

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Estimación del Rendimiento, Componentes del Rendimiento y Heterosis en
Triplóides de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en General Cepeda,
Coahuila.

Por:

ELIZABETH MENDOZA RIVERA

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

Saltillo, Coahuila, México

Octubre del 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Estimación del Rendimiento, Componentes del Rendimiento y Heterosis en
Triploides de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en General Cepeda,
Coahuila

Por:

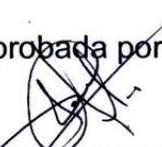
ELIZABETH MENDOZA RIVERA

TESIS

Presenta como requisito parcial para Obtener el título de:

INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA

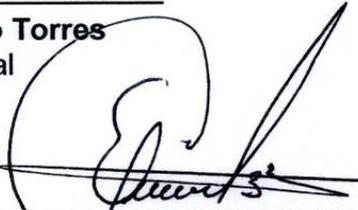
Aprobada por



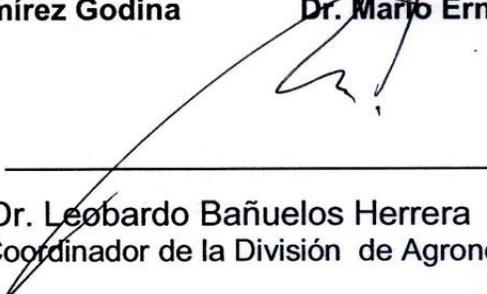
Dr. Valentín Robledo Torres
Asesor Principal



Dra. Francisca Ramírez Godina
Coasesor



Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo
Coasesor



Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Octubre del 2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios nuestro señor por seguir brindándome vida y fuerzas para continuar con cada sueño y por haberme dado la oportunidad de existir en este mundo.

Al Dr. Valentín Robledo Torres por darme la oportunidad de formar parte de sus tesis así como su apoyo para poder realizar este trabajo ya que sin su ayuda no hubiese sido posible terminarlo.

A la Dra. Francisca Ramírez Godina por sus palabras de aliento y su cariño infinito, así como su apoyo y comprensión, muchas gracias.

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo por su gran apoyo en el momento que se requirió gracias.

T.A. Norma Leticia Portos Gaona por su apoyo profesional en aquellos momentos que se requirió y que la caracteriza como persona, muchas gracias.

A mis Padres por darme su apoyo incondicional durante toda mi vida y por haber confiado en mí para ver culminado este proyecto que es suyo.

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

A mis compañeros de carrera: Angy, Vicky, Sandy, Betty, Ofe, Yessi, Rosy, Anita, Lulis, Blanquita, Bereniz, Cristi, Ricardo, V. Manolo, Eloy, Gilberto, Efrén, Jaime, Dioni, Romeo y al resto gracias por los momentos que compartimos y sobre todo por la amistad, por gritarme y dejarme gritar cuando hizo falta, por su honradez, calidad humana y sencillez, por esto y más gracias, que Dios los bendiga.

DEDICATORIA

A mis padres

A ti Madre: Sra. Ma. Eugenia Rivera, por haberme dado el mejor regalo del mundo que es la vida, por estar conmigo en las buenas y en las malas durante toda mi vida, por brindarme el apoyo incondicional en todo momento, por ser mi pilar para formarme como mujer, con principios y valores por todo esto y mucho más, gracias mami.

A ti Padre: Sr. Eduardo Mendoza Guzmán, por ser el hombre que nos has dado todo, trabajando casi de sol a sol, con el único afán de sacar a la familia adelante, por tu apoyo incondicional por esto y por muchas razones más, gracias papi.

A mis Hermanos: Nahúm, Víctor Manuel y E. Eduardo gracias por su apoyo incondicional, por haber compartido momentos buenos y malos de nuestras vidas muchas gracias.

A mi Sobrina: Jeannel y los que están por llegar, que sean hombres y mujeres de bien con valores y principios con el fin de que sean personas justas y correctas, esperando que sean mejores que nosotros y sigan nuestro ejemplo para que sean unos profesionista.

INDICE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
INDICE CONTENIDO	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
RESUMEN.....	x
INTRODUCCIÓN.....	1
REVISIÓN DE LITERATURA	3
Importancia del Cultivo	3
Historia.....	3
Origen	4
Taxonomía del Tomate de Cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	4
Descripción Morfológica	5
Raíz.....	5
Tallo	5
Hojas.....	5
Flores	5
Fruto.....	6
Semilla	6
Manejo del cultivo e tomate de cáscara	6
Fenología del cultivo.....	7
Fisiología del tomate de cascara	7
Desarrollo y crecimiento	7
Hábito de Crecimiento	8
Requerimientos Climáticos	8
Temperatura.....	8
Humedad.....	8
Luminosidad.....	9
Cosecha	9
Plagas y Enfermedades del Cultivo de Tomate	9
Calidad de semilla	12

Calidad genética.....	12
Origen de los cultivos poliploides	14
Poliploidia	14
Euploidia	14
Características de cultivos poliploides.....	16
Triploide artificial.....	17
Heterosis y heterobeltiosis	19
MATERIALES Y MÉTODOS	20
Material Genético.....	20
Distribución de los Tratamientos	20
Establecimiento del Experimento.....	21
Producción de Plántula	21
Preparación del Terreno	22
Trasplante	22
Etiquetado	22
Riego	23
Fertilización.....	23
Control de Plagas y Enfermedades	23
Deshierbes.....	24
Análisis Estadístico.....	24
Variables Bajo Estudio en Híbridos Triploides y sus Progenitores Diploides y Tetraploides	25
Rendimiento Total de Fruto (RTF)	25
Número Total de Frutos por Planta (NTF)	25
Peso Promedio de Fruto (PPF).....	25
Diámetro Polar de Fruto (DPF) y Diámetro Ecuatorial de Fruto (DEF).....	25
Sólidos Solubles Totales (SST)	26
Firmeza de Fruto (FIR)	26
Determinación de pH del Fruto	27
Estimación de la Heterosis y Heterobeltiosis en Híbridos Triploides	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
Rendimiento Total de Fruto (RTF).....	30

Número Total de Frutos por Planta (NTF)	31
Peso Promedio de Fruto (PPF)	32
Diámetro Polar de Fruto (DPF)	32
Diámetro Ecuatorial del Fruto (DEF)	33
Sólidos Solubles Totales (SST)	34
Firmeza de Fruto (FF).....	35
Determinación de pH de fruto (Acidez)	37
Heterosis y Heterobeltiosis	38
Rendimiento Total de Fruto	38
Numero de Frutos por Planta	38
Peso Promedio de Fruto.....	39
Diámetro Polar del Fruto.....	39
Diámetro Ecuatorial del Fruto	40
Firmeza de fruto	40
Sólidos Solubles Totales	41
Acidez del Fruto (pH).....	41
CONCLUSIONES.....	44
LITERATURA CITADA	45

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1.	Material genético de <i>Physalis ixocarpa</i> Brot, en el ciclo Primavera–Verano 2011, en el municipio de general cepeda, Coahuila.....	21
2.	Productos químicos aplicados como preventivos a la incidencia de plagas y enfermedades en el estudio de tomate de cascar, en General Cepeda, Coahuila 2011.....	24
3.	Cuadros medios del análisis de varianza aplicado a características en genotipos de tomate de cascara, estudiados en el municipio de General Cepeda en el 2011.....	29
4.	Valores de heterosis de diez cruzas de diploides por tratamientos en tomate de cascara.....	42
5.	Valores de heterobeltiosis de diez cruzas de diploides por tratamientos de tomate de cascara.....	43

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1.	Rendimiento total del fruto en tomate de cascara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.....	30
2.	Numero de frutos por planta en condiciones de campo abierto en General Cepeda, Coahuila.....	31
3.	Comparación, de peso promedio de frutos por planta en el cultivo de tomate de cascara, evaluados en General Cepeda, Coahuila.....	32
4.	Comparación, para la variable diámetro polar del fruto en el cultivo de tomate de cascara, evaluado en General Cepeda, Coahuila.....	33
5.	Comparación de medias para la variable diámetro ecuatorial del fruto en el cultivo de tomate de cascara, evaluados en General Cepeda, Coahuila.....	34
6.	Comparación para la variable solidos solubles totales en el cultivo de tomate de cascar, evaluados en general Cepeda, Coahuila en el 2011.....	36
7.	Comparación para la variable firmeza de fruto en el cultivo de tomate de cascara evaluados en General Cepeda, Coahuila en el 2011.....	36
8.	Comparación para la determinación de pH en el fruto en el cultivo de tomate de cascara, evaluados en General Cepeda, Coahuila en el 2011.....	37

RESUMEN

El tomate de cáscara es un cultivo de gran importancia en México, y representa una alternativa para los agricultores. En el año 2009 este cultivo obtuvo el cuarto lugar (47,473 Ha) en superficie sembrada entre las hortalizas y obteniendo un rendimiento de 14.2 t ha⁻¹. Su demanda en México y en el mundo es creciente, sin embargo tiene rendimientos bajos, lo cual hace necesario generar tecnología que permita incrementar éstos, de tal manera que resulte un cultivo más redituable.

La amplia variabilidad genética del tomate de cáscara constituye un invaluable recurso para su mejoramiento. Por lo tanto el objetivo del presente trabajo fue evaluar los componentes de rendimiento y calidad de fruto de híbridos triploides, estimar heterosis y heterobeltiosis para seleccionar cruza sobresalientes en tomate de cáscara.

La siembra del cultivo fue realizada el 12 de marzo del 2011 y el trasplante el 4 de abril del mismo año, en el Municipio de General Cepeda, Coahuila, México. Las variables estudiadas fueron; características agronómicas, rendimiento total de fruto, número de frutos por planta, peso de fruto por planta, diámetro polar de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, firmeza de fruto, sólidos solubles totales y pH del fruto.

Se realizó un análisis de varianza para el diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones, donde los tratamientos o factores bajo estudio fueron 10 híbridos triploides y sus 10 progenitores (5 diploides y 5 tetraploides) de tomate de cáscara, para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Se utilizó el programa estadístico R versión 2.14.1. Respecto a las variables antes indicadas, los coeficientes de variación fueron bajos con valores de 17.97, 18.87, 13.08, 18.16, 13.79, 16.63, 13.63 y 20.89, indicando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

En las poblaciones estudiadas se identificaron a los triploides 2x13 con (4.26 Kg/planta), 11x21 con (3.07 Kg/planta). y al diploide 13 con (3.56 Kg/planta), como las poblaciones que presentaron las mejores características en cuanto al rendimiento y sus componentes. De acuerdo al análisis de varianza aplicado se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) entre híbridos y

progenitores para (rendimiento total de frutos, número total de frutos, diámetro polar del fruto, diámetro ecuatorial, firmeza y sólidos solubles totales y pH). Destacando sobre todo el triploide 2x13 y derivadas del cruzamiento entre individuos genéticamente diferentes, las cruzas con los mejores atributos en heterosis fueron; Cuatro con altos valores de heterosis en rendimiento (2x13, 5x19, 11x21, 16x1) y dos de estas cruzas (2x13 y 11x21) presentaron heterobeltiosis y además altos valores de heterosis en todas las variables estudiadas.

Palabras clave: *Physalis ixocarpa* Brot, tetraploides, diploides, mejoramiento genético, características del fruto, heterosis y heterobeltiosis.

INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), actualmente se produce en casi todo México es uno de los cultivos hortícolas más importantes a nivel nacional (Menzel, 1951; Peña y Márquez, 1990; Santiaguillo *et al.*, 1998), ocupa el cuarto lugar en superficie sembrada (47,472 has) entre las hortalizas, la importancia adquirida por este cultivo es debido al aumento en el consumo per cápita (4.5 kg) a nivel nacional; así como por la exportación a los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá (Peña *et al.*, 2002). A pesar de ser una especie nativa de México y Centroamérica y de existir amplia variabilidad genética, tanto en el tomate silvestre como en el domesticado (Santiaguillo *et al.*, 2004), el rendimiento medio nacional es de 14.17 t·ha⁻¹ (SIAP-SAGARPA, 2011), el cual es considerado bajo, de acuerdo al rendimiento potencial de 40 t·ha⁻¹ (Peña y Santiaguillo, 1999). La causa de los bajos rendimientos es la producción de manera empírica y el uso de variedades nativas (Santiaguillo *et al.*, 1998).

La poliploidía está caracterizada por la duplicación del número de genomas de un mismo individuo, aumentando la variabilidad genética. La poliploidía incrementa el tamaño efectivo de la población e incrementa la flexibilidad genómica, lo cual permite desarrollar plantas más vigorosas (Cubero, 2003). Mediante la formación de tetraploides en especies como sandía, papa, plátano, cítricos, y la obtención de híbridos triploides ha originado importantes avances el mejoramiento genético de estas especies. La selección de poliploides sobresalientes, podría ser una buena estrategia para obtener nuevas variedades (Hagiwara *et al.*, 2002).

La generación y selección de híbridos triploides, así como autotetraploides y diploides en *Physalis ixocarpa*, aumenta las posibilidades en la mejora de esta especie, ya que en los autotetraploides formados se ha encontrado alta variabilidad en rendimiento, así como sobre-expresión de características importantes como rendimiento de fruto, tamaño de fruto y frutos

por planta (Robledo *et al.*, 2011). El objetivo del presente trabajo fue evaluar los componentes de rendimiento y calidad de fruto de híbridos triploides, estimar heterosis y heterobeltiosis para seleccionar cruza sobresalientes en tomate de cáscara. Bajo la hipótesis de que al menos uno de los híbridos triploides formados, presentará rendimiento y calidad de fruto superiores a los progenitores utilizados en ésta investigación.

REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia del Cultivo

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es un cultivo cuyo fruto se utiliza en la preparación de un gran número de platillos regionales. En México ha adquirido gran importancia en los últimos 15 años, debido a un incremento en el consumo per cápita y la producción con fines de exportación (Saray, 1982). En la década de los ochenta era un cultivo casi exclusivo de la zona centro del país (Puebla, Morelos, Estado de México, Hidalgo y Guanajuato) y se sembraban principalmente materiales nativos. Pero el incremento en su participación como producto industrial, ha impulsado considerables avances en la técnica de producción y en la generación de conocimientos en este cultivo (Pérez, 1993).

El tomate de cáscara se encuentra en forma silvestre, cultivada o domesticada en la mayoría de las entidades federativas de México, con desarrollo en una gran diversidad de condiciones naturales (Santiguillo y Peña, 2000).

Historia

El género *Physalis* comprende más de 80 especies distribuidas principalmente en América, siendo México el principal centro de distribución con aproximadamente 70 especies, de estas, 36 se encuentran ampliamente distribuidas en 26 estados del país, en un amplio intervalo altitudinal comprendido entre 8 y 3360 msnm (Peña y Santiguillo, 1999).

La superficie cosechada de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) ha aumentado desde el año de 1932, adquirió importancia en los setenta y desde los ochenta se ha exportado fresco o industrializado a los EE.UU. (Pérez y Granados, 2001).

La mayor parte de la producción se destina para su consumo fresco en el mercado nacional, en 2009 se reportaron 47,473 ha sembradas con este cultivo

y un rendimiento promedio nacional fue de 14.2 t ha⁻¹, ocupando así el cuarto lugar en las hortalizas sembradas en el país (SIAP-SAGARPA, 2011).

Origen

Vavilov (1951), menciona que el centro de origen del tomate de cáscara es el sur de México, sin embargo Peña y Márquez (1990) señalan que *Physalis ixocarpa* Brot. Crece en forma silvestre entre los maizales donde subsisten sistemas tradicionales de producción que no implican uso de herbicidas, que son recolectados incluso para su venta regional.

Taxonomía del Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.)

La clasificación del tomate de cáscara obedece principalmente a las características fenotípicas del fruto y al número cromosómico (Taboada y Oliver, 2004).

Reino: Plantae

Reino: Embryobionta

División: Magnoliophyta

Clase: Dicotyledoneae (Magnoliopsida)

Orden: *Solanales*

Familia: *Solanaceae*

Subfamilia: *Solanoideae*

Tribu: *Solaneae*

Género: *Physalis*

Especie: *ixocarpa* Brot ex Hornem

N. común: Tomate de cáscara, tomate verde o tomatillo

Fruto: baya.

Descripción Morfológica

Raíz

En el sistema de siembra directa la raíz es típica o bien pivotante y presenta raíces secundarias que pueden profundizar hasta 60 centímetros o más. En el método de trasplante, ésta sufre una modificación, transformándose en fibrosa y de poca penetración en el suelo (Fernández y Garza, 1982).

Tallo

Su tallo es casi glabro, herbáceo o ligeramente leñoso, que dependiendo de su hábito de crecimiento alcanza una altura de 0.4 a 0.9 m. El diámetro del tallo principal es de 12 mm a los 56 días aproximadamente; en las primeras fases de desarrollo tanto las hojas como las ramas presentan pubescencia que va desapareciendo a medida que crece (Saray, 1977).

Hojas

Las hojas son delgadas, ovadas o lanceoladas alternas pecioladas, de 5 a 7.5 cm de largo, dentadas y con peciolo largo de textura suave (Taboada y Oliver, 2004).

Flores

Son individuales y axilares, éstas son solitarias y salen de la dicotomía de las ramas; son pequeñas, pentámeras, con bordes de color amarillo brillante; en la garganta produce cinco puntos de color negro-café; las 11 anteras son azules; la corola mide de 1 a 2.6 cm de diámetro; su color es amarillo aunque algunas veces es púrpura y descolorida en el centro; circular; lóbulos plegados; estambres insertados en la base de la corola; el estigma presenta dos hendiduras, casi bilobulado (Saray y Loya, 1978).

Fruto

Es una baya globular de color amarillo y presenta un color amarillo dorado al madurar, alcanzando hasta un color morado, la pulpa amarillo pálido, brillante, algo dulce y semiácido, mide 1.6 a 6 cm de diámetro y el cáliz que lo cubre mide de 1.8 a 4.3 cm de largo por 2.5 a 6 cm de ancho con nervaduras que en algunos casos son de color morado, los pecíolos miden de 0.6 a 1.0 cm de largo (Venkarathams, 1957).

Semilla

Son muy pequeñas y de color crema pálido, tienen forma de disco y su diámetro es menor de 3 mm y su espesor menor de 0.5 mm, testa lisa, y un fruto tiene aproximadamente 300 semillas (Saray y Loya, 1978).

Manejo del Cultivo en el Tomate de Cáscara

Siembra directa: Las plantas provenientes de la siembra directa son más vigorosas, aunque se requiere de mayor cantidad de semillas, la cual no siempre está disponible, para una hectárea se requiere de 1.5 a 2 kilogramos de semilla y por trasplante se reduce la cantidad. Se sugiere que la distancia entre plantas sea de 50 cm. El tomate se siembra en diversos tipos de suelo (Dressler, 1953).

Trasplante: Calderón (1989) señala que el sistema más utilizado para la producción comercial es el de trasplante, lo que permite evadir heladas y hacer un uso más intensivo del suelo. En la producción de plántulas en charolas germinadoras, se puede suministrar el oxígeno, agua, nutrientes y soporte para las raíces de las plantas, como lo hace el mismo suelo. Agrega que la solución nutritiva aporta agua, nutrientes e incluso oxígeno suplementario. Al producir plántulas en charolas, es para mejorar las condiciones de crecimiento, floración y fructificación, que se pueden traducir en una mayor calidad y un rendimiento más elevado del cultivo.

Fenología del Cultivo

La expresión fenotípica de las poblaciones de tomate de cascara se modifican significativamente como resultado del cambio de hábitat o sistemas de siembra (trasplante o siembra directa).

Según Cartujano (1984), la fenología del tomate de cascara es la siguiente:

Nacencia: Se da a 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

Desarrollo y crecimiento

La planta del tomate de cascara tiene un ciclo de vida de 85 a 90 días, desde la siembra a la senescencia de la planta; una vez que emerge la plántula, inicia un crecimiento lento, aproximadamente 1 cm /día; posteriormente, como a los 24 días el crecimiento se acelera, y se estabiliza como a los 56 días, que es cuando alcanza una altura de 90 cm aproximadamente; la planta sigue creciendo lentamente y puede llegar a alcanzar un poco más de 1 m, esto sucede como a los 70 días, después la planta empieza a envejecer rápidamente hasta su muerte.

Hábito de Crecimiento

Habito erecto: Se identifica por su aspecto arbustivo que presenta la planta, originado por un crecimiento casi vertical de los tallos y la desventaja que presenta es que se doblan o se rajan con el peso de los frutos.

Hábito rastrero: Se caracteriza porque generalmente crece en forma erecta sólo hasta 0.40 m y conforme se va desarrolla la planta, los tallos se extienden sobre la superficie del suelo hasta un metro de tallo principal.

Hábitos semi-rastrero: Presenta claras diferencias con características intermedias de los dos tipos anteriores; no es tan ramificado como el tipo rastrero pero si con más ramificaciones laterales que el tipo erecto. Su altura sobrepasa los 30 cm, pero no más de 80 cm. (Saray, 1977).

Requerimientos Climáticos

Temperatura

La temperatura óptima promedio que demanda el tomate de cáscara es de 20 a 22°C. El nivel adecuado de temperatura para la germinación del tomate de cascara es de 22 a 23°C. Para el crecimiento vegetativo requiere de 22 a 25 °C, ya que con temperaturas de 30 °C el crecimiento disminuye y con 40 °C o más se puede detener. Cuando la planta entra a floración requiere de 30 a 32 °C. Con temperaturas por arriba de estos valores, durante la floración, se puede provocar deshidratación del tubo polínico, provocando una polinización incompleta y frutos mal formados (Saray y Loya, 1978).

Humedad

La humedad relativa óptima oscila entre los 60 y 80 %.Humedad relativa muy elevada favorece el desarrollo de enfermedades aéreas y el agrietamiento del fruto y dificultan la fecundación (Calderón, 1989).

Luminosidad

La luz promueve la absorción foliar al estimular la apertura de los estomas y permitir la fotosíntesis la cual establece un gradiente de presión osmótica continuo entre hojas y raíces, permitiendo el traslado de los componentes aplicados al follaje (Dybing y Currier, 1961).

