

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Heterosis en Componentes de Rendimiento y Calidad de Fruto en Híbridos de
Tomate de Cáscara

Por:

CATALINA GARCIA PERALTA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Heterosis en Componentes de Rendimiento y Calidad de Fruto en Híbridos de
Tomate de Cáscara

Por:

CATALINA GARCIA PERALTA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por el Comité de Asesoría:



Dr. Valentín Robledo Torres

Asesor Principal



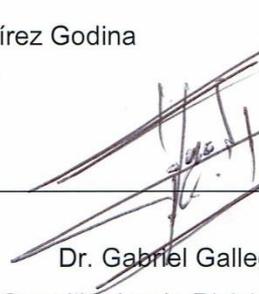
Dra. Francisca Ramírez Godina

Coasesor



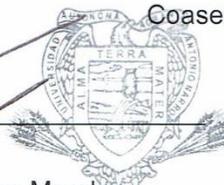
M.C. Neymar Camposeco Montejo

Coasesor



Dr. Gabriel Gallegos Morales

Coordinador de División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre 2017

DEDICATORIA

Con mucho aprecio a mis padres, **Leobardo García Martínez e Irene Peralta Yáñez**

Por su apoyo incondicional en mi formación, por darme la oportunidad crecer con buenos valores, ya que sin ello no estaría aquí ahora, es para ustedes con cariño.

Por que como dicen ustedes si se quiere se puede hacer, mil gracias.

A mis hermanos (as) **Eusebio, Alejandro, Venancio, Esteban, Pilar y Mariana**, con mucho cariño para cada uno de ustedes, que me motivaron a terminar la carrera. Es muy grato para mí su confianza, sus consejos y amistad que me brindan y de alguna manera quiero compensarlos.

A mi esposo Fredy Calvo Castillo que siempre me ha apoyado así como motivado en el presente trabajo.

Así como a compañeros y amigos que forman parte en mi vida, a aquellos que aunque lejos se preocupaban por saber cómo iba, en especial a Mónica, Inés, Carla, Felipe, Miguel, Rodolfo, Janet. Por compartir buenos momentos.

Con mucho cariño a la **familia Godina Sandoval** por haberme recibido en su hogar, a don Pepe y Sra. Tere.

AGRADECIMIENTOS

A la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro** por haber sido mi segunda casa.

A los **Profesores de la Universidad**, que me impartieron clases, que se esforzaron en dar la mejor cátedra y transmitir sus conocimientos y así facilitar desempeño profesional de cada uno de sus alumnos.

Al **Dr. Valentín Robledo Torres** (asesor principal), por su amistad y disponibilidad en el asesoramiento de este proyecto.

Al **M.C. Neymar Camposeco Montejo** (coasesor) por su amistad y gran disponibilidad en el asesoramiento del trabajo de tesis.

A la **Dra. Francisca Ramírez Godina** por su valiosa disponibilidad para asesoramiento y revisión de tesis.

A **Dios**, por haberme dado salud y dicha de terminar esta Carrera Profesional.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	IV
INDICE GENERAL	V
INDICE DE CUADROS	VII
INDICE DE FIGURAS	VII
RESÚMEN	VIII
I.- INTRODUCCIÓN	1
II.- OBJETIVOS	2
III.- HIPÓTESIS	2
IV.- REVISIÓN DE LITERATURA	3
Origen.....	3
Importancia.....	4
Taxonomía.....	5
Propiedades alimenticias del tomate de cáscara.....	6
Descripción botánica.....	6
Fenología y desarrollo del cultivo.....	7
Fisiología del tomate de cascara.....	8
Crecimiento.....	8
Desarrollo de entrenudos.....	9
Floración.....	10
Polinización.....	10
Fructificación.....	11
Cosecha.....	11
Almacenamiento y conservación pos cosecha.....	12
Plagas del tomate de cáscara	13
Enfermedades del tomate de cáscara.....	13
Mejoramiento genético en tomate de cáscara.....	14
Heterosis.....	16

Fertirrigación.....	17
V.- MATERIALES Y METODOS.....	18
Material genético.....	18
Establecimiento del experimento.....	19
Siembra.....	19
Trasplante.....	19
Fertilización.....	20
Control de plagas y enfermedades.....	20
Componentes de Rendimiento.....	20
Rendimiento total de fruto (RTF).....	20
Número de frutos por planta (NFP).....	21
Peso promedio de frutos (PPF).....	21
Diámetro ecuatorial de fruto (DEF) (mm).....	21
Diámetro polar de fruto (DPF) (mm).....	21
Calidad de fruto en Híbridos y sus Progenitores.....	21
Sólidos solubles totales (°Brix).....	21
Firmeza de Fruto (FF).....	22
Análisis estadístico.....	23
VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	24
Componentes de rendimiento.....	24
Rendimiento total de fruto (RTF).....	24
Número de frutos por planta (NFP).....	25
Peso promedio de frutos (PPF).....	26
Diámetro ecuatorial de fruto (DEF) (mm).....	26
Diámetro polar de fruto (DPF) (mm).....	26
Calidad de Fruto en Híbridos y sus Progenitores.....	27
Sólidos solubles totales (°Brix).....	27
Firmeza de Fruto (FF).....	29
Heterosis.....	29
Rendimiento total de fruto (RTF).....	29
Número de frutos por planta (NFP).....	31
Peso promedio de frutos (PPF).....	31

Diámetro ecuatorial de fruto (DEF) (mm).....	32
Diámetro polar de fruto (DPF) (mm).....	32
Sólidos solubles totales (°Brix).....	32
Firmeza de Fruto (FF).....	32
VII.- CONCLUSIONES.....	34
VIII.- LITERATURA CITADA.....	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición química en 100 g de fruto de tomate de cascara.....	6
2	Progenitores e híbridos de tomate de cascara, evaluados en el campo agrícola de General Cepeda, Coahuila.....	19
3	Cuadros Medios del análisis de varianza para variables de los Componentes de Rendimiento en tomate de cascara, en General Cepeda, Coahuila 2013.....	27
4	Comparación de medias aplicado a componebtes de rendimiento de fruto de tomate de cascara, en General Cepeda, Coahuila 2013.....	28
5	Comparación de Medias de dos variables relacionadas con la calidad de fruto en el cultivo tomate de cáscara, en General Cepeda, Coahuila 2013.....	30
6	Estimación de la heterosis en híbridos de tomate de cascara estudiados en General Cepeda, Coahuila 2013.....	36

INDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Los rendimientos más sobresalientes t*ha ⁻¹ . En el cultivo de tomate de cascara en el campo agrícola experimental de General Cepeda, Coahuila, 2013.....	25

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue desarrollado en el Campo Agrícola Experimental de General Cepeda, en el ciclo primavera-verano del 2013, con el objetivo de evaluar progenitores e híbridos, así como estudiar la heterosis en variables agronómicas y de calidad en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). Este trabajo fue establecido bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones, con riego por goteo y acolchado plástico de color negro. La unidad experimental estuvo constituida por 12 plantas con competencia completa, cuya separación entre plantas fue de 30 cm y la separación entre surcos de 1.80 m.

Las variables evaluadas fueron: rendimiento total de fruto (RTF), número de frutos por planta (NFP), peso promedio de fruto (PPF), diámetro ecuatorial de fruto (DEF), diámetro polar de fruto (DPF), sólidos solubles totales (°Brix) y firmeza de fruto (FF). El híbrido más sobresaliente fue la cruce 3*4, con rendimientos de 47.19 t.ha⁻¹, y heterosis de 35.93 %, distribuidas a lo largo de cuatro cortes. Superando el rendimiento medio nacional de forma significativa ya que es de 16.59 t.ha⁻¹. Mientras que la cruce con mayor porcentaje de heterosis fue 1*6 con 117.91 % y un rendimiento de 38 t.ha⁻¹. Concluyendo que fue posible identificar genotipos con altos valores de heterosis e inferir que es posible realizar híbridos intervarietales triples de alto rendimiento de fruto, para producción en la región de General Cepeda, Coahuila.

Palabras clave: *Physalis ixocarpa* Brot., diversidad genética, mejoramiento genético, vigor híbrido, selección.

I.- INTRODUCCIÓN

El tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.) también llamado tomate verde, tomate de hoja, tomate de fresadilla, tomate de bolsa y tomatillo era conocido por los Mayas y Aztecas desde épocas prehispánicas, siendo México su centro de origen y domesticación (Menzel, 1951; Peña y Márquez, 1990; Santiaguillo *et al.*, 1994). Tanto los tipos silvestres como los cultivados tienen una constitución cromosómica diploide $2n=24$ (Grimaldo, 1997), aunque algunas especies del género son poliploides (Menzel, 1951) y otras presentan cromosomas accesorios (Patil, 1967).

Actualmente el tomate de cascara tiene importancia nacional, ya que se cultiva en 27 de los 32 Estados de la República siendo las entidades con mayor importancia: Sinaloa, Puebla, Jalisco, Zacatecas, y Michoacán (SIAP, 2016). Entre las hortalizas en México, el tomate de cáscara ocupa el quinto lugar en cuanto a superficie sembrada, con 42,882 Ha, con un rendimiento promedio de 16.59 t.ha⁻¹ y con un valor de la producción de 3, 006,099.93 millones de pesos. Y solo cuatro hortalizas se siembran en mayor superficie: chile verde (*Capsicum annuum* L), papa (*Solanum tuberosum*), cebolla (*Allium cepa* L) y tomate rojo (*Lycopersicon esculentum* Mill).

