

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA



Estudio de Híbridos y Estimación de Heterobeltiosis en Tomate de Cáscara
(*Physalis Ixocarpa* Brot.) en Saltillo, Coahuila

Por:

MONICA MORALES MORALES

TESIS

Presenta como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Saltillo, Coahuila, México

Febrero 2015

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE HORTICULTURA

Estudio de Híbridos y Estimación de Heterobeltiosis en Tomate de Cáscara
(*Physalis Ixocarpa* Brot.) en Saltillo, Coahuila

Por:

MONICA MORALES MORALES

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada


Dr. Valentín Robledo Torres
Asesor Principal


Dra. Francisca Ramírez Godina
Coasesor


M.C. Neymar Camposeco Montejo
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Coordinación
División de Agronomía
Saltillo, Coahuila, Mexico

Febrero del 2015

DEDICATORIA

A mis padres

Herman Morales Ramírez y Esperanza Morales López a quienes les estaré eternamente agradecida por darme la oportunidad de existir y hacer realidad mis sueños y metas, así también por el amor, cariño, respeto, humildad que día a día me brindaron, porque sin escatimar esfuerzo alguno han sacrificado gran parte de su vida para formarme.

A mis hermanos (as)

Roberto, Clara, Bertha, Sarael, Bernarda, Anayeli, Sandra y Janeth. Con mucho cariño, por su incondicional apoyo que me han brindado, en todo momento de mi vida a quienes les estaré eternamente agradecida porque fueron motivo de fe y esperanza en los momentos más difíciles.

A mis abuelos

Lucio morales Pérez y Ceferina Ramírez Pérez por apoyarme y creer en mi además de sus buenos deseos para que pudiera realizar mis sueños y alcanzar mis metas.

A Felipe de Jesús Hernández Pérez. Por su amor, compañía y cariño brindado.

A mis amigos (as)

Catalina, Inés, Miguel, Víctor, Leonel, Rodolfo, Lucero, Lidia, Laura, Daniela y Gemima por brindarme su amistad y apoyarme en momentos difíciles de mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A dios Gracias padre bueno por el amor que me has dado, porque sin ti no soy nada, pero a tu lado todo lo puedo, gracias por todo lo que me has dado.

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro y al Departamento de Horticultura por ser mi segunda casa y permitirme ser lo que un día me propuse y estudiar en una carrera tan bonita y que a través de ella podemos dar sustento a la vida, a través de cultivar la tierra.

Al Dr. Valentín Robledo Torres por su cooperación comprensión a lo largo del trabajo de investigación, también por la amistad que me brindo ya que él fue una pieza fundamental del trabajo.

A la Dra. Francisca Ramírez Godina por su gran apoyo en el momento que se requirió.

A mis profesores por haber contribuido a mi formación y educación, al haberme proporcionado los conocimientos necesarios para poder desarrollarme en la vida profesional, gracias por su amistad incondicional.

A mis compañeros que compartieron sus conocimientos y por lo tanto contribuyeron a mi formación, gracias.

Y a todas las personas que siempre creyeron que podría ser algo en la vida y lograr todo lo que un día me propuse.

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	iv
INDICE GENERAL	v
INDICE DE CUADROS	viii
RESUMEN	ix
INTRODUCCIÓN	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Origen	3
Taxonomía	4
Descripción Botánica	5
Hábitos de Crecimiento	5
Raíz	5
Tallo	6
Hojas	6
Flor	7
Fruto	7
Semilla	8
Fenología	8
Desarrollo de Entrenudos	8
Floración	9
Polinización	9
Fructificación	10
Cosecha	10
Usos	11
Composición química	11
Requerimientos Climáticos	11
Temperatura	11
Humedad	12
Luz	12

Altitud.....	12
Latitud y longitud	12
Precipitación	13
Requerimientos Edáficos	13
Suelo	13
Potencial Hidrogeno (pH)	13
Prácticas Culturales	13
Preparación del Terreno	13
Época de siembra.....	14
Siembra Directa.....	14
Trasplante.....	14
Plagas del Tomate de Cáscara	15
Pulga Saltona (<i>Epitrix cucumeris</i> Harris)	15
Gusano Trozador (<i>Feltia spp.</i>).....	15
Gusano del fruto (<i>Heliothis suflexa</i> Genée.).....	16
Chicharritas y Minadores	16
Diabroticas.....	17
Mosquita blanca (<i>Trialeurodes vaporariorum</i> West., y <i>Bemisia sp.</i>).....	17
Trips (<i>Frankliniella occidentalis</i> Pergande).....	18
Enfermedades del Tomate de Cáscara	18
Cenicilla.....	18
Mancha de la hoja	19
Carbón Blanco.....	20
Moho Blanco.....	21
Pudrición de la Base del Tallo	22
Secadera	23
Mancha Bacteriana.....	24
Virosis.....	25
Postcosecha.....	26
Índice de Madurez	26
Índices de Calidad	27

Temperatura Óptima	27
Tasa de Respiración.....	27
Mejoramiento Genético en Tomate de Cáscara	28
MATERIALES Y METODOS	31
Localización del Área de Estudio	31
Clima	31
Material genético.....	31
Establecimiento del Experimento.....	33
Siembra	33
Trasplante.....	33
Fertilización	33
Deshierbes	34
Control de Plagas y Enfermedades.....	34
Variables Estudiadas.....	34
Peso total de fruto (RTF)	34
Peso promedio de fruto (PPF)	35
Numero de frutos por planta (NFP)	35
Diámetro ecuatorial de fruto (DEF)	35
Diámetro Polar de Fruto (DPF).....	35
Firmeza de Fruto (FF).....	35
Sólidos Solubles Totales (SST)	35
Vitamina C	36
Análisis Estadístico	36
RESULTADOS Y DISCUSION	38
CONCLUSIONES	46
LITERATURA CITADA	47

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Composición química del fruto de tomate de cáscara (Saray, 1977)	11
Cuadro 2. Tasa de respiración en fruta madura	27
Cuadro 3. Progenitores e híbridos de tomate de cáscara estudiados en el ciclo primavera verano del 2013, en Saltillo, Coahuila.	32
Cuadro 4. Cuadrados medios de para los progenitores e híbridos de las variables de rendimiento y componentes del rendimiento.	38
Cuadro 5. Rendimientos medios de los progenitores e híbridos de tomate de cáscara, estudiados en Saltillo, Coahuila en 2013.	40
Cuadro 6. Análisis de varianza para variables de calidad en progenitores e híbridos de tomate de cáscara, estudiados en Saltillo, Coahuila, 2013.	41
Cuadro 7. Contenido medio de tres variables relacionadas con la calidad de fruto de progenitores e híbridos de tomate de cáscara estudiados en Saltillo, Coahuila, 2013.	43
Cuadro 8. Estimación de la heterobeltiosis en híbridos de tomate de cáscara estudiados en Saltillo, Coahuila, 2013.	45

RESUMEN

Actualmente el tomate de cáscara ocupa el quinto lugar en cuanto a superficie sembrada, con 46,545 Ha, con un rendimiento promedio de 14.904 t·ha⁻¹ y un valor de la producción de 2, 393,522.67 millones de pesos, por lo cual es muy importante a nivel nacional ya que se cultiva en 29 de los 32 estados de la República Mexicana, sin embargo tiene rendimientos bajos, por lo cual es necesario buscar otras alternativas para incrementar estos, de tal manera que resulte más redituable. Por lo tanto los objetivos del presente trabajo fueron: Identificar genotipos o sus progenies resultantes de sus cruzas, presenten heterobeltiosis para la variable rendimiento de fruto y componentes del rendimiento y calidad de fruto, de tal manera que puedan satisfacer las necesidades del mercado, por lo tanto esta investigación se realizó en el Campo Agrícola Experimental del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Durante el ciclo primavera-verano del 2013. Se evaluaron siete progenitores de diverso origen y 29 híbridos resultantes de las cruzas directas y recíprocas, los cuales fueron establecidos bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron: peso total de fruto (RTF), peso promedio de fruto (PPF), número de frutos por planta (NFP), diámetro ecuatorial de fruto (DEF), diámetro polar de fruto (DPF), firmeza de fruto (FF), sólidos solubles totales (SST) y Vitamina C (VC).

En las RTF, PPF, NFP, DPF, DEF, SST y VC, se encontraron diferencias altamente significativas entre genotipos ($p \leq 0.01$), lo cual indica una amplia variabilidad genética entre los progenitores estudiados y entre los híbridos

formados. Donde todos los progenitores superaron a una de las variedades mas sembradas a nivel nacional, que es la variedad rendidora. Además se encontró que todos los híbridos superaron a la variedad antes citada, y el híbrido 3 x 4 fue el que presentó el mayor RTF (1165.1 gr por planta) con una heterobeltiosis del 25.10%, superando en más del 221% a la variedad Rendidora y superando el rendimiento medio nacional en aproximadamente 9366 kg·ha⁻¹, además se encontró que los híbridos con mayores valores de heterobeltiosis en rendimiento de fruto y por lo menos en tres componentes de rendimiento fueron el 1 x 3, 1 x 6, 2 x 1 y 5 x 1, cual indica que en los progenitores utilizados para formar dichos híbridos pueden ser aprovechados para el mejoramiento del rendimiento en el tomate de cáscara. En cuanto a variables de calidad de fruto, como SST el híbrido 3 x 1 fue el que presento el valor más alto con 6.57 °Brix, modificando el sabor del fruto, en vitamina C el híbrido 7 x 4 tuvo 4.69 mg/100g, que representa 23% mas vitamina C que la variedad Rendidora. Por lo tanto los híbridos formados son sobresalientes por lo cual pueden ser incorporados a programas de mejoramiento.

Palabras clave: Heterobeltiosis, fenología, plagas del tomate de cascara, gusano del fruto.

Correo electrónico: Mony_910827@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El tomate de cascara es una de las hortalizas que tiene mucha importancia mundial, ya que el fruto fresco se utiliza en la preparación de diversos productos alimenticios, su importancia proviene del alto contenido de minerales (Calcio, Hierro y Fósforo) y vitaminas (tiamina, niacina y ácido ascórbico). Pero en México por su gran demanda, ya que es muy requerido para la preparación de salsas y un gran número de platillos regionales (Güemes *et al.*, 2001).