Cosecha

Saray (1977), menciona que el número de cortes en el tomate de cáscara varía dependiendo del vigor de la planta, pero por lo general se le dan de 4 a 6 cortes. Estos deberán iniciarse cuando hayan madurado los primeros 3 a 4 frutos de la mayoría de las plantas, lo cual ocurre de los 55 a 70 días después de la siembra. Por lo general la cosecha dura de 30 a 35 días. Cabe señalar que hay gran variación en el tamaño de los frutos, ya que unos son demasiado grandes y rompen la bolsa, en tanto otros alcanzan a llenar la misma. También existe variación en cuanto al color y sabor de los frutos, ya que pueden presentarse tanto de tonalidad verde como amarillo, así como de sabor ácido o dulce (SARH, 1978).

Plagas y Enfermedades del Cultivo de Tomate

Plagas: De acuerdo con el daño que nos ocasionan, la plaga de mayor importancia es; el gusano del fruto (*Heliothis suflesa Guenee*), esta plaga puede ocasionar pérdidas de más del 80% de la producción si no se tiene control adecuado.

1. Araña Roja (*Tetranychus urticae Koch*)
2. Pulga Saltona (*Epitrix cucumeris Harris*)
3. Gusanos Trozadores (*Feltia spp*)
4. Mosquita Blanca (*Trialeurodes vaporariorum*)
5. Gusano del Fruto (*Heliothis suflesa Guenee*)
6. Pulgón (*Aphis gossypii Sulzer*)
7. Trips (*Frankliniella occidentalis Pergande*)

8. Minadores de la Hoja (*Liriomyza trifolii* Burgess)
9. Orugas (*Spodoptera exigua* Hubner)
10. Nematodos (*Meloidogyne* spp)

Enfermedades: Las hortalizas son susceptibles al ataque de una gran variedad de enfermedades, cuyos agentes causales pueden ser: hongos, bacterias y virus. Los daños que estos organismos ocasionan, están íntimamente ligados a una serie de factores, entre los que destacan son, el clima, tipo de suelo, la especie cultivada y el manejo agronómico (Castaños, 1993).

1. Oidiopsis (*Leveillula taurina* Lev. Arnaud)
2. Podredumbre Gris (*Botryotinia fuckeliana* de Bary)
3. Podredumbre Blanca (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib. De Bary)
4. Mildiu (*Phytophthora infestans* Mont. De Bary)
5. Alternariosis (*Alternaria solani*)
6. Enchinamiento (*Fusarium oxisporum* f. sp. Lycopersici Sacc)
7. Pudricion (*Verticillium dahliae* Kleb)
8. Mancha Negra del T. (*Pseudomonas syringae* pv. Tomato O)

Mejoramiento Genético en Tomate de Cáscara

El mejoramiento consiste en la selección de los mejores alelos, genotipos y variedades. Para ello se deben descartar variedades que no son tan productivas bajo las mismas condiciones. Para obtener el máximo rendimiento sólo se debe sembrar la variedad que es más rendidora.

El mejoramiento genético del tomate de cáscara está limitado por la autoincompatibilidad que presenta, la cual impide la obtención por autofecundación de líneas endogámicas para la formación de híbridos (Peña y Márquez, 1990; Pérez *et al.*, 1997). Según Pandey (1957), dicha autoincompatibilidad es de tipo gametofítico y está determinada por dos loci

independientes, cada uno con alelos múltiples; se manifiesta después de la polinización, cuando uno o dos alelos presentes en el polen también lo están en el estilo. En esta condición el polen generalmente no llega a germinar; cuando germina, el tubo polínico no penetra en el estigma, y si lo hace crece lentamente a lo largo del estilo, pero raras veces fecunda al óvulo (Pérez *et al.*, 1997) y entonces la autoincompatibilidad no es absoluta (Inzunza *et al.*, 1999). Con la autofecundación artificial se favorece la presencia de alelos autoincompatibles y se producen frutos partenocárpicos (Peña *et al.*, 1998) y un número reducido de frutos con semilla. Esta semilla puede ser sexual o apomíctica (Inzunza *et al.*, 1999); la sexual significa la posibilidad de generar líneas endogámicas.

Sánchez (2003), indica que para mejorar los tomates, emplearon el método de familias de medios hermanos. Recolectaron 20 familias en Zacoalco de Torres, fueron cruzadas entre sí y después de una serie de pruebas, seleccionaron a las mejores. De esta manera lograron cuatro variedades experimentales de Tomate de cáscara, denominadas Tomoca 2002 (Tomate morado de cáscara), Tomveca 2002 (Tomate morado verde de cáscara), Tomaca 2002 (Tomate amarillo de cáscara) y Toveca 2002 (Tomate verde de cáscara). Indicó que son “de hábito rastrero, ya que, según los especialistas, eso da mejor rendimiento. Además, sus frutos son color morado, y gracias a su sabor, tienen buena aceptación en el occidente de México”.

www.gaceta.udg.mx/Hemeroteca/paginas/304/304-10.pdf

El mejoramiento genético vegetal, a través de la obtención de variedades mejoradas, es un camino viable y relativamente barato para lograr incrementos en la productividad del tomate de cáscara. En este programa, se han hecho algunos trabajos para contribuir al conocimiento genotécnico de esta especie mediante el estudio de:

a) Los parámetros genéticos (varianza aditiva, coeficiente de variación aditiva, heredabilidad y correlaciones genéticas) de las variedades Rendidora, CHF1-

Chapingo, Manzano-1 y Verde Puebla (Pérez *et al.*, 1996; Peña, 1998; Moreno,1999; Rodríguez, 2001).

b) La respuesta estimada y observada de la selección masal, familiar de medios hermanos y combinada de medios hermanos. (Peña, 1998).

c) La heterosis íter e intra varietal (Peña, 1998).

Con base en dicho conocimiento, se puede decir que en tomate de cáscara los efectos aditivos son más importantes que los no aditivos, por lo que la elección es una buena alternativa para el mejoramiento genético de las poblaciones nativas y aquellas con un grado incipiente de mejoramiento, planteándose como estrategia para realizar tres a cinco ciclos de selección masal visual estratificada y posteriormente hacer selección familiar de medios hermanos.

Calidad de semilla

La calidad de semilla engloba un conjunto de atributos que constituyen al establecimiento de la planta en campo, en donde la calidad genética, fisiológica, física y sanitaria juegan un papel importante (Hernández, 2003).

Calidad genética

Se refiere a la calidad obtenida por el Fitomejorador mediante la introducción, cruzamiento y selección para identificar el material genético sobresaliente, por lo tanto, la calidad genética está determinada por el genotipo de la variedad o el híbrido.

Hernández (2003), menciona que la calidad genética de las semillas es la más importante de las cuatro porque se garantizan características mejoradas y deseadas en las plantas posteriores. O bien se refiere a la viabilidad de las semillas, a la alta capacidad de germinación y vigor para establecer nuevos individuos. Esta calidad es resultado de la expresión de factores propios del genoma de la semilla y de su interacción con los factores

ambientales que la rodean durante su desarrollo, cosecha y almacenamiento.

El mejoramiento genético del tomate de cáscara en México se inició con una investigación realizada en el Campo Agrícola Experimental de Zacatepec, Morelos, en 1972. La finalidad fue obtener un cultivar de altos rendimientos. 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 t/ha., muy superior a la criolla que rinde un promedio de 13.8 ton/ha (Pérez *et al*, 1997).

Montoya (1980), menciona que los métodos de mejoramiento de estas especies difieren de los empleados en plantas autogamas. Además Poehlman (1965) menciona que los métodos factibles de ser usados en el mejoramiento genético son:

La selección Masal

La selección Masal Estratificada

La selección Familia

Existen al menos 19 métodos de selección recurrente propuestos para el mejoramiento de especies vegetales de los cuales la selección masal y la selección mazorca por surco son los más antiguos. Tales métodos se basan fundamentalmente en la selección de los mejores individuos, familias de los mejores individuos dentro de las mejores familias de una población (Marquez 1980; Hallauer, 1985; Nyquist 1991) son los métodos más fáciles, rápidos, y baratos para el mejoramiento genético de las especies alogamas, además de ser los mas recomendables para el tomate de cascara (Peña y Marquez 1990).

Ortuño *et al.*, (1997), indica que mediante el cultivo de anteras en el tomate de cáscara podría permitir el uso de dihaploides homocigotos, con el objetivo de iniciar un programa de mejoramiento por hibridación.

Physalis ixocarpa es diploide $2n=2x=24$, con flores hermafroditas, presenta autoincompatibilidad producida por dos series alélicas y es infértil cuando uno o más alelos están en estado homocigota, convirtiéndola en

alógama. Es difícil la obtención de líneas endogámicas para la hibridación clásica (Pandey, 1957; Santiaguillo *et al.*, 2004).

Origen de los Cultivos Poliploides

Los poliploides pueden formarse por:

- a) Autopoliploidia, o sea la duplicación del genómico parental.
- b) Aloploidia, resultado del doblamiento del número de cromosomas después de un cruce interespecífico.

Poliploidia

Es un incremento del número cromosómico normal de un individuo está compuesta por varios genómos o juegos completos de cromosomas.

La poliploidia se produce por irregularidades de la meiosis: en la primera división (profase), cuando los cromosomas homólogos se separan en el proceso llamado sinapsis para formar tétradas, y no se separan durante la anafase 1; esto origina una célula con todo el complemento cromosómico y la otra con ninguno, donde la primera pasa por la segunda división meiotica y producirá un cigoto tríploide (estéril): la poliploidia se divide en: Euploidia y Aneuploidia (Cubero 1999).

Euploidia

Es la condición cromosómica de cada célula, tejido, órgano o individuo que corresponde a la constitución numérica normal de la especie.

Esta se presenta en individuos, con variaciones de complementos cromosómicos completos. El número característico de cromosomas que debe tener un organismo, donde dicho número de cromosomas es múltiplo de un número básico (n) donde significa que solo tienen un único cromosoma de cada tipo.

Según Cubero (1999) y Ramón (1970), se clasifica en:

Monoploide o haploide: Organismo que contiene solo un complemento del juego básico de cromosomas de la especie, se expresa como n o x .

Triploide: Individuo que posee tres juegos de completos de cromosomas, se origina cuando se une un gameto monoploide (n) con un gameto diploide ($2n$) formando tres juegos de cromosomas ($3n$).

Tetraploides: Individuo que posee cuatro juegos de cromosomas ($4n$). La duplicación se lleva a cabo con compuestos químicos, como el alcaloide llamado colchicina. Se forma cuando se unen dos gametos diploides de la misma especie.

Autotetraploides: Individuos que poseen cuatro juegos de cromosomas homólogos ($4n$). Son estériles cuando se producen gametos equilibrados, formándose cuando se unen dos gametos diploides de dos especies iguales.

Aneuploidia: (Aneu=Impar; Ploidia= unidad). Son organismos cuyo número de cromosomas no es múltiplo de número básico del grupo. Se divide en:

Nulosomicos: Se presenta cuando un organismo ha perdido un par de cromosomas ($2n-2$). Es mortal para los diploides; en poliploides se puede perder dos cromosomas homólogos de un grupo y sobreviven; en trigo hexaploide ($6n-2$) se manifiesta con reducción de vigor y fertilidad y sobreviven hasta la madurez.

Monosomicos: Se presenta en organismos diploides cuando pierde un cromosoma de un par único ($2n-1$). Se manifiesta con una altura de mortalidad o reducción de la fertilidad.