El incremento en la superficie sembrada se dio principalmente en la década de los setentas, debido a un aumento en el consumo *per capita* a nivel nacional (7 Kg) así como la exportación hacia los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá, principalmente, a partir de la década de los ochentas. El rendimiento promedio nacional de 16.59 t.ha⁻¹ es bajo en relación con el potencial productivo del cultivo, que se estima en 40 ton (Peña y Santiaguillo 1999).

La especie es autoincompatible (Pandey, 1957), siendo la selección masal, selección familiar de medios hermanos y selección combinada de medios hermanos, los métodos genotécnicos de selección más apropiados para su

mejoramiento (Peña y Márquez, 1990); sin embargo, la formación de híbridos mediante el uso de líneas dihaploides obtenidas por cultivo de anteras tiene un gran potencial (Peña, 1994).

No obstante que el tomate de cascara es originario de México su mejoramiento genético es limitado dando lugar bajos rendimientos a nivel comercial, como resultado de la falta de conocimiento respecto a variables que contribuyen al incremento del rendimiento del cultivo y al escaso uso de variedades mejoradas genéticamente, por lo tanto se plantean los siguientes objetivos.

Objetivo General

Identificar genotipos de alto rendimiento y calidad de fruto, de tomate de cascara.

Objetivos Específicos

- Evaluar los componentes de rendimiento de híbridos y progenitores de tomate de cáscara e identificar los más sobresalientes.
- Analizar la calidad de fruto de híbridos y sus progenitores de tomate de cáscara
- Estimar la heterosis de los híbridos estudiados en el presente trabajo.

Hipótesis

Entre estas variedades existe divergencia genética con potencial para dar alta heterosis en la cruza intervarietal.

IV.- REVISIÓN DE LITERATURA

Origen

En México, el tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), es un cultivo que está incluido en el grupo de las hortalizas. Se le conoce también como tomate, tomate verde, tomate de hoja, tomate de fresadilla, tomate de bolsa y tomatillo. Según reporta Castillo (1990), el término tomate deriva del vocablo náhuatl “Ayacachtomatl” (Ayacah (tli): sonaja, cascabel y tomatillo).

El tomate de cáscara pertenece al género *Physalis* de la familia de las Solanáceas, con distribución principalmente en zonas templadas y tropicales de América y algunas áreas del este de Asia, India, Australia, Europa y África Tropical. Varias especies de *Physalis* han sido cultivadas por sus frutos, destacándose: peruviana, pruinosa e ixocarpa (Menzel, 1951). Esta última se considera originaria de México (vertiente del pacífico) donde se le encuentra en forma silvestre desde Guatemala hasta California.

Dentro de las diferentes especies de *Physalis*, actualmente *Physalis ixocarpa* Brot. Es la única especie considerada bajo cultivo comercial en México, Comprende ocho razas: Silvestre, Milpero, Arandas, Manzano, Puebla, Rendidora, Salamanca y Tamazula. Las tres últimas son consideradas más importantes, y solo de Rendidora se han derivado variedades mejoradas, (Peña *et al.*, 1999).

Importancia

El producto comercial, es destinado principalmente para consumo alimenticio en fresco como un componente más de diversos platillos regionales típicos, o bien para el procesado industrial, destacando la elaboración de salsas y condimentos alimenticios (Peña y Márquez, 1990).

Su importancia se refleja en el hecho de que, de una planta poco conocida paso a ser una hortaliza de amplio cultivo en México y con gran potencial en otros países de América y Europa. Sin embargo, la investigación sobre esta hortaliza es limitada; la mayor parte de ella está referida a la técnica de producción y métodos de mejoramiento genético. La estadística sobre el cultivo comercial de tomate de cáscara en México se reporta a partir del año 1932, con una superficie cosechada de 1 415 hectáreas.

El tomate de cáscara se produce en casi todo México, parte de Estados Unidos y Centro América. Durante el periodo 1990 a 2000, la producción de tomate de cáscara representó el 4.25% de la superficie total de hortalizas a nivel nacional, teniendo un crecimiento promedio anual de 4.4%. Alrededor del 81% del tomate producido es bajo condiciones de riego, el resto 19% es de temporal (Fundación PRODUCE Puebla A.C., 2003). Entre las hortalizas la superficie sembrada de tomate verde está por debajo únicamente de chile verde (*Capsicum annum* L.), papa (*Solanum tuberosum* L.) cebolla (*Allium cepa* L.), y tomate rojo (*Solanum lycopersicum* L.), siendo los estados de Sinaloa, Puebla, Jalisco, Zacatecas, y Michoacán, los que más superficie destinan a su producción, además las exportaciones a Estados Unidos y Canada han cobrado gran importancia (SIAP, 2016).

Taxonomía

La nomenclatura taxonómica del género *Physalis* es compleja (Menzel, 1951). Esta situación ha generado una redefinición constante de varias de sus especies, como es el caso de *P. clarionensis*, *P. constricta*, *P. stapeliodes*, *P. lanceolata* y *P. jaliscencis*, entre otras (Santiaguillo *et al.*, 2010).

La definición del estatus taxonómico de *P. ixocarpa* Brot. ex Hornem. y *P. philadelphica* Lam. Ha mostrado gran controversia. Waterfall (1967) consideró a *P. ixocarpa* Brot. ex Hornem. y *P. aequata* J. Jacq. ex Nees como sinónimos de *P. philadelphica* Lam. Por su parte Fernández (1974) citado por Hudson (1986), demostró morfológica y citológicamente que *P. ixocarpa* y *P. philadelphica* son dos especies distintas.

La clasificación del tomate de cáscara obedece principalmente a las características fenotípicas del fruto y al número cromosómico (Jones, 1987).

Clasificación Botánica de *Physalis* con base en (D'Arcy, 1979; Santiaguillo *et al.*, 2010).

Reino.....Plantae
Subreino...Embryobionta
División.....Magnoliophyta
Clase.....Magnoliopsida
Subclase.....Dicotyledoneae (Magnoliopsida)
Orden.....Solanales
Familia.....Solanaceae
Subfamilia...Solanoideae
Tribu.....Solaneae
Género.....*Physalis*
Especie.....*ixocarpa* Brot. Ex hornem

Propiedades Alimenticias del Tomate de Cáscara

Cuadro 1. Composición química en 100g de fruto de tomate de cáscara.

Humedad	90.4-91.7 g	Sodio	0.4 mg
Proteína	0.171-0.7 g	Potasio	243 mg
Grasa	0.6 g	Cobre	0.09 mg
Hidratos de carbono	5.8 g	Azufre	27 mg
Fibra	0.6-1.7 g	Cloruro	14 mg
Ceniza	0.6-0.69 g	Caroteno (Vitamina A)	80 UI o 0.061-0.074 mg
Calcio	6.3-10.9 mg	Tiamina	0.054-0.106 mg
Magnesio	23 mg	Riboflavina	0.023-0.057 mg
Fósforo	21.9-40 mg	Niacina	2.1-2.7 mg
Fitina fósforo	7 mg	Ácido ascórbico	2-4.8 mg
Hierro	0.57-1.4 mg	Hierro ionizable	1.0 mg

De acuerdo a los análisis de la fruta descascarillado, efectuadas en Guatemala y la India (Morton, 1987).

Descripción Botánica

Herbácea anual, erecta, extendida hasta de 1 m de alto, glabra, las partes jóvenes con algunos tricomas simples (Santiaguillo *et al.*, 2010).

Raíz

Típica o columnar, presenta ramificaciones secundarias, profundas que pueden alcanzar hasta 60 cm o más. En sistema de plantación sufre una modificación transformándose en fibrosas y de poca penetración al suelo, es por eso que se recomienda hacer trasplantes directos de charola, no de almácigo; y procurar que la raíz no quede al desnudo o se quiebre (López, 2011).

Tallo

Es cilíndrico, glabro, erecto y ramificado de 0.9 a 1.2 m de altura. Herbáceo o ligeramente leñoso en la base (Santiaguillo *et al.*, 2010; Taboada y Oliver, 2004).

Hoja

Son alternas, delgadas, ovadas o lanceoladas, entre 5 y 7.5 cm de largo, dentadas y con peciolo largo de textura suave (Santiaguillo *et al.*, 2010; Taboada y Oliver, 2004).

Flor

Las flores son grandes, solitarias y abiertas, de 1.8 cm de diámetro, con bordes amarillos brillantes, monopétalas con corola amarilla, presentan cinco manchas de color pardo oscuro, el cuello pubescente, máculas simples, púrpuras azules claras en ejemplares de herbario; estambres con anteras azules, después de la dehiscencia; cáliz glabro, globoso o con diez líneas tenues en el fruto, muy inflado sobre la baya, de color verde con tonalidades púrpuras en la base, las anteras son púrpuras, pentadentado, tiene cinco estambres; el estilo es delgado; el estigma casi bilobulado. Por lo general, las flores están sobre pedicelos axilares a extraxilares (Santiaguillo *et al.*, 2010; Taboada y Oliver, 2004).

Fruto

Es una baya amarilla o verdosa algo viscosa, miden desde 1 a 5 cm de diámetro, globoso, liso, pegajoso, algo ácido, cubierto por el cáliz avejigado (Taboada y Oliver, 2004; Santiaguillo *et al.*, 2010), otros autores mencionan diámetros de 1.6 a 6 cm (García, 2001).

Fenología y Desarrollo del Cultivo

La fenología es el estudio de las relaciones entre las condiciones climáticas y fenómenos biológicos periódicos (Rallo y Fernández, 1999). Según Cartujano (1984), la fenología del tomate de cáscara es la siguiente:

Nacencia. Se da una semana después de la siembra.

Prolongación del eje principal. Se presenta de la cero a la cuarta semana después de la emergencia.

