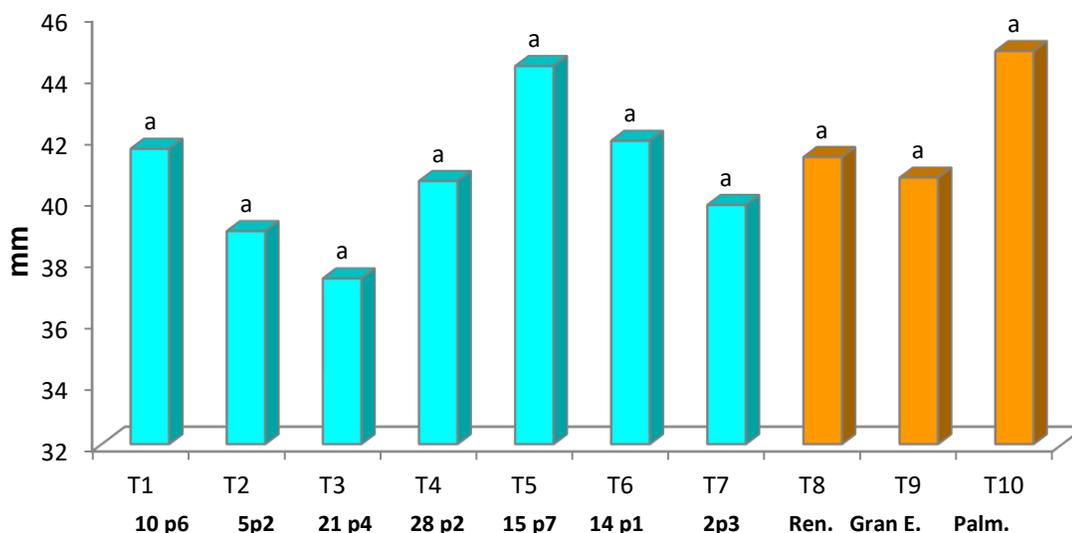


**Figura 14.** Peso promedio de frutos en 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.

### Diámetro ecuatorial de fruto (DEF)

El diámetro ecuatorial de frutos es una variable que determina el tamaño de fruto. De acuerdo a la comparación de medias, en la presente investigación no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ( $P>0.05$ ), respecto a esta variable el T10 que corresponde a Palmarito obtuvo el mayor diámetro ecuatorial con (44.81 mm), el tratamiento T3 (21P4) fue el que presentó el menor diámetro con (37.41 mm), aunque fue estadísticamente igual a los demás genotipos y variedades (Figura 15).

Los valores máximos y mínimos de diámetro ecuatorial oscilaron en 45 -39 mm, respectivamente de acuerdo con la clasificación que hace Hidalgo *et al.*, (1998), todos los tratamientos se clasifican como tomates de tamaño mediano.



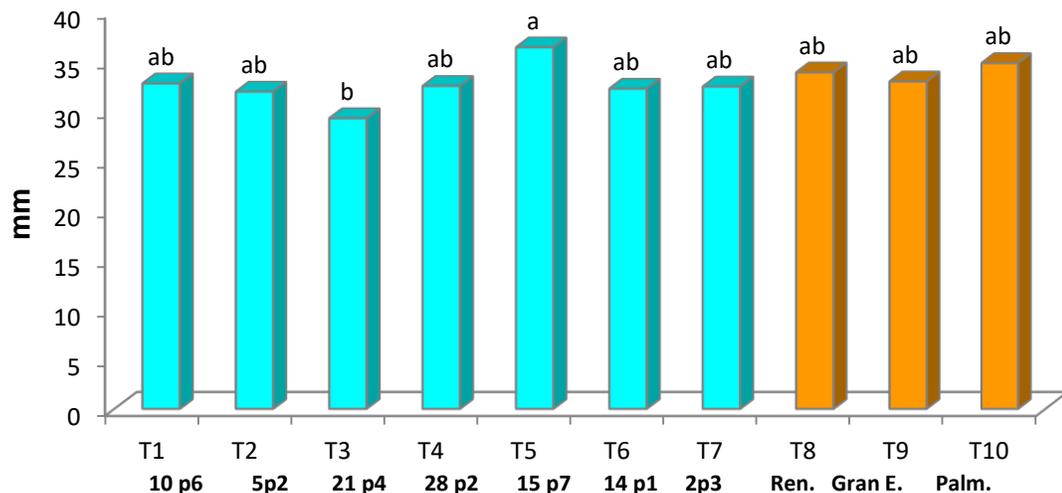
**Figura 15.** Diámetro ecuatorial del fruto de 7 genotipos y 3 variedades tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.