Doble Trisomico: Se produce cuando cada uno de los cromosomas diferentes se presenta por triplicado, representándose como ($2n+1+1$).

Tetrasomico: Se presenta por cuadruplicado un cromosoma de un organismo diploide, representado como ($2n+2$).

La poliploidia es muy común en plantas, especialmente en angiospermas, actualmente, se piensa que entre el 30 y el 70% de las

Angiospermas son poliploides. Se sabe que las herbáceas perennes muestran mayor porcentaje de formas poliploides que las anuales y están menos que las leñosas aunque las herbáceas perennes y las leñosas se comportan de diferente manera en las regiones tropicales (Ramón, 1970).

Características de Cultivos Poliploides

Los poliploides cultivados son regularmente superiores a sus contraparte diploide, pues se caracterizan por flores, frutos, semillas o follajes de mayor tamaño- atribuible a que en los poliploides las células son de mayor volumen o por tener mayor cantidad de proteínas, azúcares y otras sustancias útiles. Por ejemplo en taro, el clon “Gigante”, tríploide, s de mayor rendimiento que los diploides. Los algodones americanos, tetraploides, incluyen la mayoría de los cultivares comerciales. En papa, trigo y otros cultivos en que hay series de niveles de ploidia, los tipos poliploides son generalmente los más productivos. Un carácter favorable en los frutales triploides es la carencia de semillas. (León 1987).

Hermesen (1963), señala que todos los trigos tetraploides llevan el gene Ne1 localizado en el cromosoma 5BL, en tanto que solo algunos trigos hexaploides llevan el gene necrótico Ne2, que se localiza en el cromosoma 2BS. Cuando se efectúa un cruzamiento entre un trigo tetraploide por un trigo hexaploide que lleva el gen Ne2, se juntan los genes necróticos de ambas especies, y el híbrido F1 muestra incompatibilidad necrótica; sin embargo, cuando un trigo tetraploide se cruza con un trigo hexaploide que no lleva el gene Ne2 la descendencia F1 es normal.

Desde el punto de vista citogenético, la papa, *S. Tuberosum* L., es considerada como un autotetraploide, es decir, una especie con cuatro cromosomas homólogos (AAAA), Sosa y Hernández (1986).

La evaluación de genotipos de maíz es importante considerar, además del rendimiento de grano, la altura de planta y mazorca. Los genotipos deben cumplir una altura de planta y de mazorca media de 2.63 y de 1.10 m,

respectivamente, las cuales están dentro de los valores reportados por Toaqui *et al.* (2005).

Las sandías sin pepita se obtienen a partir de semillas especiales. Estas se producen al cruzar una sandía normal (sandía diploide, es decir con un número normal de cromosomas) con una sandía tetraploide (con cuatro veces más cromosomas que los normales). Esta última se obtiene al tratar una sandía normal con colquicina, una droga que se obtiene del cálquico, una planta de la familia de las liliáceas muy tóxicas. Las semillas obtenidas por el cruce de estos especímenes requieren una tecnología de producción más compleja por lo que resulta más cara. Las plantas que crecen a partir de estas semillas, cuando son polinizadas, a partir de polen en plantas normales producen ejemplares estériles que contienen semillas no completamente desarrolladas, semillas muy rudimentarias y muy blandas. (<http://www.botanical-online.com/sandias.htm>)

La hibridación sexual interploide es una de las líneas de investigación que se está abordando en programas de mejoramiento genético de países productores de cítricos. Esta alternativa gana mayor fuerza por la riqueza de los híbridos somáticos alotetraploides que se están produciendo por la hibridación somática y que pueden ser utilizados como progenitores en los nuevos cruzamientos (Kahn y Grosser, 2004).

Triploide Artificial

La hibridación artificial para crear triploides es un método de producción de cultivares de cítricos sin semilla, que por tanto se utilizan en los programas de mejoramiento de la mandarina. De hecho, los gametos o células sexuales de los genotipos triploides son estériles debido al corte distorsionado de los cromosomas. Los híbridos triploides pueden producirse del cruce entre la madre tetraploide y el padre diploide. Sin embargo este tipo de cruce produce sólo unos pocos híbridos y muchos semilleros nucleares, debido al alto nivel poliembriónico de la madre tetraploide. Si por el contrario se utilizan los

genotipos diploides zigóticos como madre y los genotipos tetraploides como padres, se producen varias semillas inmaduras como resultado.

Los embriones inmaduros que se puedan rescatar e incubar in vitro generan híbridos triploides que producen frutos sin semilla. Recientemente en Italia el ISA introdujo "Tacle", un triploide interesante de clementina x híbrido de Taro, y en Israel el híbrido triploide espontáneo de "Winola" fue seleccionado de una población de híbridos diploides entre la mandarina "Wilking" y el tangelo "Minneola producción de triploides (Nicotra ,2001).

La producción de sandías sin semillas (también conocidas como sandías triploides) se logra a través de la manipulación del número de cromosomas en uno de los parentescos con que se formara el híbrido.

La sandía en su estado natural es diploide y el número de cromosomas=11. Es decir cada una de las células de una sandía (semilla, planta, fruto) tiene 22 cromosomas (diploides= $2N=22$).

http://www.semillasarroyave.com/uploads/sandia/sandias_triploides_hbridadas.pdf

Los híbridos triploides en mandarino se pueden obtener mediante hibridaciones $2x \times 2x$, $2x \times 4x$ y $4x \times 2x$. Los híbridos triploides en las hibridaciones entre parentales diploides se producen como consecuencia de la formación de gametos femeninos no reducidos. Los embriones triploides se encuentran en semillas abortadas y/o de pequeño tamaño que no germinan en condiciones normales, por lo que es necesario usar la técnica de rescate y cultivo de embriones in vitro para poder regenerar plantas. La determinación del nivel de ploidía se realiza mediante citometría de flujo, que mide de forma rápida y relativamente sencilla la cantidad de ADN en los núcleos de las células.

Mandarino Safor: Es un Híbrido triploide obtenido por polinización controlada realizada en 1996 entre el mandarino diploide *Fortune* y el mandarino femenino *Kara*. Árbol vigoroso, de aspecto llorón, sin espinas en las últimas brotaciones. Tanto el polen como los óvulos son estériles, por lo que no presenta semillas. Todos los ensayos realizados, tanto en parcelas con un

elevado nivel de inóculo como en inoculaciones de hojas in vitro, indican que son resistentes a *Alternaria* (Cuenca *et al.* 2010).

Mandarino GARBÍ (IVIA TRI-1) es un Híbrido triploide obtenido por polinización controlada realizada en 1996 entre mandarino *Fortune* diploide como parental femenino y el tango *Murcott* como parental masculino. Floreció por primera vez en el año 2002 y se ha realizado la evaluación de los frutos desde la campaña 2004/2005 hasta la actualidad. (Aleza *et al.* 2010).

El hecho de que los cultivares triploides no tienen semillas los hace comestibles pero también representan una limitación cuando se trata de mejorar su rendimiento y resistencia a los estrés bióticos. Los mejores siempre tratan de obtener híbridos partenocarpicos con resistencia mejorada. Simmonds (1953), reportó que la partenocarpia es controlada por tres genes dominantes complementarios en plátano.

La producción de híbridos tetraploides ha sido abundante y muestran características muy similares a los plátanos triploides y sus frutos son partenocarpicos. Tienen además algunas características agronómicas mejores que sus progenitores femeninos como son: una estatura más baja, mayor producción de hijos, producción más alta y dedos de mejor calibre (Tomekpé *et al.*, 1995).

Heterosis y heterobeltiosis

El término heterosis fue propuesto por G.H. Shull para describir el vigor híbrido que se presenta en generaciones heterocigotas, derivadas del cruzamiento entre individuos genéticamente diferentes (Shull 1909). La heterosis ha sido ampliamente utilizada en programas de mejoramiento de muchos cultivos para la identificación de poblaciones genéticamente divergentes como base para el desarrollo de líneas endogámicas para ser usadas en cruzamientos F1 (Hallauer y Miranda 1981).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció durante el ciclo agrícola primavera-verano del 2011, en el Municipio de General Cepeda, Coahuila México, a 1480 msnm, en la coordenadas 25° 23' 02'' Latitud Norte y 101° 27' 10'' Latitud Oeste, con clima árido semicálido, con una temperatura media de 18 a 22°C y una precipitación anual de 400 a 500 mm.

El municipio de General Cepeda se localiza en el sureste del estado de Coahuila, entre las coordenadas 101° 16' y 101° 47' longitud oeste y entre 25° 00' y 26° 17' latitud norte, a una altura media de 1,470 metros sobre el nivel del mar. Limita al norte con el municipio de Ramos Arizpe; al sur con los de Parras y Saltillo, al este con Saltillo y al oeste con el municipio de Parras.

Material Genético

El material vegetal utilizado fueron semillas provenientes de los progenitores tetraploides (2, 5, 11, 16 y 20) y de los progenitores diploides (1, 13, 18, 19, 21) y semilla obtenida de 10 cruzas (2x1, 2x13, 5x13, 5x19, 11x21, 16x1, 16x21, 20x1, 20x19, 20x13).

Distribución de los Tratamientos

Para el estudio del material vegetativo se utilizó un diseño de bloques al azar con 20 tratamientos y cinco repeticiones cada unidad experimental, formada 5 plantas con competencia completa y una separación de 60 cm entre plantas y 1.8 m de separación entre camas.

Cuadro 1. Material Genético de *Physalis ixocarpa* Brot., utilizado en el ciclo primavera-verano 2011, en el Municipio de General Cepeda, Coahuila.

Población diploide	Origen	Nivel de ploidia
1	Criollo Felipe Ángeles, Acatzingo, Puebla	2N=2X=24
13	Gran Esmeralda, Empresa Harris Moran	2N=2X=24
18	Morado Tamazula, Arandas, Jalisco	2N=2X=24
19	Rendidora, Zacatepec, Morelos	2N=2X=24
21	Criollo Palmarito, Quecholac, Puebla	2N=2X=24
Población tetraploide	Clave	Nivel de ploidia
2	UAN-II-113	2N=4X=48
5	UAN-III-16	2N=4X=48
11	UAN-III-7	2N=4X=48
16	UAN-II-107	2N=4X=48
20	UAN-II-16	2N=4X=48
Híbridos triploides		Nivel de ploidia
5X13		2n=3x=36
20x1		2n=3x=36
2X13		2n=3x=36
5x19		2n=3x=36
11X21		2n=3x=36
20x19		2n=3x=36
2X1		2n=3x=36
20X13		2n=3x=36
16X1		2n=3x=36
16X21		2n=3x=36

Establecimiento del Experimento

Producción de Plántula

La siembra fue realizada el 12 de marzo del 2011, en charolas de poliestireno de 200 cavidades, usando como sustrato peat moss y vermiculita en una proporción de 1:1, colocando de 2-3 semillas por cavidad de cada uno de los materiales genéticos de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.), fueron cubiertas con polietileno y

cuando se inició la germinación se colocaron dentro de contenedores con agua a una altura de 3 cm. El desarrollo de las plántulas fue realizado en invernadero en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, a una temperatura de 25°C y una humedad relativa 65%.