Actualmente el tomate de cáscara ocupa el quinto lugar en cuanto a superficie sembrada, con 46,545 Ha, con un rendimiento promedio de 14.904 t·ha⁻¹ y un valor de la producción de 2, 393,522.67 millones de pesos, por lo cual es muy importante a nivel nacional ya que se cultiva en 29 de los 32 estados de la república mexicana, de los cuales los principales estados productores fueron: Sinaloa, Jalisco, Puebla, Nayarit y Zacatecas (SIAP, 2014). Es una de las hortalizas que más se siembran en México y solo superado por el chile verde, cebolla, papa y tomate rojo.

El incremento en la superficie sembrada de tomate de cáscara se inicia en la década de los setenta, ya que aumentó significativamente el consumo *per cápita* a nivel nacional (7.1 kg), así como también se incrementó la exportación hacia Los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá (Peña y Santiaguillo, 1999).

Se considera que el rendimiento es bajo en relación al potencial productivo del cultivo, que se estima en $40 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. 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 (Peña y Santiaguillo, 1999).

Debido a la importancia que ha cobrado el cultivo de 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 y teniendo el conocimiento de la importancia del cultivo en el país se plantearon los siguientes objetivos:

Identificar genotipos de alto rendimiento y calidad de fruto, que puedan satisfacer las necesidades del mercado.

Estimar la heterobeltiosis de los híbridos estudiados en el presente trabajo de investigación.

Bajo la hipótesis de que:

Que al menos uno de los híbridos estudiados presentará heterobeltiosis para rendimiento de fruto y componentes del rendimiento.

REVISIÒN DE LITERATURA

Origen

Los centros de origen de las especies son de suma importancia desde el punto de vista genético, ya que permiten vincular a las especies cultivadas con sus progenitores, disponiéndose de esta manera de una fuente de genes útiles para el mejoramiento genético (Cartujano, 1984). Por lo que México como Centro de origen del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) presenta amplia diversidad genética que está presente también en toda Mesoamérica considerando a México, Guatemala, Belice, parte de occidente de honduras, parte de Nicaragua y norte de costa rica (Santiaguillo *et al.*, 2010) como países con gran diversidad en ésta especie.

La palabra tomate proviene del vocablo náhuatl “ayacachtomatl” cuyas etimologías: ayacah (tli) que significa sonaja o cascabel y tomatl que significa tomate. Su nombre genérico es maya y hace suponer que es originario de América y muy probablemente de México. Además, se tienen evidencias de que crece en forma silvestre desde California en los Estados Unidos hasta Guatemala y Nicaragua en área de la vertiente del pacifico (Sánchez *et al.*, 2006).

Se cree que se desarrolla en forma silvestre ya que los aztecas lo cultivaban entre sus milpas de maíz, aunque de forma muy rudimentaria (Hernández, 1946).

Hoy en día podemos encontrar poblaciones silvestres, arvenses y domesticadas, que presentan variabilidad genotípica en cuanto al tipo de frutos y hábito de crecimiento, encontrando plantas rastreras, semirastreras y erectas; los colores de fruto varían del amarillo al verde en distintas tonalidades hasta el morado (Peña y Márquez, 1990).

Taxonomía

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

Clasificación botánica de *Physalis ixocarpa* (Santiaguillo *et al.*, 2010).

Reino.....Plantae

Subreino.....Embryobionta

División.....Magnoliophyta

Clase.....Magnoliopsida

Subclase.Dicotyledoneae (Magnoliopsida)

Orden.Solanales

Familia.Solanaceae

Subfamilia. ...Solanoideae

Tribu.Solaneae

Genero.*Physalis*

Especie.....*Ixocarpa* Brot. Ex homem.

Descripción Botánica

Planta herbácea, anual, de 40 a 120 cm de altura o más dependiendo de los hábitos de crecimiento.



Hábitos de Crecimiento

Presenta tres hábitos de crecimiento: rastrero, erecto y semierecto. El hábito rastrero se caracteriza por que crece en forma erecta hasta 30 cm y conforme se va desarrollando la planta, los tallos se extienden sobre el suelo hasta un metro de tallo principal. El tipo erecto es de aspecto arbustivo, originado por un crecimiento casi vertical del tallo. Su desventaja es que se doblan o se rajan con el peso de los frutos y el Semirastrero presenta claras diferencias con características intermedias de los dos tipos anteriores; no es tan ramificado como el rastrero, pero sí con las ramificaciones laterales que el tipo erecto. Su altura sobrepasa los 30 cm, pero no más de 80 cm (López, 2011).

Raíz

El sistema de raíces en siembra directa presenta raíz típica, columnar o pivotante, presentándose ramificaciones secundarias profundas que pueden alcanzar hasta 60 cm o más. El sistema radicular se modifica en el método de

trasplante, transformándose en fibrosa, el cual cuenta con poca penetración en el suelo, por eso es más recomendable hacer trasplantes directos de charola (López, 2011).

Tallo

Es estirado, herbáceo o ligeramente leñoso en la base; con ramas primarias de 0.08 a 203 cm de diámetro; en los primeros días de vida se presentan pelos esparcidos en el tallo, hojas y ramas las cuales se pierden a medida que van creciendo (López, 2011).



Hojas

Son delgadas, ovaladas o lanceoladas entre 5 y 7.5 cm de largo, dentadas y con peciolo largo de textura suave (Taboada y Oliver, 2004).



Flor

Son grandes y abiertas, de 1.8 cm de diámetro, con bordes amarillos brillantes, monopétalas con corola, presentan cinco manchas de color pardo negruzco, las anteras son purpuras; por lo general las flores están sobre pedicelos axilares o extraxilares, el cáliz es pentadentado, tiene cinco estambres; el estilo es delgado; el estigma casi bilobulado (Taboada y Oliver, 2004).



Fruto

Es una baya amarilla o verdosa algo viscosa, mide de 1 a 5 cm de diámetro, globoso, liso, pegajoso, algo ácido, cubierto por el cáliz avejigado (Taboada y Oliver, 2004).



Semilla

Son muy pequeñas y de color crema pálido, tienen forma de disco con diámetro menor de 0.5 mm puede empezar a abrirse aun dentro del fruto maduro, testa lisa, el peso de 1000 semillas alcanza un promedio de 1.3 g y un fruto contiene aproximadamente 300 de ellas (Saray y Loya, 1977).



Fenología

Desarrollo de Entrenudos

Los entrenudos alcanzan diferentes longitudes en las distintas etapas de su desarrollo, por lo cual se presentan marcadas zonas a las que se le ha denominado: zona del tallo no ramificado, zona inicial, zona media, zona transitoria y zona terminal, las cuatro últimas ocurren sobre las ramificaciones principales del tallo. Los entrenudos de la zona inicial son de tamaño mediano, los más vigorosos se presentan en la zona media, le siguen los de la zona transitoria y la zona terminal que son los más pequeños. Los entrenudos terminales se van haciendo más cortos al final del ciclo probablemente debido a que la planta entra en la etapa de senescencia.

Floración

La diferenciación de yemas se inicia aproximadamente entre los 17 y 20 días después de la siembra; las primeras flores aparecen de los 28 a 30 días y continúan floreciendo hasta que la planta muere. Una vez que inicia la floración se observa un incremento de la producción de flores, de tal forma que a los 56 días se tienen 125 flores por planta. Las anteras no abren uniformemente, si no que normalmente pasan de 2 a 4 días entre la dehiscencia de la primera a la quinta antera. Un poco antes de que empiece la dehiscencia, los filamentos se elongan considerablemente hasta llegar cerca del estigma. Después, la corola, estambres, estilo y estigma persisten en su posición original alrededor de una semana, para que finalmente caiga.

Polinización

No es posible la polinización por la misma planta, es decir que no se autofecunda, debido a la incompatibilidad gametofítica del tomate, que está dada por dos genes con alelos múltiples, se comporta como una planta alogama 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 abrirse, luego comienza a marchitarse para enseguida caer.

Al cubrir las plantas en pares se incrementa el número de flores, frutos y el porcentaje de flores amarradas y con el de plantas solas se reduce el número de frutos y el porcentaje de flores amarradas.

Fructificación

Inicia a los 35 días (cuajado del fruto), y a los 42 días inicia la etapa de formación de cascabel (inicio de la fructificación), que no es más que el fruto pequeño y bien definido en proceso de desarrollo.

Inmediatamente después de la caída de la corola, el ovario y el cáliz comienza a elongarse, posteriormente el cáliz comienza a envolver al fruto joven y se alarga a su máximo, antes de que el fruto madure. El fruto crece lentamente y va adquiriendo su forma; algunos frutos pueden llenar la bolsa que los cubre y otros en su gran mayoría la rompen. Del total de flores producidas por planta, solo el 40% cuajan, pero solo un 28 a 30% llegan a cosecharse en su madurez. Del cuajado de los frutos a la maduración, transcurren aproximadamente de 20 a 22 días.

Cosecha

Se realiza cuando los frutos llenan la bolsa, cascabel o cáliz, que en algunas ocasiones llegan a romper, esto ocurre entre los 70 y 80 días en climas tropicales y a los 100 días en condiciones templadas. El número de cortes varia de 4 a 6, se dice que el mayor tamaño de fruto se obtiene en el primer corte, esto depende del vigor y carga de la planta. El primer corte se realiza cuando hay de 3 a 4 frutos maduros por planta, que generalmente ocurre de los 55 a 70 días después de la siembra.

Usos

Se utiliza actualmente su raíz, tallo, hojas, fruto, cáliz; con fines comestibles, medicinales, industriales, ornamentales, como trampa vegetal, forrajera y en ceremonias.

Composición química

El tomate de cascara contiene sales como fierro, calcio, fósforo y varias vitaminas, sobresaliendo la vitamina C y otros minerales (Saray, 1977).