## Diámetro polar de fruto (DPF)

El DPF es una variable que contribuye tanto al tamaño y forma del fruto, además está variable se relaciona con la calidad. En la presente investigación se puede observar que hubo diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), se obtuvo que el genotipo T5 (15p7) obtuvo el mayor diámetro polar con (36.37 mm), y fue estadísticamente igual al resto de los genotipos sobresalientes y a las 3 variedades bajo estudio, los valores más bajos se observaron en el T3 que corresponden al genotipo 21p4 con un valor de (29.23 mm), como se muestra en la (Figura 16).

Sasaki y Utsunomiya (2002) indican que el tamaño de la flor está relacionado con el tamaño de fruto y los reguladores del crecimiento tienen efecto directo hacia esta variable.

Según (Nugent y Adelberg, 1995; Aleza *et al.*, 2009a; Rhodes y Zhang, 2000), La forma ovalada o achatada del fruto de los híbridos en tomate de cáscara, es debido a que el diámetro ecuatorial fue más grande que el diámetro polar, coincidiendo con híbridos obtenidos en otras especies por diferentes autores.



**Figura 16.** Diámetro polar de fruto de 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.

## Calidad de fruto en tomate de cáscara

El análisis de varianza presentó diferencias estadísticas significativas ( $P < 0.05$ ) para firmeza de fruto (FDF) y para sólidos solubles totales se encontraron diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ) presentándose una gran variabilidad entre genotipos sobresalientes y variedades para estas variables, en cambio para pH de fruto (acidez) no hubo diferencias significativas.

**Cuadro 6.** Cuadrados Medios del análisis de varianza y valores F aplicado a características de calidad de fruto en 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara.

Fuente de variación	GL	FDF	F	SST	F	pH	F
Repeticiones	8	1.50	1.45 NS	2.41	1.28 NS	2.11	4.02 **
Tratamientos	9	2.87	2.78 *	6.78	3.58 **	1.32	2.52NS
Error	72	1.03		1.89		0.52	
CV (%)		18.50		23.78		20.81	