Cuando la planta alcanzo una altura de aproximadamente 10 cm se dejo de regar durante 3 días para estresar a las plantas y finalmente realizar el trasplante a campo.

Preparación del Terreno

La preparación del terreno se realizó el 10 Abril del 2011, esto consintió en realizar un barbecho para incorporar los residuos de cultivos anteriores, un paso de rastra para desboronar los terrones y al final el surcado, implementando 14 camas en total, cada una tuvo una altura de 0.4 m, una longitud de 5 m, con una distancia entre surco de 1.4 m. Para la fertilización del suelo se incorporo un kilogramo de humus en cada cama, dentro de una zanja, las cuales se taparon deslizando una madera. Se coloco la cintilla para el sistema de riego y el acolchado plástico de color negro (polietileno color negro con 30 micrones de espesor), finalmente se taparon las orillas de plástico, para evitar movimiento por efectos del aire.

Trasplante

El trasplante se realizó 22 días después de la siembra, en un suelo saturado de humedad para evitar fallas en el cultivo, el trasplante fue de 2 a 3 plantas por cavidad en hileras simples, teniendo una distancia entre cavidad de 30 cm.

Etiquetado

El etiquetado se inició a los 12 días después del trasplante, donde cada etiqueta tuvo el número de repetición, genotipo y numero

de planta dentro de la parcela.

Riego

Se utilizó riego por goteo y cada riego se aplicó en promedio de 3 a 5 horas cada 2 días, usando goteros con un gasto de un litro por hora.

Fertilización

La primera fertilización foliar fue el 31 de marzo del 2011, se aplicó a las charolas de plántula de tomate de cascara en el invernadero de producción de plántula. La segunda aplicación (Fertirriego) fue un mes después del trasplante a campo a una dosis de 250 g de Fosforo mono amónico (12-61-0), 500 g de Nitrato de potasio (13-2-44) y 500 g de nitrato de amonio (33-0-25). Además de 100 g de enraizador (Magic root); y la siguiente aplicación de fertirriego se realizaron cada semana a una dosis de 750 g de Fosfato de amonio, un kilogramo de Nitrato de potasio y un kilogramo de Nitrato de amonio. Así mismo se aplicó una fertilización foliar de Magnesio a una dosis de 2 ml/l de agua y posteriormente se aplicó Hierro a una dosis de 20 ml/15l de agua. Con los fertilizantes mencionados se prepararon las soluciones concentradas en un tonel de 200 litros de agua para posteriormente distribuir los fertilizantes en el agua de riego.

Control de Plagas y Enfermedades

Para prevenir el ataque de algunas plagas y la presencia de enfermedades se aplicaron algunos químicos (Ver cuadro 2).

Cuadro 2. Productos químicos aplicados como preventivos a la incidencia de plagas y enfermedades en el estudio de tomate de cáscara, en General Cepeda, Coahuila 2011.

FERTILIZANTE	CANTIDAD APLICADA	FECHAS DE APLICACIÓN
Danapyr Mc	20 ml/20 litros de agua	06/05/2011
Dimetato 40 CE	20 ml/20 litros de agua	
Danapyr Mc	20 ml/20 litros de agua	13/05/2011
Dimetato 40 CE	20 ml/20 litros de agua	
Danapyr Mc	20 ml/20 litros de agua	20/05/2011
Dimetato 40 CE	20 ml/20 litros de agua	
Danapyr Mc	20 ml/20 litros de agua	10/06/2011
Danapyr Mc	20 ml/20 litros de agua	
Ridomil Gold	100 ml/20 litros de agua	24/06/2011
Tecto- 60	100 ml/20 litros de agua	

Deshierbes

Se efectuaron cada dos semanas, con el fin de evitar problemas de competencia por agua, nutrientes, luz y eliminar posibles plagas y enfermedades; dicha labor se realizó manualmente.

Análisis Estadístico

Se realizó un análisis de varianza para el diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones donde los tratamientos o factores bajo estudio fueron 10 híbridos triploides y sus 10 progenitores (5 diploides y 5 tetraploides) de tomate de cáscara, para la comparación de medias se utilizó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Se utilizó el programa estadístico R versión 2.14.1. (R Development Core Team, 2011).

Variables Bajo Estudio en Híbridos Triploides y sus Progenitores Diploides y Tetraploides

Para la evaluación los componentes del rendimiento en híbridos triploides y sus progenitores diploides y tetraploide, se estimaron las siguientes variables en tomate de cáscara:

Rendimiento Total de Fruto (RTF)

Se determinó al momento de cosecha pesando con una báscula digital, todos los frutos producidos por planta, de una muestra aleatoria de 5 plantas de cada una de las cinco repeticiones, considerando la suma de cinco cortes con intervalos de 8 días, en Kg/planta.

Número Total de Frutos por Planta (NTF)

Después de pesar los frutos se contó el número de frutos que se cosecharon por planta, de las mismas 5 plantas en cada una de las cinco repeticiones, terminada la cosecha se estimó el promedio de frutos totales por planta, considerando los cinco cortes.

Peso Promedio de Fruto (PPF)

Se estimó del rendimiento total de frutos en gramos y fue dividido entre el número de frutos total por planta, obteniendo el peso promedio en gramos, considerando los cinco cortes.

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

Estas variables se tomaron tres frutos tomados al azar de cada una de las 5 plantas, en cada una de las cinco repeticiones, se midió la distancia entre polos del fruto y la distancia tomada de la parte ecuatorial del fruto, con un vernier digital de precisión (AutoTEC™), para esta variable solo se tomó el primero, segundo y tercero corte y con ellos se estimó la media del diámetro ecuatorial y del diámetro polar.

Calidad de Fruto en Triploides y Progenitores Diploides y Tetraploides

Sólidos Solubles Totales (SST)

Para medir esta variable se utilizó un refractómetro Atago N-1E® y fueron expresados en (°Brix), se tomaron tres frutos al azar de cada una de la cinco plantas, de cada tratamiento y en cada una de las cinco repeticiones. 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 realizó la observación. Los azúcares representan el principal componente de los sólidos solubles totales y estos son una importante característica de la calidad de poscosecha en la selección de híbridos.

Firmeza de Fruto (FIR)

Se determinó firmeza de fruto con un penetrómetro con soporte marca (Fru Pressure Tester) equipado con un manómetro de fuerza de 0 a 13 Kg FT-327, y puntilla de 8 mm de diámetro, para esto se retiró la cutícula de cada fruto en dos puntos opuestos de la parte del ecuador del fruto, se introdujo la puntilla de un solo impulso para medir la fuerza necesaria para penetrar 1 cm del tejido de la pulpa del fruto de tomate, se 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, la estimación se realizó de la siguiente forma:

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

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

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

Dónde:

ACM= Área de 1cm

LP= Lectura del Penetrómetro directo

AP= Área de la puntilla

Determinación de pH del Fruto

Se utilizó un potenciómetro digital Corning® modelo 320, y fue estimado en jugo concentrado de frutos frescos, para esto se cortó el fruto completo y se colocó en un mezclador de cocina, se trituró por 2 min, en seguida se introdujo el electrodo del medidor de pH en concentrado del jugo, después de unos minutos que se estabilizó el potenciómetro y se realizó la lectura. La estimación de acidez en poscosecha es importante ya que contribuyen grandemente a la calidad de poscosecha de la fruta y evaluación del sabor de la fruta.

Todas las variables de calidad de fruto fueron tomadas en tres frutos por planta de tres plantas tomadas al azar de cada población y por repetición, del primero, segundo y tercero corte, que se efectuaron a los 70, 80 y 90 días después del trasplante, y se estimó un valor medio para el análisis.

Estimación de la Heterosis y Heterobeltiosis en Híbridos Triploides

Se estimó la heterosis promedio, para rendimiento total de fruto (RTF), número total de frutos por planta (NTF), peso promedio de fruto (PPF), diámetro polar de fruto (DPF), diámetro ecuatorial de fruto (DEF), sólidos solubles totales (SST), firmeza de fruto (FIR) y pH de fruto, utilizando los promedios de cada cruce (MH) y los promedios de los progenitores que intervinieron en el cruzamiento (MP1 y MP2).

La heterobeltiosis, con base en el promedio del progenitor de mejor comportamiento (MP), se calculó para los 10 híbridos triploides en cada carácter.

Para la estimación de la heterosis (H) y Heterobeltiosis (HB), de las características de rendimiento y calidad de fruto bajo estudio se utilizaron las siguientes formulas.

$$\text{Heterosis} = \frac{\text{MH} - (\text{MP1} + \text{MP2})/2}{(\text{MP1} + \text{MP2})/2} \times 100$$

Dónde:

MH= Promedio de un híbrido.

MP1= Promedio del progenitor 1.

MP2= Promedio del progenitor 2.

$$\text{Heterobeltiosis} = \frac{\text{MH} - \text{MP}}{\text{MP}} \times 100$$

Dónde:

MP= Promedio del mejor progenitor

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con los valores medios de las variables, se realizaron análisis de varianza y para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). El análisis de varianza fue aplicado a las variables: rendimiento total de fruto, número de frutos por planta, peso de fruto por planta, diámetro polar de fruto, diámetro ecuatorial de fruto, firmeza de fruto, sólidos solubles totales y pH del fruto, se puede indicar que existen diferencias altamente significativas entre genotipos en todas las variables estudiadas. Respecto a las variables antes indicadas, los coeficientes de variación son bajos con valores de 17.97, 18.87, 13.08, 18.16, 13.79, 16.63, 13.63 y 20.89 respectivamente, indicando la confiabilidad de los resultados obtenidos.

Cuadro 3. Cuadrados Medios del análisis de varianza aplicado a características en Genotipos de tomate de cascara, estudiados en el Municipio de General Cepeda, Coahuila en el 2011.

Cuadrados Medios								
Fuentes de Variación	RTF	NFT	PPF	DPF	DEF	FIR	SSF	PH
Bloques	0.059 ^{NS}	1.565 ^{NS}	0.284 ^{NS}	1.966 ^{NS}	3.258**	0.026 ^{NS}	0.286*	1.733**
Tratamiento	0.460**	10.673**	2.435**	2.982**	3.081**	0.236**	0.416**	2.640**
Error	0.067	3.127	0.415	0.824	0.655	0.030	0.094	0.479
C.V. (%)	17.967	18.868	13.076	18.156	13.797	16.632	13.685	20.887

**=significativo ($p=0.001$); *=Significativo ($p=0.05$); ^{NS}=No significativo

Rendimiento Total de Fruto (RTF)

La variable más importante en muchas hortalizas es el rendimiento total de fruto, variable que está determinada por otras variables, como puede ser tamaño de fruto, peso de fruto y número de fruto, por lo tanto esta es un variable dependiente.

En los resultados obtenidos del RTF (Figura 1) se presentan las medias de las poblaciones bajo estudio, respecto a esta variable, en el cual se puede observar que el mayor valor fue presentado por la cruza 2x13 (triploide) superando estadísticamente al resto de los tratamientos. Cabe mencionar que los valores mas bajos fueron obtenidos por las poblaciones de tetraploides.

El alto valor observado en el rendimiento de fruto, puede ser debido a las diferencias genéticas entre las dos poblaciones utilizadas en la formación de híbridos triploides esto de acuerdo con Arias y Rengifo (1976).