Cuadro 1. Composición química del fruto de tomate de cáscara (Saray, 1977)

Análisis general	%	Vitaminas	Mg	Minerales	mg
Humedad	93.3	tiamina	0.06	Calcio	22.0
Cenizas	0.44	riboflavina	0.05	Fosforo	11.0
Proteínas	0.75	niacina	2.22	fierro	2.9
Extracto entero	0.60	Ac. ascórbico	46.00		
Fibra cruda	1.33				
Carbohidratos totales asimilables	3.58				

Requerimientos Climáticos

Temperatura

La temperatura óptima promedio que demanda el tomate de cáscara al momento de la siembra es de 20 a 25°C, su crecimiento vegetativo requiere de 22 a 26°C, pero con temperaturas mayores de 32°C pueden provocar una

deshidratación del tubo polínico y en consecuencia abortos y frutos mal formados.

Humedad

Las etapas críticas corresponden a la germinación, emergencia y trasplante. En condiciones de estrés como en el caso de sequía o estrés hídrico, la planta reacciona emitiendo flores y acelerando la maduración para que perpetúe la especie, los frutos son pequeños y de mala calidad

Luz

Se desarrolla adecuadamente a 2,500 bujías pie^{-1} . Se puede decir que desde la emergencia hasta el inicio de la maduración comercial del fruto, es el periodo de mayor exigencia de luz. A partir de la maduración sus necesidades se reducen significativamente con valores mayores a 2,500 bujías pie^{-1} , la planta reacciona acortando su ciclo, envejecimiento prematuramente, reduciendo el tamaño del fruto y el sabor del fruto.

Altitud

Lo podemos encontrar desde los 2 metros sobre el nivel del mar hasta las partes altas y montañosas de 2889 metros.

Latitud y longitud

Se encuentra en latitudes de 14° 54' 55" a 32° 29' 07.33" y en longitudes de 86°48' 54" a 116° 57' 23.73".

Precipitación

Se desarrolla en zonas donde las condiciones pluviales están en una media anual de entre los 200 a 3500mm.

Requerimientos Edáficos

Suelo

Se desarrolla bien en suelos arcillo-arenoso, con disponibilidad de riego, no se recomienda el cultivo de tomate en suelos delgados, de tal forma que se puede afectar el desarrollo radicular, ocasionando muchos problemas en el desarrollo de estos cultivos.

Potencial Hidrogeno (pH)

El pH adecuado para el desarrollo de esta planta varía de 5 a 7.

Prácticas Culturales

Preparación del Terreno

Consiste en dar un barbecho a una profundidad de 30 cm, después se recomienda pasar la rastra dos veces para deshacer terrones grandes, por último, la preparación del terreno concluye con el surcado que varían según la variedad y el sistema de siembra.

Se recomienda que la distancia entre surcos sea de 1.0 a 1.2 metros, ya que en distancias menores, a pesar de tener mayor densidad de población, no se consigue un incremento significativo en la producción. En temporal, es

conveniente hacer los surcos altos, mayores de 20 centímetros para evitar el exceso de humedad y favorecer el drenaje.

Época de siembra

Las fechas de siembra en temporal van desde el establecimiento de las lluvias hasta mediados de julio y en siembras de riego desde la segunda quincena de octubre hasta finales de noviembre. Las siembras realizadas fuera de este periodo son más afectadas por la enfermedad llamada “amarillamiento”, lo cual disminuye considerablemente los rendimientos, ocasionando la mayoría de las veces la pérdida total del cultivo.

Siembra Directa

La siembra directa en campo trae algunas problemas como la heterogeneidad en la germinación y la madurez, ya que no se tiene un control de factores que pueden afectar la germinación y reducir la emergencia de la plántula. Para la siembra directa se requiere de 2 a 3 kg de semilla por hectárea, depositando de 5 a 10 semillas por mata a una distancia de 50 cm entre planta y planta.

Trasplante

Las plantas deben trasplantarse al terreno definitivo cuando miden de 8 a 10 cm de altura, que es cuando presentan tres o cuatro hojas verdaderas, esto ocurre entre los 15 a 21 días después de la siembra en verano y de los 18 a 21 días en siembras de invierno. Las plantas deben de estar sanas, de tallo grueso y conservar las hojas cotiledonares.

Plagas del Tomate de Cáscara

Existe una amplia variedad de insectos plaga de importancia en el cultivo de tomate, relacionados con diferentes factores; entre ellos se puede citar el periodo de siembra en el que se establece el cultivo, la exigencia del mercado de productos de calidad y por el manejo intensivo con un abundante uso de agroquímicos (Güemes *et al*, 2001).

Pulga Saltona (*Epitrix cucumeris* Harris)

Es un insecto de color café y mide de 2 a 3 milímetros de longitud; durante su desarrollo permanece bajo el suelo y en su estado adulto sale para alimentarse del follaje tierno. Ataca al tomate desde que nace, y en las primera cuatro semanas es cuando puede causar mayor daño, ya que si no se combate oportunamente, puede devorar completamente el follaje, causando la muerte de la planta. Para combatir esta plaga es necesario hacer aplicaciones con Gusation M-20, 2.0 litros por hectárea; Thiodan 35 EC, 1.5 litros por hectárea (Güemes, *et al*, 2001).

Gusano Trozador (*Feltia spp.*)

El adulto es una palomilla de color café que varía de intensidad en algunas partes del cuerpo, mide alrededor de 1.5 centímetros de largo llegando a tener una longitud aproximadamente de 3.5 centímetros con las alas extendidas. La palomilla deposita sus huevecillos generalmente sobre la superficie de la tierra, y al emerger las larvas se introducen al suelo, y salen durante la noche para alimentarse. Ataca a plantas pequeñas de 5 a 15 centímetros de altura; se

alimenta de la parte basal del tallo de la planta, la troza completamente y origina su caída. Para localizar el gusano basta con escarbar alrededor de la planta a unos 2 centímetros de profundidad, que es generalmente donde permanece. Para combatir esta plaga aplicar Diazinon 4 % G, 20 kilos por hectárea; Dyfonate 3 % G, 20 kilos por hectárea, estos productos se aplican al suelo en banda o a la base del tallo (Güemes, *et al*, 2001).

Gusano del fruto (*Heliothis suflexa* Genée.)

El adulto del gusano del fruto de tomate de cascara, es una palomilla de color blanco “percutido”, tiene tres bandas de un tono verde, situadas transversalmente sobre las alas anteriores. El adulto deposita sus huevecillos principalmente en el envés de la hoja, aunque con menor frecuencia suele ovipositar en tallos y flores. Las oviposiciones comienzan al aparecer las primeras flores y al emerger la larva se alimentan inicialmente del follaje; y luego con los frutos pequeños, mucho de los cuales pueden ser devorados por un solo gusano. Para controlar esta plaga se puede utilizar *Bacillus thuringiensis* 10 PH, 1.0 kilo por hectárea, Halmark 110, 1.0 litro por hectárea, Monocrotofos 600 LM, 1.0 litro por hectárea. Las aplicaciones de insecticidas se harán al inicio de la floración y continuarán semanalmente, se suspenderán al iniciar la cosecha (Güemes *et al.*, 2001).

Chicharritas y Minadores

Aparecen en el cultivo cuando tienen un mes de nacidas. Las chicharritas son fácilmente reconocidas; miden alrededor de 0.6 cm de largo y son de color gris oscuro. Esta plaga ocasiona daños graves a la planta al alimentarse de su

savia, ocasionando un debilitamiento general. El adulto del minador deposita sus huevecillos en las hojas de la planta y al emerger la larva se introduce en la hoja y al mismo tiempo que se alimenta, avanza formando galerías de color blanco en la hoja, causando debilitamiento en la planta. Para combatir estas dos plagas mencionadas, basta con hacer aplicaciones con Clorpirifos (Lorsban 2.5 SP), 36 a 40 kg/ha), Diazinon (Basudin 60 EC), 1 a 1.5 l/ha), Deltametrina (Decis 2.5 EC), 214-285 ml/ha (Ramírez, *et al.* 2001).

Diabroticas

El adulto de este insecto es de color verde amarillento con manchas negras en la parte superior y mide alrededor de 0.6 cm de largo. La cabeza es negra y las antenas son de color obscuro. Durante su etapa de desarrollo permanece bajo el suelo y en su estado adulto sale para alimentarse del follaje. Para combatir se recomienda aplicar tamaron 600 insecticida agrícola organofosforado a una dosis de 1.0-1.5 litros por hectárea, Permetrina (Ambush) 0.70 - 1.5 l/ha, Endosulfan (Thiodan 35 EC) de 1.5 a 2.0 l/ha, Metamidofos 50 SL (Metamidofos), 0.5-1.7 l/ha, Cipermetrina (Arrivo 6 EC), 1.42-2.1 l/ha (Ramírez *et al.* 2001).

Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorum* West., y *Bemisia* sp.)

Es de color blanco, y deposita sus huevecillos en el envés de las hojas. Se alimenta de la sabia de la planta. Para tratar de mantener bajas las poblaciones el control se inicia cuando se presentan las primeras mosquitas con Rogor 40 % CE, 1.0 litro por hectárea; Nuvacron 50 LS, 1.0 litro por hectárea; en *Bemisia* sp la población se mantiene baja con Thiodan CE 35, 2.0 litros por hectárea y

los insecticidas ya mencionados. Otra forma de controlar la Mosquita blanca, es tratar la plántula dos días antes del trasplante, asperjándola con Confidor 30 SA, 1.0 mililitro por litro de agua, tratando que la plántula quede bien bañada. Después del trasplante se hacen aplicaciones semanales, alternando los demás insecticidas, dejando al último el Thiodan porque su intervalo entre aplicación y cosecha es de dos días (Güemes *et al*, 2001).

Trips (*Frankliniella occidentalis* Pergande)

Se encuentra en las flores y se eleva la población cuando el cultivo está en plena floración. El daño lo ocasiona al alimentarse, además es importante vector de enfermedades. Por su pequeño tamaño es difícil detectarlos, hay que sacudir las yemas y flores sobre la palma de la mano para observar su presencia. Para su control se utiliza Basudin 40 H, 1.0 kilogramo por hectárea; Nuvacron 50 LS, 1.0 litro por hectárea (Güemes *et al*, 2001).