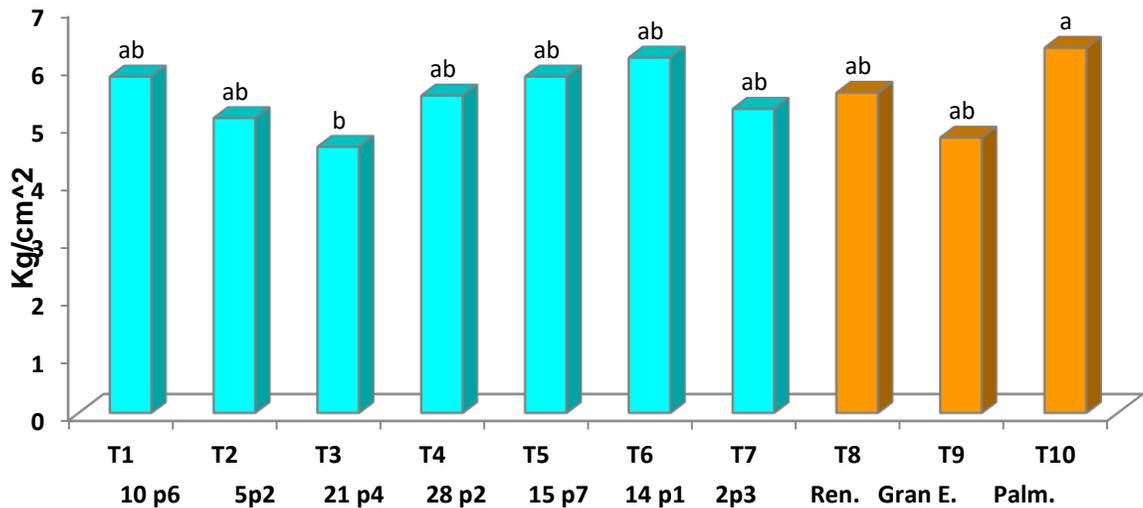
FDF= Firmeza de fruto, SST= Sólidos solubles totales, pHF= pH de fruto, CV= Coeficiente de variación, NS= no significativo ( $P > 0.05$ ), \* significativo ( $P < 0.05$ ), \*\* altamente significativo ( $P < 0.01$ ).

### Firmeza de fruto (FDF)

La firmeza de fruto de tomate es un parametro que mide la resistencia de penetración de los tejidos de fruto. Este es un factor importante ya que la firmeza generalmente esta relacionada con la sanidad del fruto, la concentración de azúcares, el pH, el sabor y el aroma del fruto, sobre todo al alcanzar la etapa de consumo. En la investigación se obtuvieron diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), entre tratamientos.

Con respecto a esta variable se muestra claramente que el T10 obtuvo una mayor firmeza de fruto con un resultado de ( $6.33 \text{ kg/cm}^2$ ), estadísticamente igual a 6 genotipos sobresalientes y a las dos variedades bajo estudio. Sin embargo el menor resultado lo obtuvo el T3 que corresponde al genotipo (21p4) con un resultado de ( $4.61 \text{ kg/cm}^2$ ), como se muestra en la (Figura 17).

Este resultado podría estar relacionados con lo encontrado por Ospina *et al.* (2007) que mencionan que esta variable se modifica de acuerdo al estado de la fruta en el momento de recolección, de la temperatura y forma de almacenamiento, además (Riquelme, 1995, González *et al.*; 2004) encontraron que la reducción de firmeza en los frutos de tomate es consecuencia de actividad de la enzima poligalacturonasa sobre las pectinas y paredes celulares y en ocasiones cambios en los tejidos que provocan el ablandamiento de fruto. Esta enzima aparece progresivamente en el proceso de maduración mientras que los frutos verdes no existen. También puede influir que no se hiciera rápido la evaluación correspondiente de este parámetro.



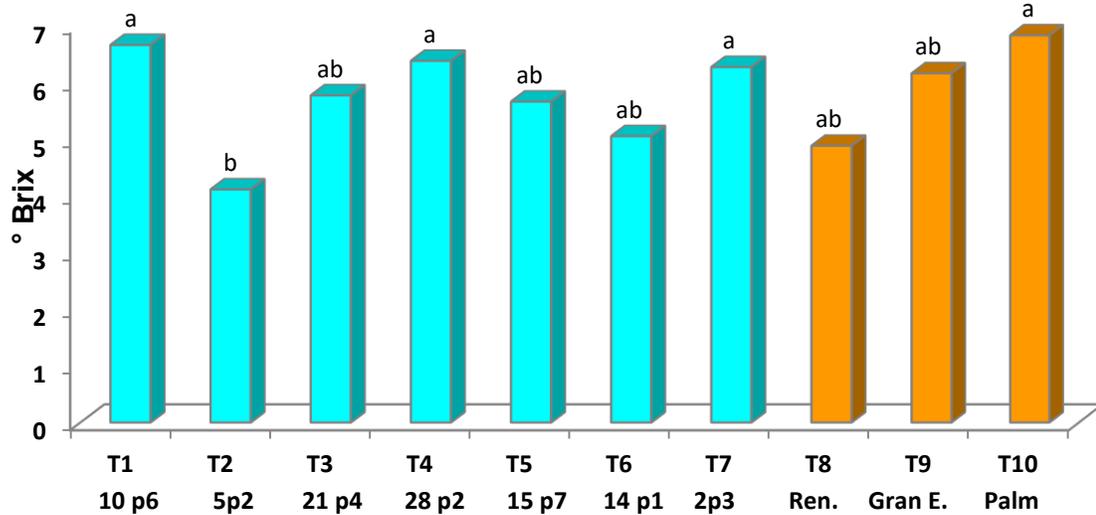
**Figura 17.** Firmeza de fruto de 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.