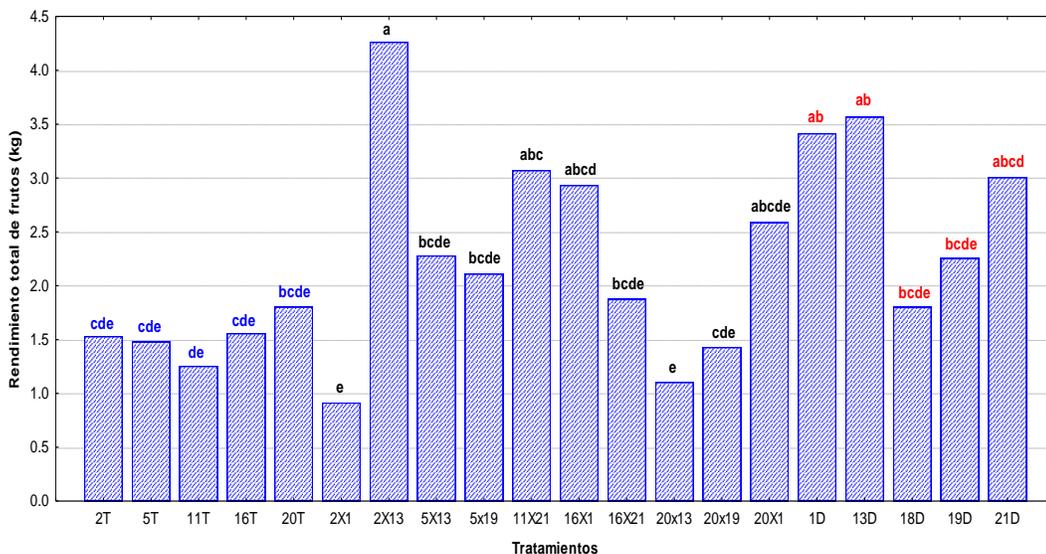


Figura 1. Rendimiento total del fruto en tomate de cascara en condiciones de campo abierto en el municipio de General Cepeda, Coahuila.

Número Total de Frutos por Planta (NTF)

La variable NTF es altamente afectada por condiciones climáticas como pueden ser la humedad relativa y altas y bajas temperaturas, sin embargo se puede resaltar que en esta investigación las poblaciones menos afectadas fueron los triploides 2x13 y 20x1, los cuales presentaron los valores más altos de número de frutos por planta, sobre el resto de los tratamientos, además se encontró que el mayor NTF del híbrido 2x13 coincide con el mayor rendimiento, sin embargo el triploide 20x1 aunque presento una mayor cantidad de frutos por planta su rendimiento fue bajo, a consecuencia que los frutos fueron pequeños, además este híbrido presento plantas quiméricas. Brown *et al.*, (2002), mencionan que los factores más importantes para obtener mayor numero de frutos es la elongación del tubo polínico y amarre de frutos, lo cual en esta investigación pudo haberse debido a las condiciones ambientales de altas y bajas temperaturas la cual afecto la polinización adecuada.

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

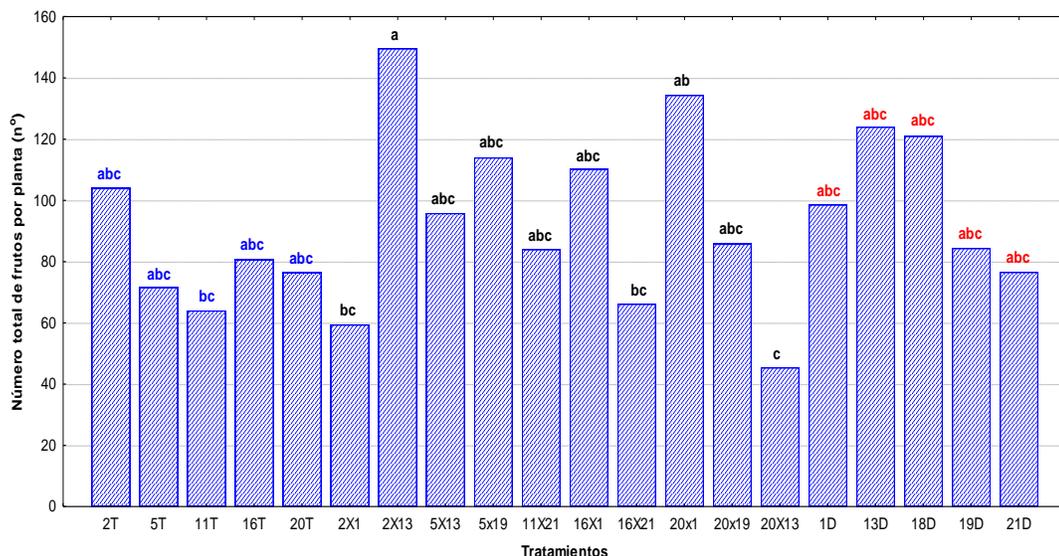


Figura 2.Numero de frutos por planta en condiciones de campo abierto en General Cepeda, Coahuila.

Peso Promedio de Fruto (PPF)

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 entre las poblaciones bajo estudio (Figura 3). Se encontró que la población 21D (diploide) tuvo el mayor PPF seguido del triploide 11x21, ambos estadísticamente iguales a diferencia de los tratamientos 2T (tetraploide) y 18D (diploide), los cuales presentaron los valores más bajos en esta investigación (Figura 3).

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

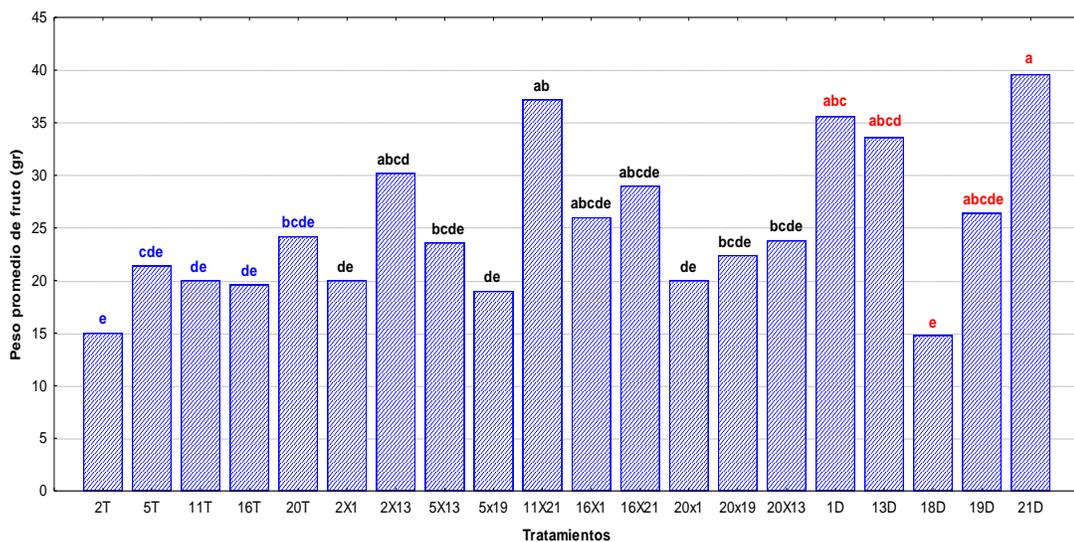


Figura 3. Peso promedio de frutos por planta en el cultivo de tomate de cáscara, evaluado en General Cepeda, Coahuila 2011.

Diámetro Polar de Fruto (DPF)

El DPF es una variable que contribuye tanto al tamaño y forma del fruto, además el tamaño del fruto está relacionado con la calidad. En la presente investigación se puede observar que las poblaciones 2x13 y 1D presentaron los

valores mas altos, a diferencia del resto de los tratamientos uno de los valores mas bajos que se pueden observar es la población 2x1 triploide, además es importante resaltar que entre cada una de las poblaciones se encontraron una similitud estadística (Figura 4). Sasaki y Utsunomiya (2002) indica que el tamaño de flor esta relacionado con el tamaño de fruto al igual que los reguladores del crecimiento tiene efecto en el tamaño de fruto, esto se debe a que existe la similitud entre tratamientos.

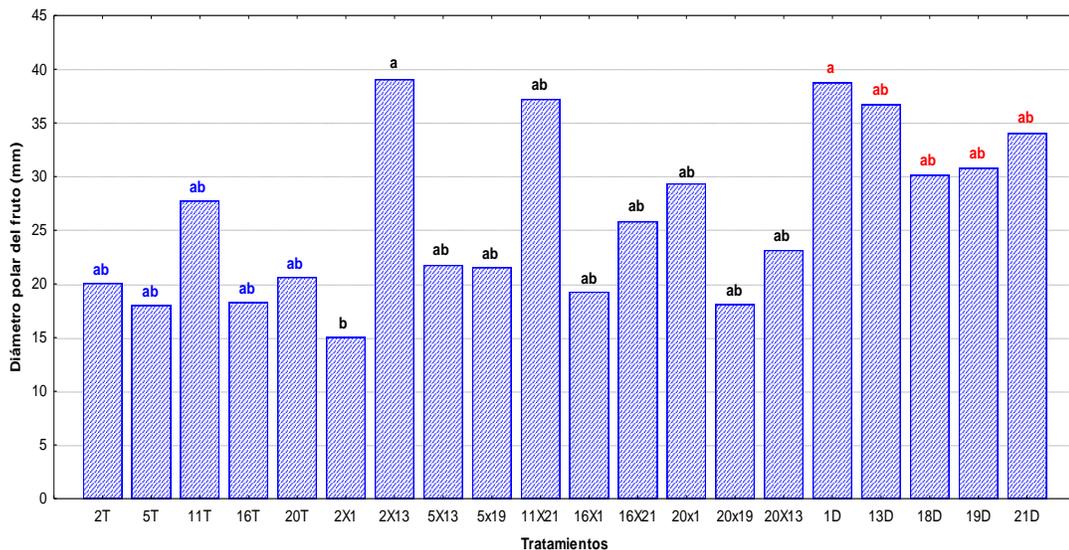


Figura 4. Diámetro polar del fruto en el cultivo de tomate de cáscara evaluado en General Cepeda, Coahuila 2011.

Diámetro Ecuatorial del Fruto (DEF)

El diámetro ecuatorial es una variable que en conjunto con la variable anterior (Diámetro polar) determinan el tamaño de fruto, por lo tanto es importante establecer la relación entre ambas.

En la presente investigación se encontraron diferencias altamente significativas entre poblaciones en lo que respecta a esta variable. En el análisis realizado se encontró que el tratamiento 11x21 (triploide) presento el valor más alto y además fue estadísticamente diferente al resto de los tratamientos dentro

de los valores encontrados, los tratamientos 11T (tetraploide) Y 2x1 (triploide) fueron los que mostraron los valor mas bajo (Cuadro 5).

Los valores máximos y mínimos de diámetro ecuatorial oscilaron en cada población de los tetraploides de 20 a 35 mm, triploides 20 a 53 mm y diploides de 38 a 48 mm, respectivamente de acuerdo con la clasificación que hace Hidalgo *et al* (1998), todos los tratamientos se clasifican como tomates de tamaño mediano.