Los áfidos se consideran como el grupo de insectos fitófagos más importantes de las hortalizas de las zonas templadas. Ocasionan daño de manera directa cuando succionan la savia e indirecta cuando transmiten enfermedades de origen viral. De este grupo *M. persicae* es la más eficiente y polífaga en la transmisión del virus (Peña y Bújanos, 1992).

Enfermedades del Tomate de Cáscara

Cenicilla

Es una de las enfermedades más comunes en la etapa de fructificación y corte del tomatillo. Su ataque disminuye el rendimiento y calidad de la cosecha

hasta el 50%. Los síntomas se aprecian en las hojas, tallos, peciolo y en la cáscara de los frutos; al principio se presentan manchas pequeñas de color verde pálido, rápidamente se desarrollan y muestran una capa polvorienta de color blanco harinoso, este es el síntoma característico de la enfermedad. Las manchas polvorientas corresponden al parasito que crece en abundancia sobre la superficie del tejido infectado, al que llega a cubrir por completo. Además, las hojas se secan o se desprenden prematuramente, mientras que los frutos son de menor tamaño y de calidad inferior. Se diseminan por el aire y es más severo cuando ocurren temperaturas de 20 a 30°C y con alta humedad relativa, de aproximadamente del 80%; aunque una humedad de 60 a 70% es suficiente para que se presenten daños importantes. Al detectar los primeros síntomas y cuando las condiciones ambientales sean favorables, se pueden aplicar fungicidas a base de azufre (Sultron 725®, 2.5-3.0 l/ha); myclobutanil (Rally AZ®, 1.5-2.5 l/ha), myclobutanil + Azufre (Rally 40 W®, 0.114-0.228 kg/ha); folpet (Folpan 80 WP®, 2.5-3.0 kg/ha), entre otros (Apocada *et al.*, 2008)

Mancha de la hoja

Es causada por el hongo *Cercospora physalidis* Ellis, puede provocar una fuerte defoliación y manchado de frutos cuando el ambiente es favorable, con pérdidas que van del 20 a 30%. Los síntomas se presentan en hojas y en frutos, donde se observan manchas circulares u ovoides de aproximadamente 0.5 a 1.5 cm de diámetro, delimitadas por las nervaduras; son de café claro o café canela y al envejecer su centro se torna de color gris y el borde es amarillento. En el centro de las manchas, se presentan líneas redondas u ovoides, en forma de anillos concéntricos y si la humedad es alta se observan

pequeños puntos de color negro, los que se cubren de una vellosidad de color grisáceo. Las hojas afectadas se desprenden y caen al suelo. En la cáscara de los frutos, el hongo causa manchas similares a las de las hojas, que aunque severas no alcanzan a dañar la pulpa. Después de la cosecha, las lesiones siguen desarrollando, sobre todo cuando los frutos se mantienen sin refrigeración, lo que provoca el deterioro de su calidad. Se disemina por corriente de aire, lluvia, insectos o mediante las labores del cultivo, sobre todo las realizadas cuando el follaje está mojado y más severo cuando hay una humedad relativa de 80 al 90% y una temperatura de 18 a 30°C. Una vez que se detecten los primeros síntomas y existan condiciones favorables a la enfermedad, se pueden aplicar fungicidas a base de mancozeb como lo son Manzate 200® (2-4 kg/ha) y Dithane M-45® (1.5-3.0 kg/ha). También son efectivos el clorotalonil (Bravo 720®, 1.5-2.5 l/ha); carbendazim (Derosal 500 D®, 0.3-0.6 l/ha) y el tiofanato metílico (Cercobin-M®, 0.7-1.0 kg/ha) (Apocada *et al.*, 2008).

Carbón Blanco

Es causado por el hongo *Entyloma australe* Speg. Es una enfermedad devastadora, con pérdidas que pueden superar al 50%, cuando ocurren abundantes lluvias invernales. Los síntomas son manchas redondeadas en las hojas, de color blanco cremoso o amarillo pálido, con un diámetro aproximado de 2 a 5 mm. Cuando la humedad es alta, por debajo de la mancha se aprecia una vellosidad fina de color blanco cremoso (esporas del hongo). En ocasiones las lesiones jóvenes se curvan ligeramente hacia arriba, quedando una cavidad por debajo de la hoja. Manchas similares al de las hojas (sin concavidades) se

observan también en los peciolos y en la cáscara de los frutos. Los frutos manchados disminuyen su valor comercial, aunque la pulpa no sufra daños. Se disemina por aire o por salpique de la lluvia. Requiere de temperaturas de 15 a 25°C, así como una humedad relativa de 80 a 100%, producto de lluvias y niebla frecuente. Una alta densidad de plantas, el exceso de nitrógeno y todo factor que propicie la acumulación de humedad, así como la succulencia del follaje, son apropiados para su desarrollo. Al observar los primeros síntomas, se pueden aplicar fungicidas a base de oxiclورو de cobre (Cupravit®, 2 a 4 kg ha⁻¹); hidróxido de cobre (Cuperhidro®, 2.5 a 3.0 l ha⁻¹); oxiclورو de cobre + mancozeb (Cupravit Mix® 2 a 4.0 kg ha⁻¹) (Apocada *et al.*, 2008).

Moho Blanco

Causada por el hongo *Sclerotinia Sclerotiorum* (Lib.) de Bary, puede ser devastadora en tomate de cáscara. Los síntomas son pudrición blanca y acuosa, de color pardo a café canela, que provoca el ahorcamiento de la base de los tallos y eventualmente la muerte de la planta completa. Al atacar directamente a los frutos, hojas y tallos tiernos, el hongo los desintegra en pocos días. Cuando la humedad es alta, se desarrolla una vellosidad (micelio) abundante de color blanco algodonoso sobre los órganos infectados. En pocos días, en dicha vellosidad, se diferencian cuerpos oscuros de forma irregular, de aproximadamente 3 a 10 mm, con forma de excremento de ratón, denominados esclerocios. Los esclerocios son de consistencia correosa y funcionan como estructuras de resistencia, ya que en ausencia de plantas susceptibles, permanecen viables en el suelo por varios años.

Las condiciones favorables para su desarrollo son temperaturas frescas (10 a 25° C) y alta humedad relativa (80 a 100%), producto de la lluvia, niebla y rocío. Todo factor que favorezca la alta humedad, como los riegos pesados y una alta densidad de plantas, contribuye a que la enfermedad sea más severa. El hongo puede infectar a las plantas, cuando el follaje está cerrado y las ramas hacen contacto con los esclerocios ubicados sobre la superficie del suelo; estos germinan e infectan al follaje o frutos. Al detectarse los primeros síntomas y al presentarse condiciones ambientales apropiadas para el desarrollo del moho blanco, se pueden aplicar fungicidas como el fluazinam (Shogun 500 FW®, 0.5 a 0.75 l ha⁻¹), o benomyl (Benomyl 50®, 0.5 a 1.0 kg ha⁻¹). Las aplicaciones deben de realizarse preferentemente con aspersora terrestre, tratando de cubrir todo el follaje y en especial las partes bajas de las plantas, que están en contacto con el suelo (Apocada *et al.*, 2008).

Pudrición de la Base del Tallo

Es causado por hongo *Cercospora* sp. Los síntomas se presentan en los tallos de plantas en floración y fructificación se presentan lesiones alargadas, ascendentes, de 5 a 20 cm de longitud, de color café oscuro, con el centro de color café claro o blanquizco. Las lesiones inician por un lado y después pueden constreñir la base de las ramas o el tallo principal, que terminan por secarse. Cuando hay alta humedad se aprecia una vellosidad de color gris o tonos oscuros. El follaje de las ramas afectadas se torna pálido o amarillento, se marchita y las hojas pueden caer al suelo. Los frutos pierden firmeza, maduran prematuramente y se pueden desprender de los tallos con facilidad. Los daños se pueden confundir con los de la secadera. Las condiciones

favorables son; suelos arenosos, con riego por goteo pero también afecta a tomatillo en suelos arcillosos con alta humedad. La aplicación de altos niveles de nitrógeno favorecen la succulencia de las plantas, tornándolas más atractivas para el barrenador. El hongo sobrevive en los residuos del cultivo. *Trichobaris* sobrevive albergado en maleza como el toloache *Datura stramonium* L. y probablemente en el suelo. Se sugiere evitar el monocultivo; realizar barbechos para enterrar los residuos del cultivo; eliminar la maleza de la familia de las solanáceas, como el tomatillo silvestre (*Physalis* sp.) y el toloache (*Datura* spp); efectuar una fertilización balanceada; controlar el barrenador adulto. Las aplicaciones de fungicidas dirigidas a la base de los tallos o en el riego por goteo pueden ayudar a controlar a *Cercospora* sp., siempre y cuando se controle al barrenador (Apocada *et al.*, 2008).