Crecimiento vegetativo. Comienza desde la semana cero a la semana catorce.

Producción de botones florales. Se manifiesta de la semana tres a la semana catorce.

Floración. Inicia de la semana cuatro a la semana catorce.

Fructificación. Comienza de la semana cinco a la semana catorce.

Senescencia. Se inicia de la semana doce a la semana catorce.

Fisiología del Tomate de Cáscara

Crecimiento

Planta herbácea, anual, de 40 a 120 cm de altura o más. Presenta tres tipos de crecimiento: Erecto, Rastrero y Semirrastrero.

El tipo erecto se identifica por el aspecto arbustivo que presenta la planta, originada por un crecimiento casi vertical del tallo. Presenta la desventaja que se doblan y/o rajan con el peso de los frutos (Saray, 1977; López, 2011).

El hábito rastrero se caracteriza porque generalmente crece en forma erecta solo hasta 30 cm y conforme se desarrolla la planta, los tallos se extienden sobre la superficie del suelo hasta un metro (Saray, 1977).

El tipo semirrastrero presenta claras diferencias con características intermedias de los dos tipos anteriores; no es tan ramificado como el tipo rastrero, pero sí con las ramificaciones laterales que el tipo erecto. Su altura sobrepasa los 30 cm, pero no más de 80 cm (Saray, 1977).

La planta de tomate de cáscara tiene un ciclo de vida de 85 a 90 días desde la siembra a la senescencia; una vez que emerge la plántula inicia un crecimiento

lento, aproximadamente de un cm por día; posteriormente, como a los 24 días el crecimiento se acelera en forma considerable y se estabiliza a los 55 días, que es cuando la planta alcanza una altura de 90 cm de longitud (en las plantas rastreras aproximadamente 40 cm); la planta sigue creciendo lentamente y puede llegar a alcanzar poco más de 1 m de altura (en plantas erguidas), esto sucede como a los 70 días, después la planta empieza a envejecer rápidamente hasta su muerte (Saray y Loya, 1977; Verdejo, 1987).

En un estudio realizado por Mulato *et al.* (1987) mencionan que la planta de tomate de cáscara de la variedad Rendidora en Zacatepec, Morelos, presentó un ciclo de vida de 90 a 98 días desde la emergencia hasta la senescencia. El crecimiento en principio es lento hasta las 4 a 5 semanas, posteriormente el crecimiento es un poco más rápido, entre las 6 a 10 semanas, estabilizándose en la semana 10, para luego disminuir en las siguientes semanas, notándose síntomas de senescencia (amarillamiento de hojas) en la semana 12.

Desarrollo de Entrenudos

Los entrenudos de las plantas de tomate de cáscara alcanzan diferentes longitudes en las distintas etapas de su desarrollo. Lo que da origen que las plantas presenten marcadas zonas a las cuales se les ha denominado: *zona de no ramificado*, *zona inicial*, *zona media*, *zona transitoria* y *zona terminal*, las últimas cuatro ocurren sobre las cuatro ramificaciones principales del tallo. En forma general, sobre cada nudo siempre se desarrolla una hoja y dos ramificaciones y en cada bifurcación una rama se desarrolla más que otra (tipo simpodial de dicotomía original). Por otro lado también se observa que el crecimiento de los entrenudos no se detiene con la aparición de los órganos generativos. Los entrenudos se van haciendo cada vez más cortos debido a que la planta entra a la etapa de senescencia. Los entrenudos basales son más cortos quizá porque en un inicio hay otros órganos causando competencia en su desarrollo (Mulato *et al.*, 1987; Serrano, 1998).

Floración

La diferenciación de las primeras yemas florales se lleva a cabo entre los 17 y 20 días después de la siembra; la aparición de las primeras flores ocurre a los 28 y 30 días y continúa creciendo hasta que la planta muere. A los 30 días cuenta con 6 flores, después hay una etapa con gran producción de éstas, a los 52 días se tienen cerca de 125 flores y posteriormente disminuyen en forma considerable (Cartujano, 1984). En el cultivar Rendidora las primeras flores duran de 8 a 10 días para desarrollarse de un botón floral pequeño hasta una flor abierta por completo (Saray *et al.*, 1977). Una vez ocurrido la fecundación, en forma inmediata el ovario y el cáliz comienzan a elongarse, este último comienza a envolver el fruto joven del tomate, agrandándose a su próximo tamaño antes de que el fruto madure; la baya crece lentamente y pronto adquiere su forma característica, algunos frutos pueden llenar por completo la bolsa que los cubre y otros no la llenan, pero en su mayoría la rompen (Saray y Loya, 1977).

Polinización

En esta especie no es posible la polinización por la misma planta, es decir que se autofecunde, debido a la incompatibilidad gametofítica del tomate, que está dada por dos genes con alelos múltiples, se comporta como una planta alógama obligada (de polinización cruzada). La polinización natural es llevada a cabo principalmente por *insectos*, siendo las abejas las que más realizan esta labor. Una vez que la flor ha sido polinizada se cierra y no vuelve a abrirse, luego comienza a marchitarse para enseguida caer (Pérez *et al.*, 1997).

En un estudio realizado por Santiaguillo *et al.*, (2005) mencionan que con el cubrimiento de plantas en pares incrementa el número de flores, frutos y el porcentaje de flores amarradas favoreciendo la polinización cruzada, y con el de plantas solas se reduce el número de frutos y el porcentaje de flores amarradas, ya que se evita el cruzamiento y se promueve la autofecundación. La

autoincompatibilidad en tomate de cáscara no es completa y posiblemente es menor en la variedad “CHF1-Chapingo” que en la variedad “Verde Puebla”.

Fructificación

Cartujano, (1984) encontró que una planta de tomate de cáscara puede llegar a producir hasta 90 frutos de los cuales no todos amarran. Existe cierta relación tanto del peso promedio por fruto y número de éstos con determinado carácter de la planta. El promedio de frutos por plantas es de 14, obteniéndose un rango de 7 frutos para planta erecta amarilla y 19 frutos por planta para el tipo rastrero y erecto verde. El peso promedio del fruto es de 33.3 g siendo para el tipo rastrero amarillo de 40.25 g por fruto y de 22.89 g para el tipo erecto verde.

El cuajado de los frutos fecundados que han iniciado el desarrollo del ovario, comienza de los 35 a los 42 días. En este momento el cáliz está formado y dentro de él se inicia una etapa llamada floración de cáliz (iniciación de fructificación), que no es otra cosa que un fruto pequeño bien definido en proceso de desarrollo. Normalmente del cuajado de los frutos a la maduración de los mismos transcurren aproximadamente de 20 a 22 días. La producción comercial se obtiene entre los 4 y 7 primeros entrenudos, pero con un desarrollo de las plantas se presentan frutos comerciales hasta el décimo entrenudo (Saray y Loya, 1977; Pérez *et al.*, 1997). Por otra parte, Mulato *et al.*, (1987) mencionan que la fructificación tiende a acumularse en ciertas ramificaciones que generalmente son las más vigorosas (ramas principales) y en los entrenudos más cercanos al tronco o eje principal. En contraste, la abscisión es muy marcada en las ramas laterales y sublaterales. De esto se podrían probar algunas prácticas como los despuntes mecánicos o químicos o la utilización de algunos retardantes del crecimiento, para estimular el amarre de frutos inhibiendo el crecimiento vegetativo.

Cosecha

El momento óptimo de cosecha para tomate de cáscara, es cuando las frutas llenan la bolsa, cascabel (o cáliz), que incluso lo rompen generalmente, esto ocurre entre los 70 y 80 días en climas tropicales y a los 100 días en condiciones

templadas. El número de cortes varía de cuatro a seis, se dice que el mayor tamaño de fruto de tomate de cáscara se obtiene en el primer corte, dependiendo del vigor y carga de la planta. El primer corte debe hacerse cuando hayan alcanzado madurez fisiológica de tres a cuatro frutos por planta, que generalmente ocurre de los 55 a 77 días después de la siembra (Saray, 1982; Peña y Márquez, 1990). Peña *et al.*, (1997) mencionan que en la cosecha cada 7 días existe una alternancia del rendimiento entre cortes, obteniéndose el mayor tamaño de fruto en el primer corte y descendiendo a través de cortes. El mejor intervalo entre cosechas fue de 21 días, o cuando más cada 14 días, reduciéndose el rendimiento en 53.6 % en relación a cuando sólo se realiza una cosecha al final del ciclo del cultivo.

Almacenamiento y Conservación Pos cosecha

Macías, (1995) al trabajar con las variedades Salamanca, Rendidora, Tamazula y el Compuesto Mejorado (CHF1) de tomate de cáscara, encontró que los periodos de almacenamiento (0, 15, 30 y 45 días a partir del momento de la cosecha), son determinantes en la calidad de frutos, ya que con períodos prolongados de almacenamiento se disminuye la firmeza del fruto y se aumenta la susceptibilidad al daño por golpes o compresiones. Por su parte Magaña *et al.* (1997) concluyen que la vida de anaquel del fruto de tomate de cáscara está influenciada por el momento de corte y mínimamente por el tipo de empaque, donde el mejor momento de corte es el primero y el empaque que dio mejor resultado fue cajas de madera.

En un estudio realizado por Cruz *et al.* (2012) concluye que la presencia o ausencia del cáliz no fue relevante en el comportamiento fisiológico de las características de los frutos de tomate de cáscara, excepto en el contenido de clorofila y color. Frutos almacenados a 4°C (por 20 días) presentaron el mayor efecto benéfico al disminuir la pérdida de peso, tasa de respiración y producción de etileno, así como en mantener sin cambios la firmeza, contenido de clorofila, color y sólidos solubles.