### **Sólidos solubles totales (SST)**

En la maduración, uno de los cambios mas notables ocurre en la hidrólisis de almidón, hay un rompimiento de las cadenas largas dando lugar a un aumento de azúcares simples como glucosa, fructosa y sacarosa, lo cual se expresa en el sabor, generando un incremento en la dulzura, de manera paralela y específicamente en aquellos carbohidratos que constituyen la estructura celular (Mejía, 2013). En la presente investigación para sólidos solubles totales se encontró diferencia altamente significativa ( $P < 0.01$ ). Los tratamientos T1(10p6), T10 Palmerito, obtuvieron un número de (6.66 y 6.83°Brix), siendo estadísticamente igual a 5 genotipos sobresalientes más y a dos variedades bajo estudio, en cambio el que obtuvo el número más bajo para sólidos solubles totales fue el T2 (5p2) con (4.11 ° Brix), como se muestra en la (Figura 18).

Diez (2001), mencionó que el tomate de cascara, procesado o para consumo fresco, debe contar con un contenido de sólidos solubles de al menos 4.5° Brix; de acuerdo con lo anterior, los resultados muestran que 9 tratamientos sobrepasan dicho rango con valores superiores los cuales son: T1, T5, T10, T8, T6, T5, T3, T4, T7, T9, lo cual significa que la población estudiada presenta frutos de calidad, sin embargo se ha encontrado que la alta conductividad eléctrica en el agua de riego (mayor a 4dSm-1) favorece el incremento del contenido de sólidos solubles totales, carotenoides y licopeno lo cual mejora la calidad del fruto (Saavedra, 2007).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Gordillo-Moreno *et al.* (2006) quien al estudiar progenitores e híbridos de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) indujo variabilidad genética en las poblaciones estudiadas y se reflejó en diferencias significativas entre las mismas.