Secadera

Es causada por un complejo de hongos que habitan en el suelo, como lo son *Fusarium solani* (Wollenw.) Gerlach, *Fusarium oxysporum* Schlecht., *Rhizoctonia solani* (Frank) Donk, *Pythium* sp., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid y *Sclerotium rolfsii* Curzi. Se presenta en cualquier etapa de desarrollo del cultivo, con pérdidas que pueden superar 50%. Los síntomas que presentan son; falta de germinación y pudrición de las semillas, a veces estas germinan, pero las plántulas no alcanzan a emerger o cuando nacen y muestran desarrollo raquíptico y mueren prematuramente. A esta fase de la enfermedad también se le llama "damping-off" y se presenta tanto en cultivos establecidos a siembra directa, almácigos en campo o en semilleros bajo invernadero. En plantas con frutos en formación o etapa de cosecha, la

enfermedad también se manifiesta severamente, como una palidez o amarillamiento del follaje, desarrollo raquítico y menor tamaño. Las hojas y los frutos cuelgan flácidos y se desprenden fácilmente. Las raíces muestran una pudrición de color café claro a café oscuro, que a veces se extiende hacia el cuello y base del tallo. En ocasiones los tejidos podridos son de color rosáceo, rojizo o violáceo. En las plantas enfermas, el número y tamaño de los frutos es menor y se caen con facilidad. Se transmiten por semilla, en la que sobreviven al menos de un año para otro. También sobreviven en los residuos de cultivos infestados y sus poblaciones aumentan con el monocultivo. En el campo los hongos se diseminan mediante maquinaria contaminada con suelo infestado, agua de la lluvia o de riego. En los invernaderos, los patógenos sobreviven en las charolas contaminadas, residuos de sustrato, pisos y en la maleza que crece dentro o fuera de las naves. Entre las medidas de manejo destaca la utilización de semilla sana. Las plántulas se deben de producir en charolas nuevas o si ya han sido utilizadas, deberán desinfectarse apropiadamente. El agua de riego deberá de ser potable. En el caso de que se presente la enfermedad, conviene aislar y eliminar con oportunidad las charolas con plantas enfermas (Apocada *et al.*, 2008).

Mancha Bacteriana

La identificación del agente causal de la mancha bacteriana, está aún en proceso; se hallan asociadas una o dos especies que aparentemente pertenecen a los géneros *Xanthomonas* y, o *Pseudomonas*. puede causar daños importantes (20%), particularmente en condiciones lluviosas y de neblinas prolongadas. Los síntomas se presentan en hojas, desarrollan

manchas acuosas de forma irregular o redondeada, de color café canela y borde oscuro, que miden aproximadamente 1 a 3 mm de diámetro; al envejecer, el centro de las manchas se tornan de color café claro y con aspecto de papel. En las mañanas y cuando la humedad es alta, por el envés de las manchas acuosas se aprecia un exudado de color cremoso. Cuando varias manchas se juntan, las hojas se atizonan. Los síntomas inician generalmente por las hojas inferiores. En los frutos las manchas son similares a las de las hojas y cuando varias manchas se juntan la cáscara se desgarran fácilmente. La pulpa del fruto no es afectada, pero su calidad y valor comercial disminuye considerablemente. Utilizar semillas sanas o al observar los primeros síntomas, se pueden aplicar fungicidas a base de oxiclورو de cobre: Cupravit® (2 a 4 kg·ha⁻¹); hidróxido de cobre (Cuperhidro®, 2.5 a 3.0 l·ha⁻¹); oxiclورو de cobre + mancozeb (Cupravit Mix® 2 a 4 kg·ha⁻¹); zineb (Flonex Z400® (3 a 5 l·ha⁻¹). Algunos antibióticos que incluyen la mezcla de gentamicina + oxytetraciclina (Agy-Gent plus 800®, 1 600 gr·ha⁻¹); kasugamicina (Kasumin®, 0.5 l·ha⁻¹); estreptomycin + oxytetraciclina (Bacter-Stop®, 0.4-1.0 kg·ha⁻¹). Estos bactericidas se deben de aplicar, de preferencia en aplicaciones terrestres, diluidos en al menos 400 litros de agua por ha (Apocada *et al.*, 2008).

Virosis

La enfermedad puede ser causada por diferentes virus, como lo son: Jaspeado del Tabaco, Mosaico de la Alfalfa, Mosaico del Pepino, Mosaico del Tabaco, “Y” de la Papa, Marchitez Manchada del Tomate, Geminivirus, entre otros. Las enfermedades causadas por virus constituyen un factor que limita la producción de tomate de cáscara, con pérdidas frecuentes hasta de 100%. Los

síntomas son que las plantas presentan mosaico, moteado, palidez, amarillamiento, achaparramiento y enchinamiento; también bronceado, quemaduras en las punta de las ramas, deformación de hojas y tallos. Los frutos pueden ser escasos y de menor tamaño, lo que depende de la etapa del cultivo al momento de la infección. La virosis se transmite mediante insectos como pulgones, moscas blancas y trips, que adhieren a los virus al picar y chupar, o raspar a las plantas de cultivo y maleza infectadas, especialmente aquellas que están cerca de las nuevas plantaciones y en algunos casos también a través de los deshierbes, aclareos, cortes de frutos y cualquier agente que cause heridas en el follaje. Utilizar semilla sana y producir en invernaderos protegidos de los insectos, en charolas desinfectadas convenientemente, evitando reutilizar los sustratos y regando con agua libre de contaminantes. Se sugiere establecer las plantaciones en las zonas aisladas de otros cultivos de hortalizas, sobre todo si estos están viejos, descuidados o abandonados. Eliminación oportuna de maleza dentro de la huerta y al menos 100 m alrededor de esta, para disminuir el riesgo de contaminación (Apocada *et al.*, 2008).

Postcosecha

Índice de Madurez

Que el cáliz modificado (cáscara) esté lleno, fruto firme, de color verde intenso y ácida, para que las contribuciones culinarias sean las propias del tomatillo.

Índices de Calidad

El tomatillo se puede cosechar en diferentes etapas de desarrollo. Para su comercialización, debería ser cosechada cuando los frutos estén bien formados, que hayan llenado completamente la cáscara pero sigan mostrando un verde intenso. La fruta demasiado madura pierde intensidad en color verde o se amarillea y debería ser descartada puesto que es más dulce e indeseable para la mayoría de sus usos.

Temperatura Óptima

Los tomatillos se pueden enfriar con aire forzado o en cámara refrigerada. La razón principal para enfriarlos rápidamente es para conservar el aspecto fresco de la cascara. Los tomatillos se pueden almacenar en diversas condiciones. A temperatura ambiente, las cáscaras se secan, pero la fruta se mantendrá en buenas condiciones durante alrededor de una semana. Para un almacenaje más largo, se recomienda temperaturas de 5 a 10°C (41° a 50°F) con niveles moderados de humedad relativa (80-90%) se conserva la fruta y la cáscara fresca. A 5°C sufren (41°F) daños por bajas temperaturas, éstos aparecen alrededor de las 3 semanas.

Tasa de Respiración

Cuadro 2. Tasa de respiración en fruta madura

Temperatura	5°C (41°F)	10°C (50°F)	20°C (68°F)
MI CO ₂ /Kg*hora	6-7	7-10	15-20

La tasa de respiración de la fruta inmadura es de 25% más alta que la fruta madura.

Mejoramiento Genético en Tomate de Cáscara

El mejoramiento genético del tomate de cascara en México ha sido limitado, no obstante ser una especie nativa de gran importancia nacional. A la fecha solo existen dos variedades mejoradas registradas (Rendidora y CHF1-Chapingo), por lo que el proceso de producción se sustenta principalmente en las variedades nativas que los propios productores usan y conservan. Por lo que uno de los principales problemas del cultivo de tomate de cascara es el uso de variedades de bajo potencial productivo y poca pureza genética, pues la especie a pesar de ser hermafrodita es alogama obligada (Peña, 2001).

Es por eso que en el mejoramiento genético de una especie, el fitomejorador debe tener perfectamente definidas las características agronómicas y el comportamiento del material a obtener (Sahagun, 1992). 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 en diferentes ambientes, con el objetivo de generar información relacionadas con la estabilidad de rendimiento del cultivar a liberar (Santiaguillo *et al.*, 1996).

En México el mejoramiento genético del tomate de cáscara, 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).

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 cumplen 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).

Aunque la hibridación representa algunos problemas debido a la autoincompatibilidad, pero aun así es posible obtener híbridos sobresalientes cruzando progenitores derivados de variedades de la raza puebla y rendidora, pues entre estas razas se ha encontrado la mayor heterosis y se han obtenido híbridos planta a planta que superan al mejor progenitor (Peña, 1998; Peña y Santiaguillo, 2000; Santiaguillo, 2001).

En cruza planta x planta entre las variedades CHF1-Chapingo y verde puebla de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.) se encontró que los híbridos fueron superiores en rendimiento y algunas características de calidad de fruto, respecto a la media de los progenitores y al mejor progenitor. También observaron que la heterosis y la heterobeltiosis entre las cruza vario

ampliamente, debido a diferencias en aptitud combinatoria específica entre los pares de plantas progenitoras y por las diferencias entre los individuos de las variedades Chapingo y Puebla (Santiaguillo *et al.*, 2004).

Se encontró que entre cruzas dialélicas de ocho variedades de tomate de cáscara, la mejor craza fue CHF1-Chapingo x Verde Puebla que superó al mejor progenitor (Verde Puebla) con el 14.3% en cuanto a rendimiento del fruto (Peña *et al.*, 1998).

En un experimento realizado 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 para incluirse en programas de mejoramiento genético (Gordillo *et al.*, 2006).

En hibridaciones intervarietales de tomate de cáscara ha sido posible obtener híbridos sobresalientes, sobre todo si los progenitores utilizados son genéticamente divergentes; en la craza de la variedad Verde Puebla y Rendidora se han obtenido híbridos que superan al mejor progenitor, con incrementos en rendimiento de fruto de 14.3 y 40.6 % (Peña *et al.*, 1998; Santiaguillo *et al.*, 2004), hasta del 138.7 % en la craza Salamanca x Rendidora (Sahagún *et al.*, 1999). Lo anterior demuestra la posibilidad de encontrar poblaciones genéticamente divergentes con cualidades para ser aprovechadas por hibridación como esquemas de mejoramiento, con lo que es posible formar híbridos superiores fenotípicamente a sus progenitores.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Área de Estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Durante el ciclo primavera-verano del 2013. Ubicado en las coordenadas 25° 23´de latitud norte y 101° 00´latitud este, del meridiano de Greenwich y una altitud de 1737 m.s.n.m.

Clima

Es de tipo Bwhw (x) (e) seco, semicálido con invierno fresco extremo y templado, con lluvias principalmente en verano. La temperatura media anual es de 19.8°C, con una oscilación de 10.4°C, los meses más cálidos son junio, julio y agosto con temperaturas máximas de 37°C, durante diciembre y enero se registran temperaturas bajas de hasta 10°C bajo cero, la precipitación total media es de 298.5 mm, la temporada lluviosa va de junio a octubre, el mes más lluvioso es junio y el más seco es marzo.