Plagas del Tomate de Cáscara

Existe una amplia variedad de insectos plaga de importancia en el cultivo del tomate, entre las que se encuentran: Mayate del tomate de cáscara (*Lema trilineata daturaphila* Kogan y Goeden), Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West.), Pulga saltona (*Epitrix* sp.), Pulgón saltador (*Paratrioza cockerelli* sulc), Frailecillo o burro (*Macrodactylus mexicanus* Burmeister), Picudo del toloache (*Trichobaris mucorea* Le Conte), Mosca del tomate de cáscara (Díptera: *Lonchaeidae*), Gusano alfilerillo (*Diabrotica undecimpunctata* Howardi Baber) (Jiménez *et al.*, 1992). Arrocillo del tomate de cáscara (*Melanagromyza tomaterae* Steyskal) (Morales *et al.*, 2002); Minador de la hoja (*Liriomyza trifoli*), Gusano soldado (*Spodoptera exigua* Hubner), Gusano del fruto (*Helicoverpa zea* Boddie y *Heliothis virescens* F.), Ácaro blanco (*Polyphagotarsonemus latus* Banks), Mosquita Blanca (*Bemisia argentifolii* Bellows & Perring), Trips amarillo (*Frankliniella* spp.), Pulgones o áfidos (*Myzus persicae* Sulzer) (Fundación PRODUCE Sinaloa A.C., 2005).

Enfermedades del Tomate de Cáscara

Esta hortaliza es atacada por múltiples patógenos, entre las que se encuentran: Amarillamiento (*Fusarium* sp.) (Soto *et al.*, 1998); Cenicilla del tomatillo (*Podosphaera* (*Sphaerotheca*) *xanthii*), Mancha foliar del tomatillo (*Cercospora* sp.) (Félix *et al.*, 2007). Secadera o “Damping-off” (*Fusarium solani*, *F. oxysporum*, *Rhizoctonia solani* y *Pythium* sp.), también se puede detectar a *Macrophomina phaseolina* y a *Sclerotium rolfsii*, que dañan plantas solo en campo, pudrición de la base del tallo (Bacterias como, *Pseudomonas* y *Erwinia*; hongos como *Alternaria* sp.), Carbón del tomate de cáscara (*Entyloma australe* Speg), entre los virus están (AMV, CMV, TSWV, TEV, begovirus, PVY) (Fundación PRODUCE Sinaloa A.C., 2005). Se tiene el reporte de un fitoplasma que ataca al tomatillo: *Candidatus “Phytoplasma asteris”* (Santos *et al.*, 2007).

El Mejoramiento Genético en Tomate de Cáscara

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 "Rendidora". Su promedio de rendimiento fue de 21.3 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).

Sahagún (1992) indica que en el mejoramiento genético de una especie, el fitomejorador debe de tener perfectamente definidas las características agronómicas y el comportamiento del material que se va a obtener. Por su parte Santiaguillo *et al.*, (1996) mencionan que si la meta final del fitomejorador es la liberación de cultivares altamente productivos y agronómicamente deseables, es conveniente que el proceso de evaluación, considere experimentos de campo, realizados en varios ambientes, con la idea de generar información relacionada con la estabilidad de su rendimiento.

Santiaguillo *et al.*, (1996) mencionan que dada la autoincompatibilidad presente en dicha especie, ésta imposibilita la formación de líneas endogámicas y por consecuencia la hibridación clásica, por lo tanto la vía genotécnica utilizada a la fecha es la selección.

Peña y Márquez (1990) indican que la selección masal y familiar de medios hermanos son los métodos genotécnicos de selección más apropiados para el mejoramiento del tomate de cáscara, por su parte Peña (1994) indica que la formación de híbridos mediante el uso de líneas dihaploides obtenidas por cultivo de anteras tiene gran potencial.

El mejoramiento genético por hibridación, desarrollado principalmente por la Universidad Autónoma Chapingo, ha seguido diferentes rumbos, limitado por la autoincompatibilidad de la especie, que dificulta la formación de líneas endogámicas por autofecundación. Uno de ellos es la obtención de líneas homocigóticas a partir de haploides derivados por cultivo de anteras, lográndose obtener plantas diploides ($2n=24$) y mixoploides ($n=12$, $2n=24$, $3n=36$ y $4n=48$) después de seis semanas en cultivo (Ortuño *et al.*, 1998).

A partir de la formación de híbridos intervarietales, se han obtenido incrementos en rendimiento de fruto de 14.29% que el mejor progenitor y sus efectos de heterosis específica fueron más importantes que los de heterosis varietal en los tres caracteres estudiados, por lo que éstas variedades (Verde Puebla y CHF1-Chapingo) podrían ser la base de un programa de mejoramiento por hibridación (Peña *et al.*, 1998).

Soto *et al.*, (1998) al evaluar 95 genotipos de tomate comenta que hubo genotipos que presentaron mayor tolerancia a *Fusarium sp.*, durante el desarrollo del cultivo, fueron rendidores y con tamaño de fruto grande; por lo que pueden considerarse como germoplasma útil para el programa de mejoramiento.

Para obtener híbridos intervarietales rendidores es necesario que los progenitores sean de alto rendimiento y genéticamente divergentes. En especies autoincompatibles, como en el tomate de cascara, el rendimiento de los híbridos intervarietales puede aumentarse si estos se forman entre dos plantas (sin endogamia) de dos variedades que cumplan con las características mencionadas, debido a la mayor aptitud combinatoria específica entre algunas plantas, la cual se expresa en alta heterosis (Manzo *et al.*, 1998).

Heterosis

Kuruvadi et al., (1993) indican que la heterosis es el producto de comparar las características de la generación F1 con el promedio de ambos progenitores, mientras que la heterobeltiosis es la comparación de la F1 con el progenitor superior. Parga *et al.*, (1992) señalan que la importancia y utilización de la heterosis, depende de los incrementos en el rendimiento y el grado en que se manifiestan otros caracteres de interés agronómico y económico con respecto al mejor de los progenitores.

Allard (1980) menciona que los cruzamientos de progenitores de diferentes orígenes produjeron mayor heterosis que los genitores más relacionados, indicando además que el grado de heterosis en cruzamientos varietales de especies autógamas como cereales, judía y tomate, indican respuestas medias menores que en plantas alógamas, aunque algunos híbridos F1 muestran un aumento considerable de vigor sobre el genitor superior.

Robles (1986) manifiesta que la máxima expresión de heterosis se espera obtener al cruzar dos líneas puras por contener el híbrido un mayor número de genes heterocigóticos; otro factor que influye en el aumento del vigor híbrido es la eliminación, por selección, de genes deletéreos que se eliminan en los procesos de autofecundación y homocigosis en la formación de las líneas puras. Por lo tanto Robles (1986), considera que la expresión de la heterosis se debe a la acción conjunta de todos los genes interalélicos e intralélicos que interviene en dicha expresión.

Por su parte Kuruvadi (1988) expresa que generalmente los progenitores de fuentes diversas manifiestan más heterosis en sus híbridos para rendimiento y sus componentes que los progenitores relacionados y su progenie exhibe un amplio espectro de variabilidad para selección de genotipos superiores.

Wassimi *et al.* (1986) explica que la heterosis significativa en los medios hermanos puede ser debida a ligamento en la fase de repulsión de genes dominantes, o simplemente debido a asociaciones de alelos en los progenitores endogámicos.

Martin *et al.* (1995) expresa que la heterosis en la progenie F1 ha sido usada como un indicador de la diversidad genética entre progenitores. Asumiendo que la heterosis es función de la heterocigocidad, la heterosis puede ser una función aumentada de la diversidad parental.

Fertirrigación

Definido como el abonado por medio del riego (Rallo y Fernández (Coord.), 1999). El fertirriego combina la aplicación de agua de riego con los fertilizantes (Bautista y Alvarado, 2006).

El riego localizado presenta numerosas ventajas respecto al sistema de riego tradicional en relación a la utilización de aguas salinas y al ahorro de agua. Sin embargo, en los últimos años se ha demostrado que las mayores posibilidades de este sistema de riego se centran en la utilización del agua como vehículo de una dosificación racional de fertilizantes. Es decir, que ofrece la posibilidad de realizar una fertilización día a día, en función del proceso fotosintético y exactamente a la medida de un cultivo, un sustrato y agua de riego determinados y para unas condiciones ambientales definidas (Cadahía, 2005).

V.- MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en General Cepeda, Coahuila, México, durante el ciclo primavera- verano del 2013. Cuyas coordenadas son 25° 22' latitud norte y 101° 27' longitud oeste y una altitud de 1465 m.s.n.m. El clima es de tipo BSh semiárido, en el noroeste del municipio es de subtipos secos templados, al noreste y sur prevalecen los tipos secos semicálidos; la temperatura media anual es de 18 a 20°C y la precipitación media anual se encuentra en el rango de los 300 a 400 milímetros, con régimen de lluvias en los meses de mayo, junio, julio, noviembre, diciembre y enero; los vientos predominantes soplan en dirección sur a velocidades de 8 a 15 km/hr. La frecuencia de heladas es de 8 a 12 días y granizadas de 2 a 5 días.

Material Genético

El material genético utilizado en esta investigación fue proporcionado por el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, resultado de cruza directas y recíprocas, realizadas años atrás y al hacer las combinaciones se lograron 26 híbridos, en la presente investigación se utilizaron 7 progenitores: (1) Coloso, (2) P. Angulata, (3) Palmarito, (4) G. Esmeralda, (5) M. Tamazula, (6) Rendidora, (7) UAN 133-05 y sus 26 híbridos formados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Progenitores e híbridos de tomate de cascara, evaluados en el campo agrícola de General Cepeda, Coahuila.