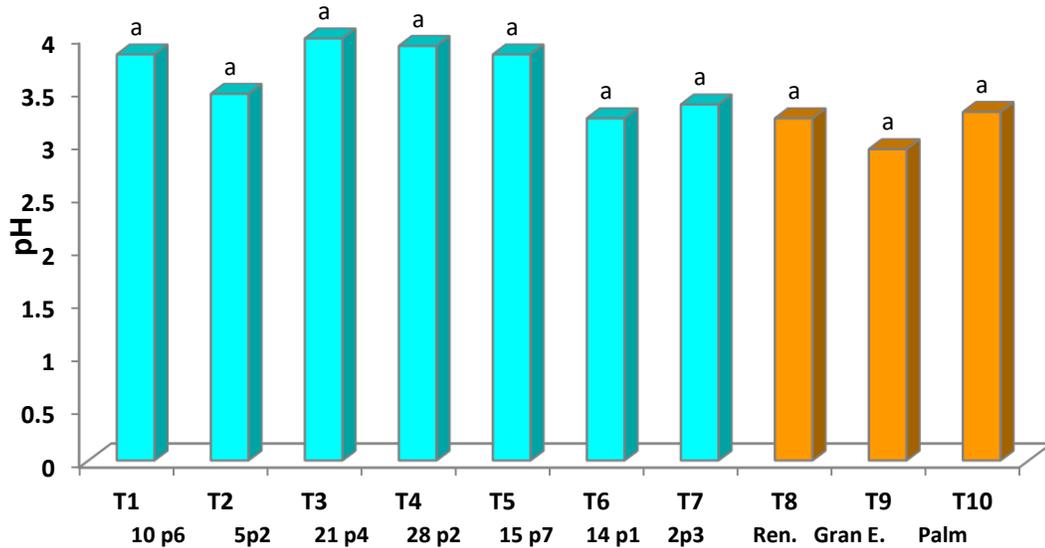


**Figura 18.** Sólidos Solubles Totales de 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.

### Determinación de pH de fruto (Acidez)

El pH es una medida de acidez de una solución lo que indica la concentración de iones de hidrogeno presentes en determinadas soluciones. No se encontraron diferencias estadísticas de acuerdo a la comparación de medias, el tratamiento que obtuvo mayor grado de acidez fue el tratamiento T3 (21P4) con un resultado de (3.98 de acidez) y el tratamiento el resultado más bajo fue para el T9 Gran esmeralda con un valor de (2.94 acidez), siendo estadísticamente igual los 7 genotipos sobresalientes y las 3 variedades como se muestra en la (Figura 19). Estos resultados coinciden con Nisen *et al*, (1990), quienes mencionan valores de pH inferiores a 4.4, en el presente trabajo se observa que los genotipos se encuentran entre los rangos establecidos y haciendo énfasis a los genotipos sobresalientes que fueron los mejores.

Chan Un *et al*, (2003) indicaron que el pH del fruto también es una característica importante ya que en algunas regiones de México prefieren frutos de mayor acidez que en otros lugares esta característica no tiene importancia, sin embargo, es una característica que influye en el sabor.



**Figura 19.** pH de fruto de 7 genotipos y 3 variedades de tomate de cáscara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.

## CONCLUSIONES

Los mejores genotipos en componentes de rendimiento fueron el T2 (5p2) y T5 (15p7), debido a que las variables de rendimientos fueron iguales a dos de las variedades comerciales utilizadas como testigos T9 Palmarito y T10 Gran Esmeralda.

En calidad de fruto los mejores genotipos fueron T1 (10p6), T4 (28p2) y T5 (15p7), ya que las variables de calidad fueron similares a las tres variedades que se utilizaron como comparativo Gran esmeralda, Palmarito y Rendidora.

En las poblaciones bajo estudio se encontró amplia variabilidad, por lo tanto, ésta puede ser aprovechada con fines de mejoramiento genético, para realizar un proceso de selección y desarrollar poblaciones con mayores rendimientos.

## LITERATURA CITADA

- Amodio, M. L., Corcchia, R.; Colantuono, F. 2011.** Colordegradation kinetics of rehydrated "borlotto" beans stored in different gas atmospheres as measured by image analysis. . *Journal of Agriculture.*, Vol.4, 4.33-39.
- Arriaga R., M., C.; Sánchez M., Jiménez P., C.; Hernández G., J. 2006.** Determinación de la composición de la semilla de tomate de cáscara de (*Physalis philadelphica*) en 20 localidades de Ixtlauca del Rio y Cuquio avances en la investigación científica en el CUCBA. ISBN 970-27-1045-6.
- Aleza P. 2009.** Production of tetraploid plants of non-apomictic citrus genotypes. *Plant Cell Reports*, 28(12):1837-1846.
- Antonio, A. S. 1999.** Evaluación de rendimiento, calidad, precocidad y vida de anaquel de 21 genotipos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en invernadero chapingo. *Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. UACh. Chapingo, México.*, 86.
- Bazaldúa., M. C., Zapata, V. E., Morales, S. G., & Amay, M. U. 2008.** Densidad estomatal y Potencial Hídrico en Plantas de Tomate (*Physalis ixocarpa* Brot.) Propagadas por Cultivos de Meristemas. *Revista Chapingo Serie Horticultura* , 14(2): 147-150.
- Brown, P. 2002.** Boron in Plant Biology. . *Plant Biology.*, 4: 221-229.
- Cesar L. T.; Alirio V. F.; Criollo H. 2006.** Análisis de la aptitud combinatoria de algunas características de fruto de (*Physalis peruviana* L.). *Agronomía Colombiana*. 25: 36-46.
- Chan Un, D. M., J. M.; Conde P. N.; Bolivar F. 2003.** Características fisiológicas y fotoquímicas del fruto tomatillo (*Solanum hirtum* Vahl). *Memorias de la Sociedad Mexicana de Ciencias Hortícolas. Universidad Autónoma Chapingo.* p. 22