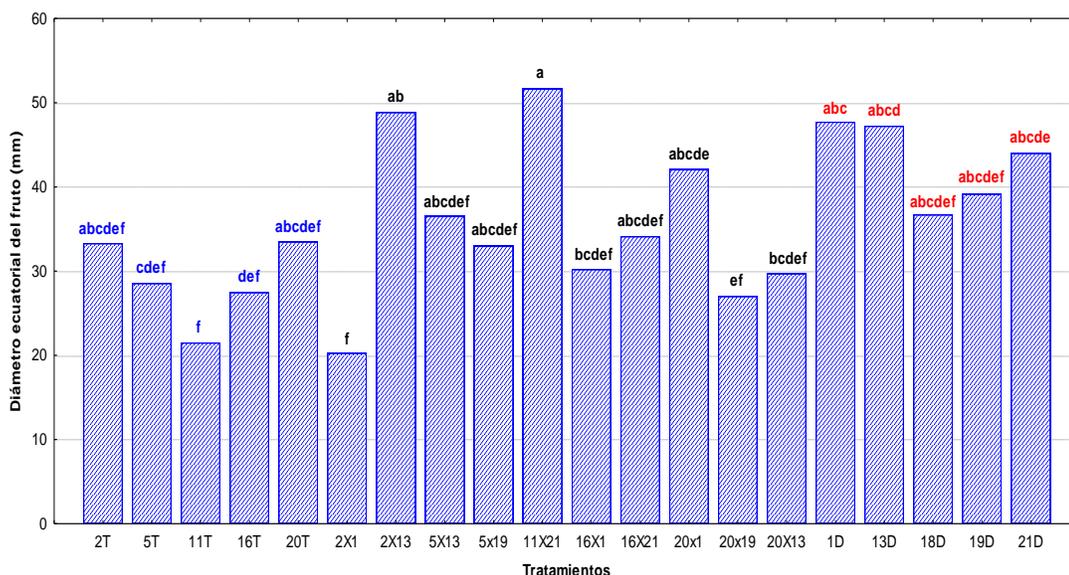


Figura 5. Comparación de medias para la variable diámetro ecuatorial del fruto en el cultivo de tomate de cáscara, estudiados en General Cepeda, Coahuila.

Sólidos Solubles Totales (SST)

En la maduración, uno de los cambios más notables ocurre en la hidrólisis de almidón, hay un rompimiento de las cadenas largas dando lugar a un aumento de azúcares simples como glucosa, fructuosa y sacarosa, lo cual se expresa en el sabor, generando un incremento en la dulzura, de manera paralela y específicamente en aquellos carbohidratos que constituyen la estructura celular.

En la (Figura 6) se muestra que la población 5x13 (triploide), presentó el valor más alto seguido del tratamiento 11x21, mientras que los tratamientos 2x1 y 16x21 obtuvieron el valor más bajo. Indicando en este caso que si existe una variabilidad genética entre las poblaciones estudiadas. Estos resultados coinciden con lo reportado por (Gordillo *et al.*, 2002), quien al estudiar progenitores e híbridos de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) encontró amplia variabilidad genética en las poblaciones estudiadas lo cual se reflejo en diferencias estadísticas significativas entre poblaciones estudiadas.

Diez (2001), mencionó que el tomate de cascara, procesado o para consumo fresco, debe contar con un contenido de sólidos solubles de al menos 4.5 °Brix; de acuerdo con lo anterior, los resultados muestran que 16 tratamientos sobrepasan dicho rango con valores superiores, lo cual significa que la población estudiada presenta frutos de calidad, sin embargo se a encontrado que la alta conductividad eléctrica en el agua de riego (mayor a $4\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$) favorece el incremento del contenido de solidos solubles totales, carotenoides y licopeno lo cual mejora la calidad del fruto (Mizrahi *et al.* ,1986; Goykovic y Saavedra, 2007).

Firmeza de Fruto (FF)

La firmeza de fruto de tomate es un parámetro que mide la resistencia de penetración de los tejidos de fruto. Este es un factor importante ya que la firmeza generalmente está relacionada con la sanidad del fruto, la concentración de azúcares, el pH, el sabor y el aroma del fruto, sobre todo al alcanzar la coloración de consumo.

Con respecto a esta variable en la (Figura 7) se muestra claramente que las poblaciones de diploides 18D, 13D y 21D mostraron valores estadísticamente superiores al resto de las poblaciones y los valores bajos que se obtuvieron fueron 2x1 y 20T, esto debido a la reducción de firmeza en los frutos de tomate, lo anterior es consecuencia de actividad de la enzima poligalacturonasa sobre las pectinas y paredes celulares, ocasionando cambios en los tejidos que provocan el ablandamiento del fruto. Esta enzima aparece

progresivamente en el proceso de maduración mientras que en los frutos verdes no existe (Riquelme, 1995; González *et al.* 2004).

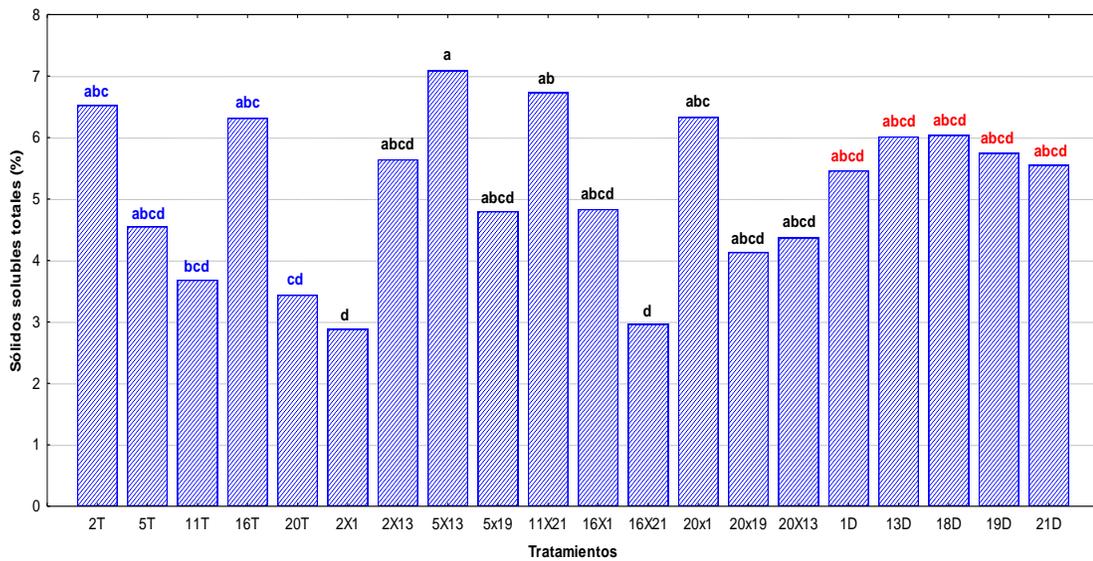


Figura 6. Comparación de medias para la variable sólidos solubles totales en el cultivo de tomate de cáscara estudiado en General Cepeda, Coahuila en el 2011.

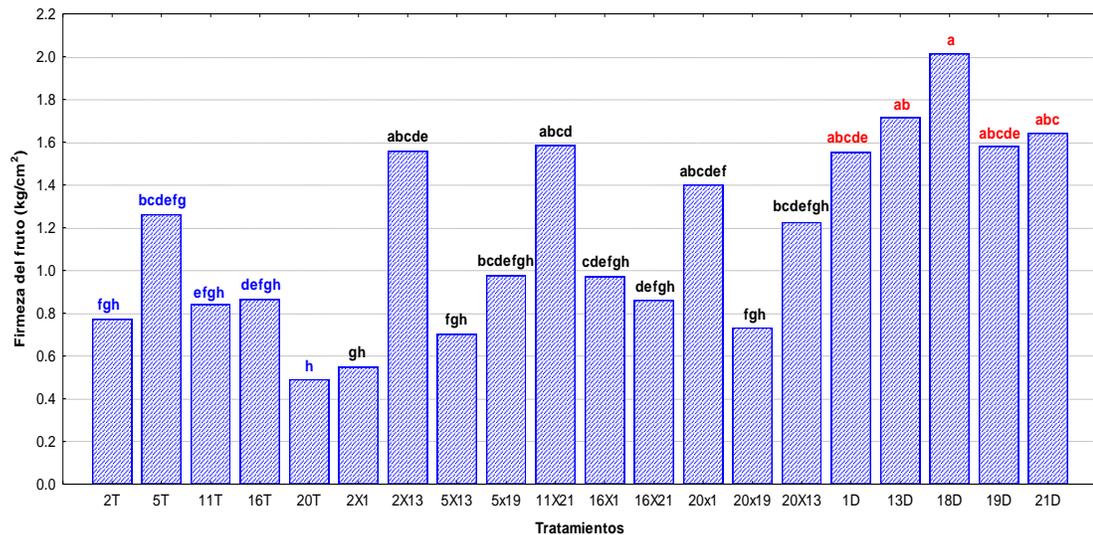


Figura 7. Comparación de medias para la variable firmeza de fruto en el cultivo de tomate de cáscara cultivado en General Cepeda, Coahuila en el 2011.

Determinación de pH de fruto (Acidez)

El análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos indicando la gran variabilidad entre los genotipos utilizados. A fin de conocer cuál fue el genotipo con mayor acidez se realizó la comparación y se encontró que los tratamientos que presentaron mayor Acidez fueron los (triploides) 2x13, 11x21, 20x1, y los (diploides) 13D, 18D, y 19D, mientras que los valores más bajos se encontraron las poblaciones 11T, 20T, 2X1 y 16x21 (Figura 8). Estos resultados coinciden con Nisen *et al.* (1990), quien menciona que para un buen sabor en los frutos de tomate, se consideran necesarios valores de pH inferiores a 4.4. En el presente estudio se observa que las población estudiada se encuentra entre los rasgos establecidos y haciendo énfasis que los híbridos son los mejores.

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

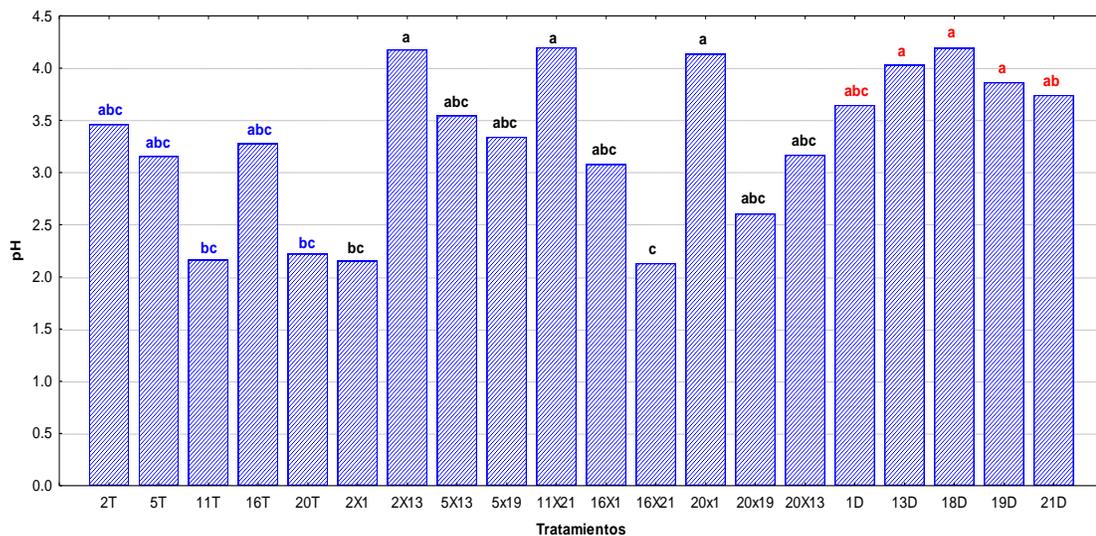


Figura 8. Comparación de medias de pH en el fruto entre poblaciones con diferente nivel de ploidia en el cultivo de tomate de cáscara, evaluados en General Cepeda, Coahuila en el 2011.