Material genético

Los materiales genéticos utilizados en la presente investigación fueron de siete progenitores de diverso origen y 29 híbridos resultantes de cruas directas y recíprocas, los cuales fueron establecidos bajo un diseño de bloques

al azar con tres repeticiones, los progenitores e híbridos formados se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Progenitores e híbridos de tomate de cáscara estudiados en el ciclo primavera verano del 2013, en Saltillo, Coahuila.

Genotipo	Progenitores	Origen	Genotipo	Híbridos formados
1	Coloso	Colecta	19	3 x 6
2	<i>P. angulata</i>	Especie	20	3 x 7
3	Palmarito	Colecta	21	4 x 1
4	G. Esmeralda	Mejorado	22	4 x 3
5	M. Tamazula	Colecta	23	4 x 5
6	Rendidora	Mejorado	24	4 x 6
7	Sel.-133-05	Selección	25	4 x 7
Híbridos Formados			26	5 x 1
8	1 x 3		27	5 x 3
2	1 x 4		28	5 x 7
3	1 x 5		29	6 x 1
4	1 x 6		30	6 x 3
5	2 x 1		31	6 x 4
6	2 x 5		32	6 x 5
7	2 x 6		33	7 x 3
8	2 x 7		34	7 x 4
9	3 x 1		35	7 x 5
10	3 x 4		36	7 x 6
11	3 x 5			

Establecimiento del Experimento

Siembra

Se llevó a cabo el día 21 de febrero del 2013 permaneciendo durante 30 días en el invernadero del Departamento de Horticultura, en charolas germinadoras de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato peat moss.

Trasplante

Se realizó a los 35 días después de la siembra en el Campo Agrícola Experimental de la UAAAN en el Departamento de Horticultura, en camas elevadas de 25 cm, con acolchado plástico de color negro, con riego por goteo, a una distancia de 1.60 metros entre camas, trasplante a doble hilera en forma de tresbolillo y 60 cm entre plantas, resultando un total de 20833 plantas.ha⁻¹, antes del trasplante se realizó un riego pesado para favorecer un mejor enraizamiento de las plantas establecidas.

Cada parcela experimental fue constituida por 12 plantas y como parcela útil 8 plantas con competencia completa, tomando las plantas del centro para reducir el efecto de orilla.

Fertilización

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

Deshierbes

Se realizó cada dos semanas, con el fin de mantener el cultivo libre de malezas y evitar la competencia por agua, nutrientes y luz. Además para evitar la presencia de plagas y enfermedades, los deshierbes se realizaron manualmente.

Control de Plagas y Enfermedades

Se hicieron aplicaciones de productos preventivos tales como el 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: (mosca blanca, diabrótica y gusano del fruto). Estas se realizaron quincenalmente.

Variables Estudiadas

Peso total de fruto (RTF)

Se estimó pesando todos los frutos de la parcela útil mediante una balanza digital de precisión SARTORIUS modelo TS 1352Q37 y posteriormente fue estimando el rendimiento por planta. Considerando la suma de cuatro cortes, el primero fue a los 63 días después del trasplante y los tres restantes con intervalos de 15 días.

Peso promedio de fruto (PPF)

Se calculó dividiendo el peso total de frutos (pesados en una balanza digital de precisión SARTORIUS modelo TS 1352Q37) por parcela útil entre número total de frutos de la misma parcela.

Numero de frutos por planta (NFP)

Se estimó contando los frutos de cada corte y se obtuvo la suma total de frutos por planta.

Diámetro ecuatorial de fruto (DEF)

Fue estimado tomando al azar cuatro frutos por parcela, por corte, utilizando para ello un vernier digital marca Autotec[®]

Diámetro Polar de Fruto (DPF)

Fue estimado tomando al azar cuatro frutos por parcela y por corte, utilizando para ello un vernier digital marca Autotec[®]

Firmeza de Fruto (FF)

Se determinó con un penetrometro Fruit Pressure Tester, modelo FT-327 of 13 kg, con una puntilla de 6 mm.

Sólidos Solubles Totales (SST)

Se tomaron cuatro frutos de cada muestra, los cuales se molieron y se colocó una gota de jugo de tomate de cáscara en el prisma del refractómetro marca Atago N-1E[®] y el resultado se expresa en °Brix.

Vitamina C

Se determinó de acuerdo a la metodología oficial de la AOAC (2000), método de titulación con 2,6 Dicloroindofenol-reactivo de Tihelmann. Expresado en miligramos de vitamina C por 100 gramos de peso fresco de fruto ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$).

Análisis Estadístico

En este trabajo se utilizaron 36 genotipos, que constituyeron los tratamientos y tres repeticiones. Cada parcela experimental fue constituida por 12 plantas y como parcela útil por ocho plantas del centro para reducir el efecto y tener plantas con competencia completa.

Los valores medios de las variables estudiadas se analizaron mediante el modelo para el diseño experimental de bloques al azar, cuyo modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$X_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Para:

$i = 1, 2, 3, \dots, t$ (genotipo)

$j = 1, 2, \dots, r$ (repeticiones)

$\epsilon_{ij} \sim \text{NI}(0, \sigma^2)$

Dónde:

x_{ij} = es el valor observado del i -ésimo genotipo en la j -ésima repetición

μ = media general

α_i = efecto del i-ésimo genotipo

β_j = efecto de la j-ésima repetición

ϵ_{ij} = efecto del error experimental

Los datos se analizaron en el programa estadístico SAS versión 9.0, tanto en el análisis de varianza como la comparación de medias que fue con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza (ANVA) aplicado a todas las variables agronómicas bajo estudio muestra diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre genotipos (ver Cuadro 4), indicando la amplia variabilidad presente entre progenitores y los híbridos bajo estudio. Por lo tanto se hace necesario realizar una comparación de medias a fin de estimar que progenitores e híbridos presentaron los mejores comportamientos agronómicos.

Cuadro 4. Cuadrados medios de para los progenitores e híbridos de las variables de rendimiento y componentes del rendimiento.

Fuentes de variación	Grados de libertad	CUADRADOS MEDIOS				
		RTF	PPF	NFP	DPF	DEF
Genotipos	35	112409.58**	219.333**	111.13**	0.379**	0.698**
Repeticiones	2	45275.01ns	15.137ns	97.73ns	0.059ns	0.019ns
Error	70	18824.37	19.487	24.9	0.036	0.079
CV (%)		23.05	16.22	20.01	5.39	6.47

La comparación de medias para las variables agronómicas bajo estudio muestra que el progenitor Gran esmeralda fue el que presentó el mayor rendimiento con 931.3 gr de fruto por planta y fue el progenitor rendidora el que presentó el rendimiento más bajo y fue superado en 179% por el genotipo Gran esmeralda. Aunque los híbridos 3 x 4 y 4 x 3, fueron los híbridos que presentaron los mayores rendimientos de fruto, superando en 25 y 15 % al

mejor progenitor que fue el progenitor Gran Esmeralda. En la variable de PPF fue el progenitor Gran esmeralda el que presentó el mayor valor de los progenitores, sin embargo 4 x 1, 3 x 4 fueron los que presentaron el mayor PPF, estos superaron en 28 y 25% respectivamente al mejor progenitor es ésta variable, aunque fueron estadísticamente iguales ($P \leq 0.01$) a dicho progenitor (ver Cuadro 5), Bartkaite, 2001 indica que el PPF es una variable importante porque está estrechamente relacionada con la producción total por planta.

La variable NFP, es una variable importante ya que es un componente del rendimiento, en esta variable se encontraron diferencias estadísticas significativas entre genotipos. Considerando solo los progenitores, el Morado Tamazula fue el que presentó la mayor cantidad promedio de fruto (34.32), aunque el híbrido 4 x 5, 4 x 3 y 7 x 6, superaron al Morado Tamazula en 6, 4 y 3 respectivamente, aunque éstos fueron estadísticamente iguales al Morado Tamazula. En las variables DPF y DEF, el progenitor Gran esmeralda fue el que presento lo mayores valores aunque fue igual al progenitor Palmarito, sin embargo hubo híbridos como el 3 x 4, 4 x 1, 4 x 3 que presentaron un DPF mayor aunque estadísticamente igual a los progenitores Gran esmeralda y Palmarito. En DEF los híbridos 3 x 4, 4 x 3, 4 x 1 y 2 x 1 presentaron un diámetro superior a 5 cm superando al progenitor Gran esmeralda en 7%, 5%, 4% y 2%, respectivamente, aunque estadísticamente ($P \leq 0.01$) fueron iguales a los mejores progenitores en DEF, Ver Cuadro 5.

Cuadro 5. Rendimientos medios de los progenitores e híbridos de tomate de cáscara, estudiados en Saltillo, Coahuila en 2013.