Clave	Progenitores	Clave	Híbridos	Clave	Híbridos
1	Coloso	8	(1*3)	16	(4*5)
2	P. Angulata	2	(1*4)	17	(4*6)
3	Palmarito	3	(1*5)	18	(4*7)
4	G. Esmeralda	4	(1*6)	19	(5*1)
5	M. Tamazula	5	(2*1)	20	(5*3)
6	Rendidora	6	(2*5)	21	(5*7)
7	UAN 133-05	7	(2*6)	22	(6*1)
		8	(2*7)	23	(6*3)
		9	(3*1)	24	(6*4)
		10	(3*4)	25	(6*5)
		13	(3*7)	26	(7*3)
		14	(4*1)	28	(7*5)
		15	(4*3)	29	(7*6)

Establecimiento del Experimento

Siembra

Se llevó a cabo el día 7 de marzo del 2013, en charolas de poliestireno de 200 cavidades, usando como medio de germinación Peat moss y perlita en una proporción 80:20 respectivamente, permanecieron durante 30 días en el invernadero del Departamento de Horticultura de la UAAAN.

Trasplante

El día 05 de abril previamente al trasplante se dio un riego pesado a la parcela, para evitar el estrés de las plántulas por falta de agua y evitar la pérdida de plántulas. El trasplante se llevó a cabo el 06 de abril del 2013, cuando las plántulas tenían una altura de aproximadamente 15 cm.

Las plántulas fueron establecidas en camas elevadas de 25 cm, con acolchado plástico de color negro, con riego por goteo, a una distancia de 1.80 metros entre camas, a doble hilera en forma de tresbolillo y 60 cm entre plantas, resultando un total de 18,515 plantas/ha, se realizaron deshierbes en las primeras tres semanas, posteriormente ya no se presentaron hierbas.

El experimento se realizó bajo un arreglo experimental de bloques al azar con 3 repeticiones, cada unidad experimental fue constituida por 12 plantas, del cual se tomaron como parcela útil 8 plantas con competencia completa, para reducir el efecto de orilla.

Fertilización

La fertilización se realizó por medio del fertirriego, aplicada una vez por semana, la fertilización total (180-120-240 kg.ha⁻¹), fue distribuida con el agua de riego a lo largo del ciclo del cultivo.

Control de Plagas y Enfermedades

Se aplicaron insecticidas preventivos semanalmente; metamidofos 48%, cipermetrina 21%, lambda cyalotrina 5% y dimetoato 38 %, a razón de 1 ml.L⁻¹, y después de cada cosecha una aplicación de cipermetrina 21% + lambda cyalotrina 5%. Esto para prevención al ataque de plagas y enfermedades como son: (mosquita blanca, diabrótica y gusano del fruto). Rotando los productos hasta 10 días antes de la primera cosecha.

Componentes de Rendimiento

Para la evaluación de los componentes de rendimiento en Híbridos y sus Progenitores, se estimaron las siguientes variables en tomate de cáscara:

Rendimiento Total de Fruto (RTF)

El rendimiento total de fruto (RTF, t.ha⁻¹), se estimó con el peso total de frutos por planta, cuantificado con una balanza de precisión modelo TS 1352Q37 marca SARTORIUS y expresado en kg planta⁻¹, considerando la suma de cuatro cortes, el primer corte se realizó a los 63 días después del trasplante y posteriormente se realizaron tres cortes mas de frutos, con intervalos de 15 días entre corte y corte.

Número de Frutos por Planta (NFP)

Ésta variable fue determinada de la siguiente forma, en cada corte se contaron los frutos de las plantas consideradas como parcela útil (8plantas), se realizó la suma de los frutos a lo largo de los cuatro cortes y se realizó la división entre las ocho plantas consideradas por tratamiento.

Peso Promedio de Fruto (PPF) en (g)

Esta variable se realizó dividiendo el peso total de frutos por planta entre número total de frutos por planta.

Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF)

Esta variable fue estimada tomando al azar cuatro frutos por planta, utilizando para ello un vernier digital marca Autotec[®], considerando la porción ecuatorial del fruto (mm).

Diámetro Polar de Fruto (DPF)

Esta variable consistió en medir (mm) al azar cuatro frutos por planta y por corte, utilizando para un vernier digital marca Autotec[®] considerando la longitud desde el punto de unión del fruto a la planta, hasta el punto opuesto del mismo.

Calidad de Fruto en Híbridos y sus Progenitores

Sólidos Solubles Totales (SST)

Para medir esta variable se utilizó un refractómetro Atago N-1E® se tomaron cuatro frutos al azar por planta. El procedimiento fue el siguiente; se cortó el fruto a la mitad y se colocaron varias gotas sobre la superficie del prisma, se cerró la cubierta del prisma y se apuntó el refractómetro hacia una fuente de luz, se observa un campo circular a través de una mirilla que tiene una escala vertical, con el líquido en el prisma, el campo se divide en dos porciones: clara y oscura. El punto, en el cual la línea de marcación entre estas dos porciones cruza la escala vertical, da la lectura de °Brix o el porcentaje (%) estimando los SST. Los azúcares representan el principal componente de los sólidos solubles y estos son una importante característica de la calidad de pos cosecha en la selección de híbridos.

Firmeza de Fruto (FF)

Se determinó firmeza de fruto con un penetrómetro con soporte equipado con un manómetro de fuerza de 0 a 13 Kg FT-327 y puntilla de 6 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 tomaron dos lecturas por fruto y se reportaron en (Kg/cm²). La estimación de la firmeza es importante en la evaluación de la susceptibilidad de la fruta a daños físicos o mecánicos o manejo de poscosecha.

$$\text{Área de la puntilla} = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{(3.1416)(0.6\text{cm})^2}{4} = 0.282744 \text{ cm}^2$$

$$\text{Área de 1 cm} = \frac{(1 \text{ cm})(0.282744 \text{ cm}^2)}{0.6\text{cm}} = 0.47124 \text{ cm}^2$$

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

Donde:

ACM= Área de 1cm

LP= Lectura del Penetrómetro directo

AP= Área de la puntilla

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza para el diseño de bloques completos al azar con 3 repeticiones por genotipo. Para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) en aquellas variables en las cuales se encontraron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, utilizando el Programa Estadístico SAS versión 9.0.

La estimación de heterosis se determinó mediante la fórmula siguiente, estimada en porcentaje.

$$\text{Heterosis} = \frac{\mathbf{F1} - (\mathbf{P1} + \mathbf{P2})/2}{(\mathbf{P1} + \mathbf{P2})/2} * 100$$

Dónde:

F1= híbrido de la crusa

P1= progenitor uno

P2= progenitor dos

VI.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componentes de Rendimiento

Rendimiento Total de Fruto (RTF)

El análisis de varianza para rendimiento total de fruto (RTF) muestra diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre genotipos (Cuadro 3), en todas las variables agronómicas estudiadas, indicando que los genotipos se comportaron de forma diferente, además el coeficiente de variación fue de 20.02 % el cual se considera aceptable, indicando la confiabilidad de los resultados.

La comparación de medias de los progenitores e híbridos formados (Cuadro 4), muestra que la craza más rendidora fue la 3*4, con rendimientos comerciales medios de 47.19 t.ha⁻¹ y fue estadísticamente igual a su mejor progenitor Gran esmeralda, sin embargo lo superó con 8.14 t.ha⁻¹, además este híbrido superó en 34.85 t.ha⁻¹, al híbrido 6*4 que presentó el rendimiento más bajo. Los híbridos 1*6, 3*1, 1*4, 4*7, 7*6, 7*5, 4*5 tuvieron rendimientos comerciales medios de entre 30.51 y 38.01 t.ha⁻¹, superando el rendimiento medio nacional en más del 84%, de éstas solo los híbridos 1*6, 3*1, 7*5, 7*6, presentaron rendimientos superiores a 30 t ha⁻¹. Resultados similares fueron reportados por Santiaguillo *et al.* (2004) con incrementos en rendimiento de hasta 40.6 % respecto a su mejor progenitor, la variedad Verde Puebla y CHF1 Chapingo, mientras que Sahagún *et al.* (1999) reportaron incrementos de 138.7 % en rendimiento en el primer corte en la variedad Salamanca y Rendidora, por su parte Peña *et al.* (1998) reportan 14.3 % de incremento en rendimiento respecto al mejor progenitor en CHF1 Chapingo y Verde Puebla.

El progenitor Rendidora presentó rendimientos de 17.46 t.ha⁻¹ y fue superado por el mejor progenitor que fue el híbrido Gran Esmeralda en 123%,

mientras que el mejor híbrido probado que fue el 3*4, supero a la variedad rendidora en 170% y en 20% a Gran esmeralda, y en 270% al hibrido con el rendimiento de fruto más bajo que fue el 6*4 (Cuadro4).

El híbrido 3*4 supero a la variedad rendidora en todos los componentes del rendimiento de fruto estudiados, a pesar de que la variedad rendidora se ha mantenido como un genotipo sobresaliente a lo largo de los años (Figura 1).