- Cruz B. 2001.** Fertilización y manejo de cosecha en la producción de fruto y semilla de tomate de cascara. *Tesis de M.C. IREGEP. Colegio de Postgraduados, montecillo, Mexico.*, 95.
- Cruz-Álvarez O. 2012.** Conservación pos cosecha de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) con y sin cáliz. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 18: 333-34.
- Diez J. M. 2001.** Tipos de varietales en: Nuez F (ed). El cultivo del tomate. Mundi-prensa. D.F. pp. 796.
- Engels J. M. M.; Ebert A. W. A. 2006.** Centres of Crop diversity and/or origin, genetically modified crops and implications for plant genetic resources coservation. . *Genetic resources and Crop evolution.*, 53, 1675-1668.
- Escalante G. 1989.** Evaluación de cinco variedades de jitomate en hidroponía bajo invernadero rustico. Tesis profesional. *Departamento de fitotecnia. UACH, Chapingo, México.*
- Fundación Produce Sinaloa. A. C. 2005.** Memoria Jornada de Tecnologia de Producción de Tomatillo. . *Culiacan, Sinaloa, México*, 74.
- Gantait S. Mandal N. Bhattacharyya S. Das P. k. 2011.** Induction and indentification of tetraploids using in vitro colchicine treatment of Gerbera Jamesonii Borus Cv. *Sciella. Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 106(3): 485-493.
- Gonzáles C. A.; Salas M. C. Urrestarazu G. M. 2004.** Producción y calidad en el cultivo de tomate *Cherry*. En tratado de cultivo sin suelo. Tercera edición Editorial. Mundi-prensa. Madrid, España.pp: 703-748.
- Gordillo M. E.; Ramírez M. J. G.; Hernández D. J.; Robledo T. V. 2006.** Estudio de progenitores e híbridos de tomate de cáscara. . *Agrofaz* 6: 163-169., 6: 163-169.

- Hallaver A. R. Miranda B. 1981.** Quantitative Genetic in Maize Breeding. Iowa state. University Press. Ames, Iowa . pp: 268-368.
- Hernandez J. F. S. 2015.** *Aprovechamiento Tradicional de las especies de Physalis en México.*
- Hidalgo G. 1998.** Efecto de la condición, concentración y pH del fertilizante foliar, sobre el rendimiento y calidad de tomate Terra. , 16(2):143-148.
- Islas B. 2006.** Efecto de la fertilización y riego con aguas negras en la calidad pos cosecha de tomate de cascara, (*Physalis ixocarpa*) var. Titán. . *Tesis de licenciatura. Instituto de Ciencias Agropecuarias.* , 99. 15-16.
- Jiménez S. E.; Robledo T. V.; Benavides A. M.; Ramírez G. F. 2012.** Calidad de fruto de genotipos tetraploides de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) . *Universidad y ciencia.*, vol.28, n.2, pp.154.
- Kulkarni M.; Borce T. 2010.** Induce polyploidy with gigas expression for root traits in *Capsicum annuum* (L.). . *Plant Breeding*, 129(4): 461-464.
- López R. J. 2011.** El cultivo de tomate de cáscara. *www.Tecnoagro.com.mx.*
- López L. R.; Arteaga R. R.; Vázquez P. M.; López C. I. L.; Sánchez C. I. 2009.** Producción de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Basado en laminas de riego y acolchado plástico. *Rev. Chapingo Ser. Hort.*, 15: 83-89.
- López L. R.; Arteaga R. R. 2010.** Evapotranspiración del Cultivo de Tomate de Cáscara Estimada Mediante el Potencial Mátrico del suelo. . *Revista Fitotecnia Mexicana.*, Vol33 no.2. .
- Leiva, B. M.; Prohens J.; Nuez F. 2001.** Genetic analyses indicate superiority of performance of cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *New seeds*, 3: 71-84.