Genotipos	RTF (g.planta ⁻¹)	PPF (gr)	NFP	DPF (cm)	DEF (cm)
Progenitores					
1. Coloso	378.2 de	16.59 ij	22.27 abcdef	2.94 ij	3.64 ij
2. <i>P. angulata</i>	441.2 de	20.51 ghij	25.84 abcdef	3.26 efghij	3.95 ghij
3. Palmarito	548.9 cde	28.88 cdefghi	19.21 bcdef	3.67 abcdefgh	4.59 abcdefgh
4. G. Esmeral.	931.3 abc	36.68 abcdef	31.43 abcde	4.07 abc	4.96 abcde
5. M. Tamazula	459.6 de	13.39 j	34.32 abc	2.81 j	3.51 j
6. Rendidora	333.2 e	26.60 cdefghij	14.36 f	3.40 defghij	4.17 defghij
7. S. 133-05	403.9 de	20.49 ghij	23.01 abcdef	3.12 hij	3.84 hij
Híbridos					
1 x 3	819.0 abcd	37.39 abcde	21.98 abcdef	4.06 abc	4.91 abcdef
1 x 4	713.0 bcde	39.92 abc	18.25 cdef	3.95 abcd	4.85 abcdefg
1 x 5	522.0 cde	27.83 cdefghij	21.77 abcdef	3.45 cdefghi	4.53 abcdefghi
1 x 6	653.0 bcde	38.66 abcd	19.21 bcdef	3.75 abcdefg	4.79 abcdefg
2 x 1	733.9 abcde	36.59 abcdef	21.95 abcdef	3.79 abcdef	5.04 abcd
2 x 5	461.4 de	18.21 hij	29.30 abcdef	3.25 efghij	3.86 hij
2 x 6	496.8 cde	17.93 hij	31.63 abcd	3.09 hij	3.61 ij
2 x 7	380.9 de	22.92 fghij	18.26 cdef	3.17 fghij	3.95 ghij
3 x 1	698.3 bcde	25.47 defghij	28.17 abcdef	3.43 defghi	4.38 bcdefghij
3 x 4	1165.1 a	45.92 ab	31.26 abcde	4.19 a	5.33 a
3 x 5	659.7 bcde	21.83 ghij	29.35 abcdef	3.32 efghij	4.10 efghij
3 x 6	591.4 cde	31.96 bcdefgh	23.05 abcdef	3.81 abcde	4.60 abcdefgh
3 x 7	365.3 e	26.79 cdefghij	15.14 ef	3.25 efghij	4.15 defghij
4 x 1	777.6 abcde	46.91 a	17.34 def	4.16 ab	5.17 abc
4 x 3	1071.7 ab	37.93 abcde	35.91 a	4.17 ab	5.23 ab
4 x 5	644.4 bcde	22.67 fghij	36.39 a	3.68 abcdefgh	4.35 bcdefghij
4 x 6	717.4 abcde	34.47 abcdefg	24.69 abcdef	3.50 cdefghi	4.52 abcdefghi
4 x 7	640.8 bcde	33.39 abcdefg	22.82 abcdef	3.54 cdefghi	4.62 abcdefgh
5 x 1	639.9 bcde	24.19 efghij	32.31 abcd	3.56 bcdefgh	4.45 abcdefghi
5 x 3	528.1 cde	21.24 ghij	27.58 abcdef	3.15 ghij	4.14 defghij
5 x 7	482.3 de	18.62 hij	27.95 abcdef	3.22 efghij	3.94 ghij
6 x 1	520.1 cde	29.17 cdefghi	19.11 bcdef	3.63 abcdefgh	4.43 abcdefghi
6 x 3	546.2 cde	28.28 cdefghi	20.31 abcdef	3.60 abcdefgh	4.58 abcdefgh
6 x 4	461.4 de	22.24 fghij	23.01 abcdef	3.33 efghij	4.03 fghij
6 x 5	428.8 de	18.19 hij	21.71 abcdef	3.21 efghij	3.99 fghij
7 x 3	714.6 bcde	27.03 cdefghij	27.60 abcdef	3.66 abcdefgh	4.55 abcdefgh
7 x 4	376.2 de	21.95 ghij	17.91 def	3.36 defghij	4.29 cdefghij
7 x 5	445.5 de	17.84 hij	28.13 abcdef	3.30 efghij	3.63 ij
7 x 6	677.4 bcde	21.06 ghij	35.25 ab	3.29 efghij	4.14 defghij

En el análisis de varianza aplicado a las variables relacionadas con la calidad de fruto como son SST, FF y VC (Cuadro 6), se encontraron diferencias altamente significativas ($P \leq 0.01$) para SST y VC, indicando que entre los

progenitores e híbridos estudiados se presenta amplia variabilidad respecto a dichas variables bajo estudio. En el caso de las variables firmeza y sólidos solubles son de suma importancia ya que forman parte de la calidad del fruto. Lo cual coincide con lo señalado por González *et al.*, (2004) quienes indican que para el consumidor, la calidad del tomate viene determinada por atributos como apariencia externa, sabor y características nutritivas, además de firmeza, SST, acidez y tamaño de fruto, de las cuales depende también el precio en el mercado.

Cuadro 6. Análisis de varianza para variables de calidad en progenitores e híbridos de tomate de cáscara, estudiados en Saltillo, Coahuila, 2013.

Fuentes de variación	Grados de libertad	Cuadrados Medios		
		SST	FF	VC
Genotipos	35	0.556**	0.600ns	0.502**
Repeticiones	2	0.053ns	0.087ns	0.140 ns
Error	70	0.169	0.339	0.193
CV (%)		7.22	11.32	11.33

Dado que se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los genotipos estudiados, se procedió a realizar comparación de medias mediante la prueba de Tukey, encontrando que en la variable SST ninguno de los progenitores supero los 6 °Brix, sin embargo se encontró que los híbridos, 2 x 5, 2 x 6, 2 x 11, 3 x 1, 3 x 6, 4 x 7, 5 x 1, 5 x 3, presentaron un valor superior a 6° Brix, mientras que los híbridos 5 x 7 y 7 x 3, presentaron el menor contenido de azúcares, resultando estadísticamente diferentes de los híbridos con las

concentraciones más altas de azúcares, por lo tanto el sabor será diferente. En la variable VC, se encontró que la especie *P. angulata* fue el progenitor con el mayor contenido, y aunque el híbrido 7 x 4 presentó la mayor cantidad de VC, superando en 6% a *P. angulata* éstos fueron estadísticamente iguales, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la variable FF.

En el Cuadro 8, se presentan los híbridos y los valores de heterobeltiosis estimados para las características RTF, PPF, NFP, DPF y DEF, ya que el rendimiento de fruto en tomate de cáscara es la principal característica de importancia económica, mientras que el resto de las variables contribuyen de manera importante al rendimiento total de fruto.

El Cuadro 8, muestra que el híbrido 1 x 6, superó en 72.66% al mejor progenitor, indicando que entre los progenitores utilizados existen genes se complementa adecuadamente de tal manera que pueden contribuir de forma importante al incremento del rendimiento de fruto, sin embargo así como se encontraron híbridos con altos valores de heterobeltiosis, también fue posible encontrar híbridos con valores negativos de heterobeltiosis como fue el 7 x 4, que presentó un valor de -59.60, esto indica que probablemente los progenitores utilizados tienen la misma base genética, contribuyendo a la endogamia, por lo tanto a la reducción del rendimiento, lo cual ocurre principalmente en las especies alogamas.

Cuadro 7. Contenido medio de tres variables relacionadas con la calidad de fruto de progenitores e híbridos de tomate de cáscara estudiados en Saltillo, Coahuila, 2013

Genotipos	SST (°Brix)	FF (kg cm⁻²)	V. C (mg/100g)
Progenitores			
1. Coloso	5.68 abcde	4.650 a	3.52 abc
2. <i>P. Angulata</i>	5.98 abcde	4.817 a	4.40 ab
3. Palmarito	5.22 bcde	4.308 a	3.52 abc
4. G. esmeralda	5.84 abcde	5.150 a	3.81 abc
5. M. Tamazula	5.86 abcde	5.283 a	4.11 abc
6. Rendidora	5.51 abcde	4.700 a	3.81 abc
7. S. 05 (133-05)	5.58 abcde	4.700 a	4.11 abc
Híbridos			
1 x 3	5.49 abcde	5.458 a	3.23 bc
1 x 4	5.45 abcde	5.275 a	4.11 abc
1 x 5	5.21 bcde	4.900 a	3.81 abc
1 x 6	5.81 abcde	6.125 a	3.52 abc
2 x 1	5.51 abcde	5.458 a	4.11 abc
2 x 5	6.04 abcde	4.608 a	4.11 abc
2 x 6	6.39 ab	4.758 a	4.11 abc
2 x 7	6.33 abc	4.692 a	3.81 abc
3 x 1	6.57 a	4.317 a	4.11 abc
3 x 4	5.89 abcde	5.583 a	4.40 ab
3 x 5	5.57 abcde	5.058 a	4.40 ab
3x 6	6.23 abcd	5.825 a	3.81 abc
3 x 7	5.40 abcde	4.983 a	4.40 ab
4 x 1	5.74 abcde	5.425 a	3.81 abc
4 x 3	5.29 abcde	5.575 a	4.11 abc
4 x 5	5.43 abcde	5.300 a	3.23 bc
4 x 6	5.91 abcde	5.242 a	3.23 bc
4 x 7	6.34 abc	5.733 a	4.40 ab
5 x 1	6.06 abcde	5.175 a	3.81 abc
5 x 3	6.49 ab	5.833 a	4.11 abc
5 x 7	4.86 e	4.508 a	4.11 abc
6 x 1	5.78 abcde	5.150 a	3.23 bc
6 x 3	5.93 abcde	5.650 a	4.11 abc
6 x 4	5.67 abcde	5.125 a	3.52 abc
6 x 5	5.33 abcde	5.375 a	3.52 abc
7 x 3	4.95 de	5.033 a	4.11 abc
7 x 4	4.99 cde	4.783 a	4.69 a
7 x 5	5.43 abcde	5.042 a	2.93 c
7 x 6	5.58 abcde	5.692 a	4.11 abc

Los resultados de heterobeltiosis observados coinciden con lo reportado por De Vicente y Tanksley, (1993) quienes indican que en la descendencia de los híbridos de tomate es probable encontrar plantas que superen a los progenitores debido a la segregación transgresiva, lo que explicaría que algunos híbridos sean superados por sus generaciones F2.

En la variable de PPF el híbrido 2 x 1 fue el que presentó el valor más alto en heterobeltiosis con un valor de 78.40% de incremento respecto al mejor progenitor, indicando la diversidad entre los progenitores que formaron dicho híbrido, ya que el progenitor dos fue la especie *angulata*, la cual combinó adecuadamente con el genotipo Coloso. El híbrido 7 x 4, también presentó el valor más bajo en heterobeltiosis que fue de -40.16, lo cual confirma la similitud genética entre los progenitores Selección 133-05 y el progenitor Gran esmeralda, utilizados en esta investigación, confirmando la semejanza genética de los progenitores de dicha cruce. En la variable NFP se encontró que el híbrido 7 x 6 presentó una heterobeltiosis de 53.19% indicando que para dicha variable los progenitores utilizados presentan genes que se manifiestan en híbridos con alto número de frutos, lo cual es importante si se desea incrementar éste importante componente del rendimiento. El tamaño de fruto está determinado por las variables DPF y DEF y en el presente estudio se encontró que el híbrido 1 x 5, 2 x 1 y 5 x 1 presentaron altos valores de heterobeltiosis, resaltando que el progenitor Coloso y Tamazula en su cruce directa como recíproca permiten lograr incrementos en el tamaño de fruto por encima de su mejor progenitor que fue el Coloso, ver Cuadro 8.