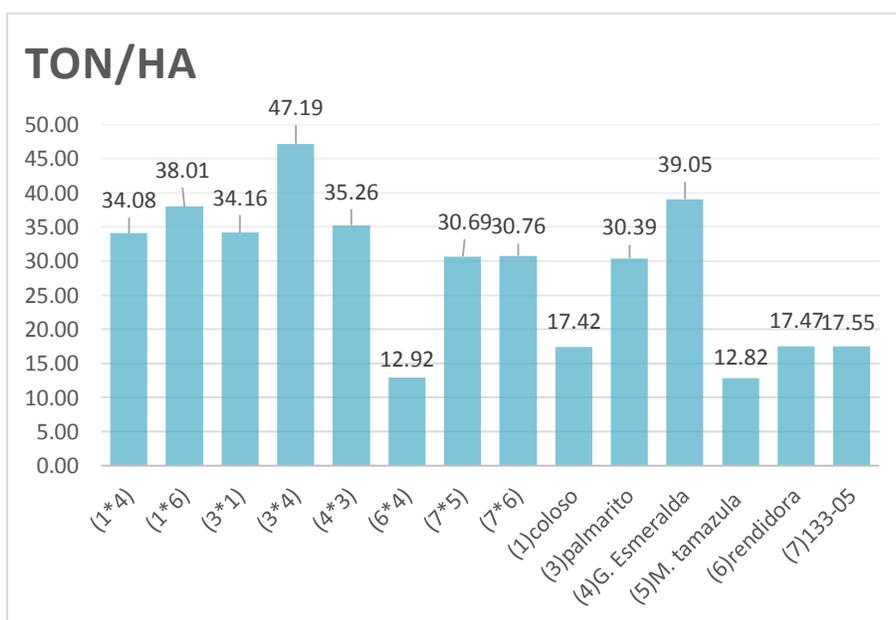


Figura 1. Rendimiento de fruto de híbridos de tomate de cáscara más sobresalientes y sus progenitores, establecidos en General Cepeda, Coahuila, 2013.

Numero de Frutos por Planta (NFP)

El análisis de varianza para esta variable muestra diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre genotipos (Cuadro 3), indicando los genotipos se comportaron de forma diferente, además el coeficiente de variación fue de 25.45 % el cual se considera aceptable, indicando la confiabilidad de los resultados.

El NFP es una variable importante ya que es un componente del rendimiento y para identificar a los genotipos estadísticamente superiores se realizó una comparación de medias, mediante la prueba de Tukey ($p \leq 0.01$). Se encontró que el híbrido 7*5 presentó el mayor número de frutos por planta con 100.33 superando a su mejor progenitor Morado Tamazula con 47.51 frutos y fue superior con 73.94 frutos a la cruce que presento la menor producción de frutos 4*1 (Cuadro 4).

Peso Promedio de Fruto (PPF)

El análisis de varianza aplicado a la variable peso promedio de fruto (PPF), mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre genotipos (Cuadro 3), el coeficiente de variación es de 15.74 %, indicando la confiabilidad de los resultados, lo cual indica que existen diferencias significativas en el peso de los diferentes genotipos estudiados.

El PPF es uno de los componentes más importantes del rendimiento en el cultivo de tomate de cáscara, y en la presente investigación se encontraron diferencias altamente significativas ($p \leq 0.01$) entre híbridos y progenitores, el híbrido con mayor peso promedio de fruto fue la 3*4 con 68.18g y fue estadísticamente superior a su progenitor Gran Esmeralda que presento un PPF de 49.41g (Cuadro 4), supero en 378% al genotipo M. Tamazula que fue el genotipo de más bajo PPF (14.26g). Lo cual coincide con lo encontrado por Sahagún *et al.*, (1999) quienes reportan diferencias estadísticas altamente significativas para componentes de rendimiento.

Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF), Diámetro Polar de Fruto (DPF)

Al análisis de varianza realizado a las variables DEF y DPF muestra diferencias altamente significativas entre genotipos, debido a la amplia variabilidad en el DEF y DPF de los genotipos estudiados (Cuadro 3), además los coeficientes de variación son muy bajos, por lo tanto se infiere que los resultados obtenidos son altamente confiables.

Estas variables DEF y DPF contribuyen tanto al tamaño y forma del fruto, los cuales están relacionados con la calidad. En la presente investigación se puede observar que el mejor híbrido fue la 3*4 que presentó los valores más altos 6.1 y 4.79 cm, respectivamente, mientras que el progenitor M. Tamazula presentó uno de los valores más bajos (Cuadro 4).

Cuadro 3. Cuadrados Medios del análisis de varianza para variables de Componentes de Rendimiento en tomate de cáscara, en General Cepeda, Coahuila, 2013.

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Cuadrados Medios				
		RTF (t.ha ⁻¹)	NFP	PPF (gr)	DEF (cm)	DPF (cm)
Genotipos	32	206.1 **	732.16**	484.06 **	1.35 **	0.61 **
Repeticiones	2	63.18 *	1034.72*	77.28 *	0.06 NS	0.03 NS
Error	64	26.27	166.66	25.93	0.04	0.02
CV (%)		20.02	25.46	15.74	4.57	4.43

**= significativo ($p \leq 0.01$), * = significativo ($p \leq 0.05$), NS = no significativo, RTF= rendimiento total de fruto, NFP= número de frutos por planta, PPF= peso promedio de frutos, DEF=diámetro ecuatorial de fruto, DPF= diámetro polar de fruto, CV= coeficiente de variación.

Calidad de Fruto en Híbridos y sus Progenitores

Sólidos Solubles Totales (°Brix)

En la maduración, uno de los cambios más notables ocurre con la hidrólisis del 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 sabor.

La comparación de medias para esta variable muestra que el híbrido 2*6 presenta el valor más alto de sólidos solubles totales con un valor medio de 6.87 °brix, y superó a su mejor progenitor *P. angulata* con 0.98 ° brix, seguido del genotipo 6*3, mientras que el genotipo 3*7 tuvo el valor más bajo con 5.51°brix

(Cuadro 5). Indicando que presenta variabilidad entre los progenitores e híbridos estudiados.

Cuadro 4. Comparación de medias de variables aplicadas a componentes de rendimiento de tomate de cáscara, en General Cepeda, Coahuila, 2013.

Progenitores	RTF (t.ha ⁻¹)	NFP	PPF (gr)	DEF (cm)	DPF (cm)
1)Coloso	17.42 jkl ^a	70.27 bc	15.42 r	3.77 pqr	3 qr
2)P. angulata	28.13 defgh	70.11 bc	23.95 mnopq	4.33 mno	3.36 mnop
3)Palmarito	30.38 cdefg	36.55 jki	47.18 bcd	5.58 bc	4.27 bc
4)G. Esmeralda	39.05 ab	53.37 defghi	49.41 bc	5.37 bcde	4.23 bcd
5)M.Tamazula	12.81 l	52.82 cdefghi	14.26 r	3.53 r	2.88 r
6)Rendidora	17.46 jkl	30.94 jk	35.67 efghi	4.78 hijkl	3.72 hijk
7)UAN 133-05	17.55 jkl	43.14 fghijk	24.36 mnopq	4.47 lmn	3.42 lmno
Híbridos					
(1*3)	22.81 efghijk	33.61 ijk	43.11 cde	5.2 defg	4.01 cdefg
(1*4)	34.08 bcd	43.65 hijk	54.31 b	5.6 b	4.38 b
(1*5)	24.72 efghij	45.7 efghijk	32.05 ghijkl	4.87 ghijk	3.74 ghij
(1*6)	38.01 bc	62.52 bcdefg	39.37 defg	5.25 bcdef	4.26 bc
(2*1)	29.85 cdefg	51.17 cdefghij	34.92 efghi	5.15 defg	3.99 defgh
(2*5)	25.32 efghij	81.84 ab	19.42 opqr	4.23 no	3.44 lmno
(2*6)	16.33 kl	48.04 defghij	19.21 opqr	3.68 qr	3.13 pqr
(2*7)	18.45 jkl	40.76 hijk	29.12 ijklmn	4.67 jklm	3.47 klmno
(3*1)	34.15 bcd	43.65 fghijk	42.23 cdef	5.6 bc	4.15 bcdef
(3*4)	47.19 a	48.96 defghij	68.18 a	6.1 a	4.79 a
(3*7)	22.24 ghijk	41.55 ghijk	33.27 ghijk	5.03 efghi	3.72 hijk
(4*1)	24.06 efghijk	26.39 k	53.65 b	6.06 a	4.27 bc
(4*3)	35.26 bcd	60.43 cdefgh	35.82 efghi	5.24 cdef	4.18 bcde
(4*5)	30.51 cdefg	63.49 bcdef	26.18 jklmno	4.71 ijkl	3.88 ghi
(4*6)	25.43 efghij	42.85 fghijk	34.45 fghi	4.98 fghij	3.69 ijkl
(4*7)	31.1 bcde	43.78 fghijk	40.15 defg	5.4 bcd	3.9 fghi
(5*1)	27.79 defghi	59.38 cdefgh	25.53 klmno	4.7 ijkl	3.57 jklmn
(5*3)	15.8 kl	38.15 ijk	24.79 ljk	4.48 lmn	3.44 lmno
(5*7)	19.71 ijkl	65.32 bcde	16.85 qr	4.04 op	3.32 nop
(6*1)	28.19 defgh	46.48 efghijk	37.7 efgh	5.16 defg	4.01 cdefg
(6*3)	20.88 hijkl	37.92 ijk	32.97 ghijk	5.09 defgh	3.92 efghi
(6*4)	12.92 l	37.37 ijk	22.44 nopqr	4.02 opq	3.35 mnop
(6*5)	13.42 l	46.99 defghijk	17.8 pqr	3.77 pqr	2.98 qr
(7*3)	22.35 fghijk	41.01 hijk	29.92 hijklmn	4.59 lmn	3.73 hijk
(7*5)	30.68 cdef	100.33 a	18.1 opkr	4.1 op	3.21 opq
(7*6)	30.75 bcde	67.62 bcd	25.61 klmnop	4.61 klm	3.6 jklm

C.V. % 20.02 25.46 15.74 4.57 4.43

&= medias seguida de la misma letra en las columnas son estadísticamente iguales, DMS ($p \leq 0.05$); C.V.= coeficientes de variación, RTF= rendimiento total de fruto, NFP= número de frutos por planta, PPF= peso promedio de frutos, DEF=diámetro ecuatorial de fruto, DPF= diámetro polar de fruto.