- Mejia, G. 2013.** Evaluación del comportamiento físico y químico pos cosecha del plátano dominico harton (musa aab simmonds) cultivado en el municipio de belalcazar (caldas). . *Tesis Maestría. Universidad Nacional de Colombia sede Bogota.* , 75 P.
- Morales, G. O.; Bautista M.N.; Valdez C.J.; Carrillo, S.J. L. 2006.** Identificación, biología y descripción de nelangromyza tomatarae steyskal, barrenador del tomate de cáscara *Physalis ixocarpa* Brot. *Instituto de ecología A.C. xalapa, México* , 145-153.
- Montewka D.; Berger I. J.; Dressano K.; Carrer H. 2008.** Phylogeny relationships is solanaceae and related species base don cpDNA sequence from plastid trnEtrnT región. *Crop breeding and applied biotechnology.*, 8, 85-95.
- Mulato B. J.; Peña L. A.; Sahagún C. J.; Villanueva V. C.; López R. J. J. 2007.** Selfcompatibility inheritance in tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Journal Vegetable Crops Research Bulletin*, 67:17-24.
- Nisen, A. M.; Grafiadellis R.; Jiménez G. Malfa G. G. p.; Martinez S. A.; Monteiro H.; Verlodt O.; Villele C.; Zabeltitz H. I.; Denis U. 1990.** Protected cultivation in the mediterranean climate. FAO. Plan production and protection paper num. 90. Rome, Italy.
- Nugent P. E.; Adelberg J. 1995.** Fruit characteristics of hybrid triploid melon. . *HortScience* , 30:821-822.
- Ortuño O. L.; Manzano G. A.; Peña L. A. 1997.** Cultivo de anteras en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista chapingo* , 4: 39-43.
- Ospina M. D. M.; Velásquez C. H. J.; Tórres A. I. D. 2007.** Determinación de la fuerza de la -fractura superficial y Fuerza de firmeza en frutas de lulo (*Solanum quitoense* x *Solanum hirtum*). . *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín* , 60(2):4163-4178.

- Paape T.; Igic N.; Smith S. D.; Olmstead R.; John J. R. 2008.** A 15Myr Bottleneck. . *Molecular Biology and Evolution.* , 25(4): 655-663.
- Pérez G. M.; Márquez S. F.; Peña L. A. 1997.** Mejoramiento Genético de Hortalizas. *Departamento de Fitotecnia. 1a Ed. Universidad Autónoma de Chapingo, México* , 380 p.
- Peña L. A. N.; Magaña L. S.; Montes H. J.; Sánche M. J. F.; Santiaguillo H. O.; Grimaldo J. y Contretras R. 2011.** Manual gráfico para la descripción varietal de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.). *SNICS-SAGARPA, Universidad Autónoma Chapingo* , 87.
- Peña L. A.; Molina G. J. D; Cervantes S. T., Marquéz S. F.; Sahagún C. F. 1998.** Heterosis intervarietal en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista chapingo. serie horticultrura* , 4: 31-37.
- Ponce O. 1995.** Evaluación de diferentes densidades de plantación y niveles de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en hidroponía. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. . *Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México.*, 96 p.
- Ramírez H. E.; Rivera-cruz A.; Benavides A. M.; Robledo V. T. 2010.** Prohexadiona-CA, una alternativa en la producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista chapingo. Sere Horticultura.*, 16(2), 139-145.
- Rasuline VOL, Sotudeh. 2007.** Autotetraploid induction in Grape (*Vitis vinifera* var. Bidaneh) by usin Colchicine. . *Seed and Plant Improvenent Institute.* , 19p.
- Rhodes B.; Zhang X. 2000.** Hybrid seed production in watermelon. . *Journal of new seeds* , 1 (3-4):69-88.
- Riquelme F. 1995.** Poscosecha. en el cultivo de tomate. Nuez. F (ed) Edit. Mundi-prensa, Madrid, España.793p.