Cuadro 8. Estimación de la heterobeltiosis en híbridos de tomate de cáscara estudiados en Saltillo, Coahuila, 2013.

Híbridos	RTF (g.planta ⁻¹)	PPF (gr)	NFP	DPF (cm)	DEF (cm)
1 x 3	49.21	29.47	-1.30	10.63	6.97
1 x 4	-23.44	8.83	-41.93	-2.95	-2.22
1 x 5	13.58	67.75	-36.57	17.35	24.45
1 x 6	72.66	45.34	-13.74	10.29	14.87
2 x 1	66.34	78.40	-15.05	16.26	27.59
2 x 5	0.39	-11.21	-14.63	-0.31	-2.28
2 x 6	12.60	-32.59	22.41	-9.12	-13.43
2 x 7	-13.67	11.75	-29.33	-2.76	0.00
3 x 1	27.22	-11.81	26.49	-6.54	-4.58
3 x 4	25.10	25.19	-0.54	2.95	7.46
3 x 5	20.19	-24.41	-14.48	-9.54	-10.68
3x 6	7.74	10.66	19.99	3.81	0.22
3 x 7	-33.45	-7.24	-34.20	-11.44	-9.59
4 x 1	-16.50	27.89	-44.83	2.21	4.23
4 x 3	15.08	3.41	14.25	2.46	5.44
4 x 5	-30.81	-38.20	6.03	-9.58	-12.30
4 x 6	-22.97	-6.03	-21.44	-14.00	-8.87
4 x 7	-31.19	-8.97	-27.39	-13.02	-6.85
5 x 1	39.23	45.81	-5.86	21.09	22.25
5 x 3	-3.79	-26.45	-19.64	-14.17	-9.80
5 x 7	4.94	-9.13	-18.56	3.21	2.60
6 x 1	37.52	9.66	-14.19	6.76	6.24
6 x 3	-0.49	-2.08	5.73	-1.91	-0.22
6 x 4	-50.46	-39.37	-26.79	-18.18	-18.75
6 x 5	-6.70	-31.62	-36.74	-5.59	-4.32
7 x 3	30.19	-6.41	19.95	-0.27	-0.87
7 x 4	-59.60	-40.16	-43.02	-17.44	-13.51
7 x 5	-3.07	-12.93	-18.04	5.77	-5.47
7 x 6	67.71	-20.83	53.19	-3.24	-0.72

CONCLUSIONES

En todas las variables estudiadas, excepto en la FF, se encontraron diferencias altamente significativas entre genotipos, lo cual indica una amplia variabilidad genética entre los progenitores estudiados y entre los híbridos formados y estudiados.

En los híbridos formados existe amplia variabilidad genética en componentes del rendimiento y variables relacionadas con la calidad de fruto. En los componentes del rendimiento se encontraron altos valores de heterobeltiosis lo cual indica la posibilidad de encontrar cruzas que permiten un incremento de las variables bajo estudio en relación a los progenitores estudiados.

Los híbridos con mayores valores de heterobeltiosis en rendimiento de fruto y por lo menos en tres componentes de rendimiento fueron el 1 x 3, 1 x 6, 2 x 1 y 5 x 1, cual indica que en los progenitores utilizados para formar dichos híbridos pueden ser utilizados para el mejoramiento del rendimiento en el tomate de cáscara.

LITERATURA CITADA

- Apocada Sánchez M.A., M.A. Barreras Soto., E. Cortez Moncada., J.A. Quintero Benítez. 2008. Enfermedades del tomate de cáscara en Sinaloa. INIFAP-CIRNO. Campo Experimental Valle del Fuerte. Folleto técnico número 31. Los Mochis, Sinaloa, México. Pp. 33.
- Cartujano Escobar F. 1984. Desarrollo y fenología del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*) var. Rendidora. Diss. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia UACh. Chapingo, México.
- De Vicente M C., D. Tanksley Steven. 1993. QTL analysis of transgressive segregation in an interspecific tomato cross. *Genetics* 134:585-596.
- Gordillo Moreno. E., J.G. Ramírez Mezquitic, J. Hernández Dávila, V. Robledo Torres, & M.M. Murillo Soto. 2006. Estudio de progenitores e híbridos de tomate de cáscara. *Revista Agrofaz*. 6(2): 163-170.q
- Güemes Guillen M. J., F. García Pérez., Inoue K., A. Palacios Álvarez., A. Salazar Pedroza., S. Ramírez Rojas. 2001. Guía para cultivar tomate de cascara en el estado de Morelos, Folleto para productores No. 29.Pp. 9-11.
- Hernández F. 1946. Historia de las plantas de la nueva España. Volumen 11 de la UNAM. México, D.F. Pp. 701-706.
- Jones S.B. Jr. 1987. Sistema vegetal. 2da. Edición Mc. Graw-Hill de México.
- López Rodríguez J. 2011. El cultivo de tomate de cascara. www.Tecnoagro.com.mx

- Manzo G.A., A. Ledesma H., Villatoro L.J.C., Álvarez E.I., Rodríguez de la O J.L., Peña L.A. 1998. Regeneración In Vitro de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Rev. Chapingo S. Hort. 4(1): 39-44.
- Peña Lomelí A., 1998. Parámetros genéticos, respuesta a la selección y heterosis en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de doctorado en ciencias genética. Colegio de posgraduados. Montecillo estado de México. Pp. 151.
- Peña Lomelí A. y F. Márquez Sánchez. 1990. Mejoramiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Resumen del XIII Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. Cd. Juárez Chihuahua. Pp. 320.
- Peña Lomelí A. y J. F. Santiaguillo H. 2000. Híbridos planta a planta en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.) In: Resúmenes del III congreso agronómico. Del 3 al 5 de abril del 2000. Universidad Autónoma de Chapingo, México. Pp. 20.
- Peña Martínez R. y M. Bújanos R. 1992. Especies de áfidos (homóptera: aphididae) que dañan hortalizas, pp. 41-71. In: Anaya R.S., Bautista M.N y Domínguez R.B (Eds.) Manejo fitosanitario de las hortalizas en México. Centro de entomología y acarología, Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.
- Peña Lomelí A. 2001. Situación actual y perspectivas de la producción y mejoramiento genético de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en México. In Primer Simposio Nacional. Técnicas modernas de producción de tomate, papa y otras solanáceas. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila.

- Peña Lomelí A., J. F. Santiaguillo Hernández. 1999. Variabilidad genética del tomate de cáscara en México. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. *Boletín técnico*, No.3.
- Peña Lomelí A., J. D. Molina G., T. Cervantes S., F. Márquez S., J. Sahagún C. y J. Ortiz C. 1998. Heterosis intervarietal en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Rev. Chapingo, Ser. Hort.* 4(1): 31-37.
- Pérez Grajales M., F. Márquez Sánchez., A Peña Lomelí. 1997. Mejoramiento genético de hortalizas. México. Editorial: UAC, Pp. 232.
- Ramírez Rojas S., A. Salazar Pedroza., T. Nakagome. 2001. Manual de plagas y enfermedades del cultivo de jitomate, tomate de cascara y cebolla. Pp. 78-83.
- Sahagún Castellanos J. 1992. El ambiente, el genotipo y su interacción. *Revista Chapingo Serie Horticultura.* 79-80: 5 – 12
- Sahagún Castellanos J., F. Gómez Ruíz ., A. Peña Lomelí. (1999). EFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA EN POBLACIONES DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 5(1), 19-23.
- Sánchez Martínez J., J.M. Padilla G., B.A. Bojorquez M., Ma. C. Arriaga R., L.J. Arellano R., E. Sandoval I., E. Sánchez M. 2006. Tomate de cascara cultivado y silvestre del occidente de México. Prometeo editores, Guadalajara, Jalisco, México. 176 p.
- Santiaguillo Hernández J. F., J. Sahagún C, A. Peña L., y J. A. Cuevas S. 1996. Estabilidad de Rendimiento de Tomate de Cáscara (*Physalis*

- ixocarpa Brot) I. Criterios de Medias de Dispersión. Revista Chapingo Serie Hortícola. Pág. 2(2) 135- 139.
- Santiaguillo Hernández J.F. 2001. Heterosis en híbridos intervenales planta a planta. Tesis de doctorado en ciencias genéticas. Colegio de Postgraduados Montecillo Estado de México.
- Santiaguillo Hernández J.F., E. Cedillo Portugal, J. A. Cuevas Sánchez. 2010. Distribución geográfica de *Physalis spp.* en México. Publicaciones de la red de tomate de cascara. SINAREFI. Pp. 245.
- Santiaguillo Hernández J. F., T. Cervantes, S. y A. Peña L. 2004. Selección para rendimiento y calidad de fruto de cruza planta x planta entre variedades de tomate de cáscara. Rev. Fitotec. Mex. 27(1): 85-91.
- Saray Meza. C. 1977. Tomate de cáscara, algunos aspectos sobre su fisiología e investigación. Campo Agrícola Experimental Zacatepec, Morelos. México.
- Saray Meza C., J. Loya Ramírez. 1977. El cultivo del tomate en el estado de Morelos. *INIACIAMEC. Circular*, (57).
- SIAP. 2014.<http://www.siap.gob.mx/agrresumen-nacional-por-cultivo/>
- Taboada Salgado M. y R. O. Guadarrama Oliver. (eds) 2004. Cultivos alternativos de México. Primera edición. Editorial AGT Editor, S.A. México, D.F. pp. 169.