Firmeza de Fruto (FF)

La firmeza de fruto es un parámetro que mide la resistencia de penetración de los tejidos del fruto. La comparación de medias de los progenitores e híbridos a fin de identificar al mejor híbrido, muestra que el híbrido con mayor firmeza fue el 3*4 con 5.52 Kg.cm⁻² y el valor más bajo fue el progenitor *P. angulata* con 4.1 Kg.cm⁻², aunque fueron estadísticamente iguales (Cuadro 5).

Heterosis

Rendimiento Total de Fruto (RTF)

La mayor heterosis para RTF la exhibieron los híbridos 1*6 y 7*5 con valores de 117.91 y 102.08 % respectivamente (Cuadro 6), los resultados observados coinciden con Peña *et al.*, (1998); Sahagún *et al.*, (1999) y Santiaguillo *et al.*, (2004) quienes indican que en tomate de cáscara es posible obtener híbridos sobresalientes, cruzando progenitores derivados de las razas Puebla y Rendidora pues entre estas razas se ha encontrado alta heterosis y se han obtenido híbridos planta a planta que superan al mejor progenitor. Los valores estimados permiten inferir que existen genes que se complementan adecuadamente y pueden contribuir de manera importante al incremento del rendimiento de fruto, sin embargo también se tuvieron valores negativos en el híbrido 6*4, que presentó -54.28% de heterosis.

Cuadro 5. Comparación de medias de dos variables relacionadas con la calidad de fruto en el cultivo de tomate de cáscara, en General Cepeda, Coahuila, 2013.

	SST	FF
Progenitores	°BRIX	(Kg cm ⁻²)
1)Coloso	6.11 bcdef&	4.83bcdef
2)P. angulata	5.89 cdef	4.1bdc
3)Palmarito	6.15 cdef	4.83bcdef
4)G. Esmeralda	5.93 cdef	4.49bdef
5)M.Tamazula	6.09 cdef	4.63bcdef
6)Rendidora	5.88 cdef	5.08abcdef
7)UAN 133-05	6.16 bcde	4.41cdef
Híbridos		
(1*3)	6.24 bcdef	4.76bcdef
(1*4)	5.95 cdef	4.96bcde
(1*5)	6.31 abcd	4.61bcdef
(1*6)	5.71 def	5.07bc
(2*1)	5.68 ef	5.08bcde
(2*5)	5.91 cdef	4.48bdef
(2*6)	6.87 a	4.24ef
(2*7)	6.27 abcde	4.35cdef
(3*1)	6.11 bcdef	4.73bcdef
(3*4)	6.18 bcde	5.52a
(3*7)	5.51 f	5.01ab
(4*1)	5.7 ef	5.24abcdef
(4*3)	5.68 ef	5.34abcdef
(4*5)	5.99 cdef	4.79bc
(4*6)	6.14 bcde	4.86ef
(4*7)	6.46 abc	5.08abcdef
(5*1)	6.46 abc	4.23def
(5*3)	5.68 af	5.07abcdef
(5*7)	5.95 cdef	4.17bdc
(6*1)	6.34 abc	4.27bcdef
(6*3)	6.7 ab	5.05bcdef
(6*4)	6.85 a	4.26bcdef
(6*5)	6.4 abc	5.11bcdef
(7*3)	6.19 bcde	4.84bbcdef
(7*5)	5.91 cdef	4.58f
(7*6)	5.92 cdef	4.66bf
C.V. %	6.03	7.18

&= medias seguidas de la misma letra en las columnas son estadísticamente iguales, DMS ($p \leq 0.05$); °BRIX= grados brix del fruto; FF= firmeza del fruto.

Numero de Frutos por Planta (NFP)

Para la variable NFP el híbrido 7*5 presentó el valor más alto de heterosis con 109.12%, aunque sus progenitores (UAN133-05 x M. Tamazula) presentan rendimientos bajos, esto indica que al combinar estos progenitores adecuadamente se obtiene un incremento de rendimiento de fruto, que se podría trabajar en estos progenitores a fin de obtener mayor número de frutos.

Otros híbridos presentaron valores más bajos y fueron los híbridos 5*7, 4*3, y 2*5 con heterosis de 36.15, 34.41 y 33.15% respectivamente (Cuadro 6), aunque fueron significativamente superiores a los reportados por Peña *et al.*, (1998) cuya heterosis media fue de 10.42 % para este carácter. La heterosis observada es consecuencia de efectos genéticos de dominancia y de aptitud combinatoria específica en la expresión de estos caracteres (Moreno *et al.*, 2002; Peña *et al.*, 1998), además de la divergencia genética existente (Falconer, 1986; Moll *et al.*, 1965; Sprague y Tatum, 1942).

Peso Promedio de Fruto (PPF)

En la variable PPF el híbrido 1*5 presentó el mayor porcentaje de heterosis con valor de 115.91% de incremento respecto a los progenitores que formaron dicho híbrido, donde el progenitor Coloso y el progenitor Tamazula combinaron adecuadamente, sin embargo el híbrido 6*4 presentó el valor más bajo de heterosis que fue de -47.24, esto indica que probablemente los progenitores utilizados tienen la misma base genética, contribuyendo a la endogamia, la cual ocurre principalmente en las especies alógamas (Cuadro 6).

Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF), Diámetro Polar de Fruto (DPF)

El tamaño de fruto está determinado por las variables DEF y DPF indica que los híbridos 1*5, 4*1 y 5*1, presentaron los mayores valores de heterosis, resaltando que los progenitores Coloso y M. Tamazula tanto en su cruce directa como recíproca lograron incrementos en el tamaño del fruto (Cuadro 6). Lo cual difiere con Santiaguillo *et al.* (2004) quienes reportan heterosis negativa de -1.7 y -0.7 % respectivamente para dichos caracteres en CHF1 Chapingo x Verde Puebla.

Sólidos Solubles Totales (SST)

El híbrido con mayor valor de heterosis para sólidos solubles totales fue 2*6 con valor de 16.82 % (Cuadro 6) no coincidiendo con lo reportado por Santiaguillo *et al.* (2004) quienes reportan heterosis negativa de -3.6 % para este carácter en la cruce CHF1 Chapingo x Verde Puebla.

Firmeza de Fruto (FF)

El híbrido 3*4 fue el que tuvo el mayor valor de heterosis con un valor de 18.43 %, lo cual significa que el híbrido formado permitió tener frutos con mayor tolerancia al manejo, debido a la mayor firmeza pero sobre todo indicando que se puede mejorar ésta característica para mejorar la calidad de fruto (Cuadro 6).

Cuadro 6. Estimación de la heterosis en híbridos de tomate de cáscara, estudiados en General Cepeda, Coahuila, 2013.

Cruza	RTF	NFP	PPF	DEF	DPF	SST	FF
(1*3)	-4,56	-37,08	37,74	11,13	10,26	1,76	-1,47
(1*4)	20,72	-34,22	67,56	22,62	21,23	-1,28	6,53
(1*5)	63,54	-25,74	115,91	33,59	27,25	3,40	-2,59
(1*6)	117,91	23,54	54,12	23,99	24,33	0,02	3,67
(2*1)	31,08	-27,10	77,41	27,38	24,12	-0,98	5,98
(2*5)	23,67	33,15	1,66	7,66	10,22	-1,24	2,63
(2*6)	-28,35	-4,92	-35,55	-19,36	-11,39	16,82	-7,54
(2*7)	-19,21	-28,01	20,56	6,01	2,38	4,15	2,27
(3*1)	42,90	-18,27	34,93	19,73	14,15	-0,28	-2,04
(3*4)	35,93	8,91	41,17	11,40	12,56	2,34	18,43
(3*7)	-7,17	4,28	-6,99	0,05	-3,29	-10,42	8,39
(4*1)	-14,77	-57,31	65,53	32,71	18,13	-5,32	12,49
(4*3)	1,57	34,41	-25,84	-4,26	-1,69	-5,93	14,67
(4*5)	17,66	19,59	-17,77	5,85	9,03	-0,32	5,04
(4*6)	-9,98	1,66	-19,01	-1,99	-7,25	3,95	1,58
(4*7)	9,90	-9,28	8,85	9,70	1,95	6,80	14,14
(5*1)	83,82	-3,51	71,99	22,94	21,31	5,82	-10,65
(5*3)	-26,86	-14,62	-19,31	-1,66	-3,77	-7,12	7,18
(5*7)	29,80	36,15	-12,78	1,19	5,38	-2,95	-7,73
(6*1)	61,64	-8,16	47,57	20,70	19,27	5,81	-13,90
(6*3)	-12,70	12,38	-20,40	-3,13	-3,81	13,61	-5,38
(6*4)	-54,28	-11,34	-47,24	-20,89	-15,62	15,92	-11,01
(6*5)	-11,36	12,20	-28,68	-9,35	-9,70	6,97	5,22
(7*3)	-6,73	2,93	-16,37	-8,75	-2,99	0,52	4,68
(7*5)	102,08	109,12	-6,30	0,21	0,37	-5,87	2,93
(7*6)	75,67	82,55	-14,68	-0,29	0,72	-1,70	-1,85

RTF= rendimiento total de fruto, NFP= número de frutos por planta, PPF= peso promedio de frutos, DEF=diámetro ecuatorial de fruto, DPF= diámetro polar de fruto, SST= solidos solubles totales y FF= firmeza del fruto.