- Ruelas H. P. G.; Caro V. F de J.; Pérez G. R.; Valdivia B. R. 2008.** Aptitud combinatoria y heterosis en un cruzamiento dialélico en Jamaica (*Hibiscus sabdanffa* L.). Rev. Chap. Ser. Hort. 14: 325-330.
- Robledo T. V.; Ramírez G. F.; Foroughbakhch P. R.; Benavides M. A.; Hernandez G. G.; Reyes V. H. 2011.** Development of tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) autotetraploids and their chromosome and phenotypic characterization . *Breending Science* , 61: 288-293.
- Saavedra G. M. 2007.** Biodegradación de alperujo utilizando hongos del genero *plerutus* y anélidos de la especie *Eisenia fetid*. *Universidad de Granada departamento de biotecnología*. Pp. 58.
- Sánchez M. J.; Padilla G. J. M.; Bojórquez M. B. A.; Arriaga R. M. C.; Arellano R. L. J.; Sandoval I. E.; Sánchez M. E. 2006.** Tomate de cáscara cultivado y silvestre del occidente de México. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). *Guadalajara, Jalisco, México.*,176.
- Sahagún C. J.; Gómez R. F.; Peña L. A. 1999.** Efectos de aptitud combinatoria en poblaciones de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista chapingo. Serie horticultura* , 5: 23-27.
- Sánchez M. J.; Vargas P. O.; Zamora P. T. 2008.** Cultivo tradicional de *Physalis angulata* L. (solanaceae) Una Especie de Tomatillo Silvestre. . *Avances de Investigación Científica en el CUCBA*. , ISBN: 978-607-00-2083-4.
- Santiaguillo H. J. F.; Cervantes S. T.; Peña L. A. 2004.** Selección para rendimiento y calidad de fruto de cruza planta x planta entre variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Rev. Fitotec. Mex. 27: 85-91.
- Santiaguillo H. J. F.; Blas S. Y. 2009.** Aprovechamiento tradicional de las especies de *Physalis* en México. *Revista de Geografía Agrícola Estudios Regionales de la Agricultura Mexicana.*, ISSN 186-4394. 43:81-86.

- Santiaguillo H. J. F. 2010.** Polinización Controlada en Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). . *Revista Chapingo Serie Horticultura.*, 11(1), 67-71.
- Sasaki K.; Utsunomiya N. 2002.** Effect of Combined Application of CPPU and GA3 on the Growht of Irwin Mano Fruits. . *Journal of Tropical Agriculture* , 46: 224-229.
- SIAP. SAGARPA. 2012.** Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera. <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>. Pagina consultada en 17 de julio del 2012.
- SIAP 2014.** (Servicio de información agroalimentaría y pesquera). [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350).
- SNIIM. 2012.** Servicio Nacional de Información e Integración de Mercados. Anuarios Estadísticos de Mercados Nacionales: frutas y hortalizas. Disponible en: <http://www.economia-sniim.gob.mx> (Octubre 2012).
- Vargas P. O.; Martínez D. M.; Dávila A. P. 2003.** La Familia Solanaceae en Jalisco, el género *Physalis*. *Universidad de Guadalajara, Jalisco. México.*, 127 p.