VII.- CONCLUSIONES

En las poblaciones estudiadas existe amplia variabilidad genética, pero sobre todo la posibilidad de desarrollar híbridos superiores, ya que se identificaron híbridos con altos valores de heterosis para diferentes características agronómicas y de calidad de fruto en tomate de cáscara.

El híbrido más sobresaliente fue resultante de la cruce 3*4, con rendimientos de 47.19 t.ha⁻¹ y heterosis de 35.93 %, lo cual permite inferir que es posible obtener híbridos de alto rendimiento de fruto para producción en la región de General Cepeda, Coahuila.

Los resultados obtenidos permitieron identificar que genotipos presentaron los mayores valores de heterosis y por lo tanto es posible inferir que es posible realizar híbridos intervarietales triples y lograr rendimientos superiores a los encontrados en ésta investigación.

VIII.- LITERATURA CITADA

- Bautista, M.N.; Alvarado, L.J. 2006. Producción de jitomate en invernadero. 1ª reimpresión 2006. Texcoco, Edo. De México. Editorial. Colegio de Postgraduados y Cromocolor. 265 p.
- Cadahía, L. C. 2005. *Fertirrigación*. Cultivos hortícolas, frutales y ornamentales. 3ª edición. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pág. 681.
- Cartujano E. F 1984. Desarrollo y Fenología del tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Var. Rendidora. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. Mexico. 65 p
- Cuéllar Valdés, Pablo M., Geografía del estado de Coahuila. Saltillo, Coahuila, biblioteca de la Universidad Autónoma de Coahuila, v.7 1981.
- Cruz, A.O.; Martínez, D.M.T.; Rodríguez, P.J.E.; Colinas, L.M.T.; Moreno, P.E.C. 2012. Conservación postcosecha de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) con y sin cáliz. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 18(3): 333-334, 2012.
- D'Arcy, W.G. 1991. The *Solanaceae* since 1976, with Review of its Biogeography. In: J.G. Hawkes, R.N. Lester, M. Nee y N. Estrada (Eds.) *Solanaceae* III: Taxonomy, Chemistry and evolution. Royal Botanical Garden, Kew. Gran Bretaña. Pp. 75-138.
- Falconer D S (1986) Introducción a la Genética Cuantitativa. F. Marquez S. (trad.) Editorial CECSA. 2ª. Edición. Mexico. 383 p.

- Fundación PRODUCE Puebla A.C. 2003. MEMORIA: Programa Estratégico de necesidades de Investigación y Transferencia de Tecnología de la cadena Productiva de Tomate Verde en el Estado de Puebla. Mayo 2003, 32 p.
- Fundación PRODUCE Sinaloa A.C. 2005. MEMORIA: Jornada de Tecnología de Producción de Tomatillo. Culiacán, Sinaloa, México. 2005. 74 p.
- García, S.F. 2001. *Physalis*. En Rzedowski, J. y G. Calderón de R. (Eds.) Flora Fanerogámica del Valle de México. Segunda Edición. Instituto de Ecología A.C., Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), Pátzcuaro, Michoacán. Pp. 659-663.
- Hudson, D. W. 1986. Relationships of Domesticated and Wild *Physalis philadelphica*. En: D'Arcy W. G. (Ed.). *Solanaceae* Biology and Systematics. Columbia University Press. New York, U.S.A. Pp. 416-432.
- Jiménez G., R., R. Domínguez R. Y A. Peña L. 1992. Plagas insectiles del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. Revista Chapingo, 77: 75- 79
- Jones S.B. Jr. 1987. Sistema vegetal. 2da. Edición Mc. Graw-Hill de México.
- López, R.J. 2011. El cultivo de tomate de cáscara. (Disponible en www.tecnoagro.com.mx).
- Macías, R.F.J. 1995. Propiedades físicas y estructurales del fruto de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) y cambio por daño mecánico, cosecha y almacenamiento. Tesis de Maestría. Especialista en Horticultura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, México. 41 p.

- Magaña, B. W.; Colinas, L.M.T. 1997. Manejo postcosecha en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.): Efectos en cortes y Empaques. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 3(1):25-29, 1997.
- Menzel, Y.M. 1951. The cytotaxonomy and genetics of *Physalis*. *Proc. Amer. Phil. Soc.* 95 (2): 132-183.
- Morales, G.O.; Bautista, M.N.; Valdez, C.J.; Carrillo, S.J.L. 2002. Identificación, biología y descripción de *Melanagromyza tomaterae* Steyskal (Díptera: *Agromyzidae*), Barrenador del Tomate *Physalis ixocarpa* Brot. *Acta Zoológica Mexicana (nueva serie), número 086*. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, México. Pp. 145-153.
- Morton, J. 1987. *Tomate de cáscara en México*. En: Morton, J.F. 1987. Las frutas de climas cálidos. Miami, Florida; U.S.A. Disponible en: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/mexican_husk_tomato.html
- Mulato, B.J.; Fernández, O.V.M. y Jankiewicz, L.S. 1987. Tomate de cáscara: Desarrollo y fenología. Resumen de tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia, UACH, Chapingo, México.
- Ortuño, O.L.; Manzo, G.A.; Peña, L.A. 1998. Cultivo de anteras en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 4(1):39-43, 1998.
- Pandey K., K. 1957. Genetics of self-incompatibility in *Physalis ixocarpa* Brot. A new system. *American Journal of Botany*. 44: 879- 887
- Peña Lomelí A. 2001. Situación Actual y Perspectivas de la Producción y Mejoramiento Genético de Tomate de Cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Universidad Autónoma de Chapingo.

- Peña, L. A.; Márquez, S. F. 1999. Mejoramiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Resúmen del XIII Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. Cd. Juárez Chihuahua, p. 320.
- Peña, L.; Márquez S.F. 1990. Mejoramiento genético del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo* 71-72:84-88.
- Peña, L. A.; Molina, G.J.D.; Marquez, S.F.; Sahagun, C.J.; Ortiz, C.J.; Cervantes, S.T.2002. Respuestas estimadas de tres métodos de selección en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Fitotecnia Mexicana*, abril-junio, año/vol.25, numero 002 Sociedad Mexicana de Fitotecnia, A.C. Chapingo, Mexico pp171-178
- Pérez, G.M.; Márquez, S.F.; Peña, L.A. 1998. *Mejoramiento Genético de Hortalizas*. Chapingo, México. UACH. p. 217-243. (1ª edición 1997)
- Rallo, R. L.; Fernández, E. R. (Coord.). 1999. *Diccionario de Ciencias Hortícolas*. Sociedad Española de Ciencias Hortícolas. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. Pág. 212.
- Sahagún Castellanos J. 1992. El ambiente, el genotipo y su interaccion. *Revista Chapingo Serie Horticultura*. 79-80:5-12
- 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. *Revista Fitotecnia Mexicana Vol. 27(1):85-91*, 2004.
- Santiaguillo, H.J.F.; Cedillo, P. E.; Cuevas, S.J.A.; 2010. *Distribución geográfica de Physalis spp. En México*. Prometeo Editores S.A. de C. V. Primera edición en español, octubre 2010. Págs. 245.

- Santiaguillo, H.J.F.; Cervantes, S.T.; Peña L.A.; Molina, G.J.O.; Sahagún, C.J. 2005. Polinización controlada en Tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 11(1):67-71, 2005.
- Santiaguillo, H.J.F.; Sahagún, C. J.; Peña, L.A.; Cuevas, S.J.A. 1996. Estabilidad del rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Criterio de medidas de dispersión. *Revista Chapingo Serie Horticultura Vol. II Núm. 2*, 1996.
- Saray, M.C.R.; Loya, R.J. 1977. El cultivo del tomate en el estado de Morelos. INIA-CIAMEC. Circular Núm. 57. Chapingo, México. 24 p.
- Santos, C.M.E.; Chávez, M.J.A.; Fierro, C.J.A.; Ruelas, A.R.D.; Barreras, S.M.A.; Méndez, L.J. y Leyva, L.E. 2007. First report of *Candidatus "Phytoplasma asteris"* infecting tomatillo (*Physalis ixocarpa*) in Sinaloa, México. *Plant Pathology* (2007) 56, 721.
- Serrano, A.A.D. 1998. Determinación del intervalo óptimo de cosecha y descripción fenológica de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) tipo Salamanca. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, México. 54 p.
- SIAP. 2016. (servicio de información agroalimentaria y pesquera) http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350
- Soto, G.; Peña, A.; Santiaguillo, H.J.F.; Rodríguez, J.E.; Palacios, A. 1998. Resistencia a *Fusarium* sp. De 95 colectas de tomate de cáscara (*Physalis spp.*). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 4(1):51-55, 1998.

Taboada, M.S. y Oliver, G. R. (Eds.). 2004. Cultivos alternativos en México. 1a edición. Editorial AGT Editor S.A. México, D.F. Pp. 169

Valentin R.T 1998 Estudio de la aptitud combinatoria, heterosis y depresión endogámica para diferentes características cuantitativas en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) Bajo riego y temporal. Tesis de Doctorado. Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coah. Mexico. p. 27-30

Verdejo, R. 1987. Caracterización de la variedad de tomate de cáscara "Rendidora" (*Physalis ixocarpa* Brot.) para su mejoramiento genético en Chapingo, México. Tesis de Licenciatura de la Universidad Veracruzana. 102 p.