Heterosis y Heterobeltiosis

Rendimiento Total de Fruto

Para el carácter rendimiento total de fruto las cruzas 11x21 y 2x13 presentaron los mayores valores de heterosis que fueron de 44.22 y 67.48% respectivamente, otras cruzas presentaron valores más bajos pero importantes y fueron las cruzas 16x1 y 5x19 con heterosis de 17.99 y 13.07% respectivamente. Los híbridos que exhibieron mayor heterobeltiosis fueron 2x13 (19.76%) y 11x21 (2.20%), (Cuadros 4 y 5). Los valores de heterosis en rendimiento total de fruto de las cruzas 2x13 y 11x21 fueron superiores a los encontrados por Santiaguillo *et al.*, (2004) y Peña *et al.*, (1998), en híbridos de tomate de cáscara, sin embargo, aunque los híbridos triploides provenientes de la crusa 2x13 y 11x21 superaron al mejor progenitor los valores de heterobeltiosis fueron menores a los encontrados en los híbridos planta a planta formados por Santiaguillo *et al.* (2004), pero si fueron superiores a los valores de heterobeltiosis encontrada en los híbridos desarrollados por Peña *et al.* (1998). Por lo tanto los diploides 13 y 21, y los tetraploides 2 y 11 podrían ser la base de un programa de mejoramiento por hibridación, debido el patrón heterótico detectado. La posibilidad de tener altos valores de heterobeltiosis en los híbridos triploides es debido a que se incrementa la posibilidad de combinaciones alélicas para una determinada característica.

Numero de Frutos por Planta

Con base en el análisis de medias, para el siguiente carácter número de fruto por planta, las cruzas 20x1 y 5x19 presentaron los valores más altos de heterosis que fueron de 53.28 y 46.17%. Se observa que algunas de las cruzas que presentaron un mayor grado de heterosis fue reflejada en un alto número de frutos y principalmente tamaños medianos y chicos, las cruzas que fueron mencionadas anteriormente presentaron porcentajes desde 6.24 hasta 53.28 % de heterosis representada en un alto número de frutos.

Los híbridos que exhibieron mayor heterobeltiosis fueron 20x1 (36.10%) y 5x19 (35.01%), otras cruzas presentaron valores más bajos pero sobresalientes y fueron las cruzas 2x13, 16x1, 11x21 y 20x19 con heterobeltiosis de 20.30, 11.61, 9.96 y 1.20% respectivamente (Cuadros 4 y 5). (Gardner, 1964) dicen que para obtener híbridos intervarietales rendidores es necesario que los progenitores sean de alto rendimiento y genéticamente divergentes por lo que esta variable es dependiente a las variables anteriores.

Peso Promedio de Fruto

Con base en el análisis de medias de cruzas y considerando los tratamientos que participaron en la formación de los mejores híbridos, se puede definir que los mejores progenitores para obtener híbridos con alto peso de fruto son las cruzas 11x21 y 2x13 presentaron los mayores valores de heterosis que fueron de 24.95 y 24.20 % respectivamente. Los híbridos presentaron heterobeltiosis con valores negativos, esto debido a que al no mostraron aptitud combinatoria específica. Robles (1982), indica que la expresión de los caracteres es menor que la de sus progenitores, en cambio la heterosis es positiva cuando la expresión de los caracteres es mayor que la de sus progenitores. La máxima expresión de la heterosis se presenta en la generación F1 y disminuye en la F2 debido a la segregación producida entre parientes, y disminución del efecto medio de los genes (Cuadros 4 y 5).

Diámetro Polar del Fruto

Los diámetros están considerados como parámetros de calidad, puesto que con estos valores es posible determinar el índice de forma del fruto. En la heterosis estimada para el carácter diámetro polar del fruto las cruzas de híbridos que sobresalieron fueron 11x21 y 2x13 los cuales presentaron los valores más altos en heterosis que fueron de 37.63 y 20.47% respectivamente. Los híbridos que exhibieron mayor heterobeltiosis fueron 11x21 (9.34%) y 2 x13 (6.43%) (Cuadros 4 y 5). Por lo que los diploides 13 y 21, y los tetraploides 2 y 11 que participaron en la formación de los mejores híbridos, se puede inferir

que los mejores progenitores para obtener híbridos mejorados de alto rendimiento y mayor tamaño de fruto son 2 cruzas, 11x21 (UAN-III-7 X Criollo), 2x13 (UAN-II-13 X Gran esmeralda) (Ver cuadro 1), lo cual estos híbridos coincide con híbridos anteriores y posteriores de la variables RTF, PPF, DPF, DEF, SST, PH, Firmeza en heterosis y heterobeltiosis. Según Queiroga *et al.*, (2007), un fruto con mayor grosor del mesocarpio y con pequeña cavidad interna, presenta más resistencia al transporte y durabilidad en la postcosecha. Sin embargo, en este estudio no fue considerada esta medición pero es muy importante tomar este parámetro.

Diámetro Ecuatorial del Fruto

Para el carácter diámetro ecuatorial del fruto las cruzas 11x21 y 2x13 presentaron los mayores valores de heterosis que fueron de 57.71 y 21.33% respectivamente y los híbridos que exhibieron mayor heterobeltiosis fueron 11x21 (17.41%) y 2x13 (3.42%) (Cuadros 4 y 5). La heterosis y la heterobeltiosis entre las cruzas vario ampliamente, lo que puede explicar por la variabilidad genéticas entre los individuos de cada una de las variedades progenitoras. Pero cabe resaltar que son híbridos de gran importancia para mejorar la calidad genética. Según Sandri *et al.*, (2007), señalan que el índice de forma puede estar influenciado por la radiación solar, temperatura, nutrición, salinidad, disponibilidad hídrica, entre otros.

Firmeza de fruto

En tomate de cáscara, la firmeza está asociada con el contenido de solidos solubles totales y esta a su vez, está ligada al peso de pared celular (Ramadan, 1981). Para la heterosis en el mejor progenitor solo fue significativa en 2 cruzas 20x1 y 11x21 y sus valores fueron de 37.05 y 27.65%, las cruzas 2x13 y 20x13 presentaron valores más bajos pero importantes con heterosis de 25.26 y 11.08%, aunque no hubo heterobeltiosis con valores positivos, esto debiéndose probablemente a que el conjunto de progenitores estudiados no cuentan con ciertas características (Cuadros 4 y 5). Por lo tanto aunque hay

híbridos que superan el valor medio de los progenitores, no superan al mejor progenitor, la no existencia de las diferencias significativas puede atribuirse tanto el bajo número de repeticiones, como a que las muestras de frutos no hayan tenido el mismo estado de madurez al momento de hacer las mediciones respectivas.

Sólidos Solubles Totales

Los cultivares con frutos más firmes tiendan a tener frutos con menor calidad de sólidos solubles, y es de esperarse que a menor cantidad de sólidos solubles los frutos tengan un sabor más desagradable, puesto que el sabor del tomate esta dado por un alto contenido de azúcares y de ácidos en el fruto (Stevens, 1979). Los progenitores con mayor heterosis para sólidos solubles totales las cruza 11x21, 20x1 y 5x13 presentaron los mayores valores que fueron de 45.72, 42.27 y 34.13% respectivamente. Los híbridos que sobresalieron con mayor heterobeltiosis fueron 11x21 (21.19%), 20x1 (15.93%), y 5x13 (17.82%), (Cuadros 4 y 5). Teixeira *et al.*, (2003), sostiene que los aportes de nitrógeno y fósforo incrementan los sólidos solubles en los frutos híbridos.

Acidez del Fruto (pH)

La medición de acidez indica básicamente el contenido de ácidos presentes en el mesocarpio de los cuales definió Albuquerque *et al.*, (2005). El pH del fruto las cruza 11x21 y 20x1 presentaron los mayores valores de heterosis que fueron de 42.15 y 40.96 % respectivamente, otras cruza presentaron valores más bajos pero importantes y fueron las cruza 2x13 y 20x13 con heterosis de 11.55 y 1.38%. Los híbridos que exhibieron mayor heterobeltiosis fueron 20x1 (13.41%), 11x21 (12.16%) y 2x13 (3.68%), (Cuadros 4 y 5). Por lo que los diploides 1 y 21, los tetraploides 11 y 20. La posibilidad de tener altos valores de heterobeltiosis en los híbridos triploides es

debido a que se incrementa la posibilidad de combinaciones alélicas para una determinada característica.

Cuadro 4. Valores de Heterosis de diez cruzas de Diploides por Tetraploides en tomate de cáscara.

Híbridos	RTF	NF	PPF	DPF	DEF	FF	SST	pH
5 X 13	-9.52	-2.15	-13.8	-20.43	-3.61	-52.85	34.13	-1.32
20 X 1	-0.87	53.28	-33.47	-1.13	3.61	37.05	42.27	40.96
2 X 13	67.48	20.3	24.2	37.63	21.33	25.26	-10.01	11.55
5 X 19	13.07	46.17	-21.21	-11.71	-2.56	-31.36	-6.8	-4.82
11 X 21	44.22	19.63	24.95	20.47	57.71	27.65	45.72	42.15
20 X 19	-32.18	6.24	-10.83	-29.63	-25.63	-29.29	-9.94	-14.37
2 X 1	-62.99	-46.91	-21.7	-48.94	-49.97	-64.98	-51.93	-39.45
20 X 13	-58.84	-54.96	-16.74	-19.22	-26.39	11.08	-7.62	1.38
16 X 1	17.99	22.79	-6.26	-32.41	-19.66	-19.73	-17.9	-11.05
16 X 21	-17.84	-16	-2.65	-1.27	-4.49	-31.32	-50.06	-39.28

RTF= rendimiento total de fruto, NFP = número de frutos por planta, PPF= peso promedio de fruto, DPF=diámetro polar de fruto, DEF = diámetro ecuatorial de fruto, FIR= Firmeza de fruto, SST = °Brix, pH= Acidez.

Cuadro 5.Valores de heterobeltiosis de diez cruzas de diploides por tatrapioides de tomate de cáscara.

Híbridos	RTF	NF	PPF	DPF	DEF	FIR	SST	Ph
5 X 13	-35.954	-22.847	-29.287	-40.701	-22.6777	-59.08	17.8192	-12.011
20 X 1	-24.242	36.1045	-44.443	-24.251	-11.8473	-9.8027	15.9313	13.4072
2 X 13	19.7665	20.2994	-10.093	6.4261	3.42003	-9.1741	-6.18811	3.68135
5 X 19	-6.3519	35.0149	-28.788	-30.05	-15.7522	-38.27	-16.4796	-13.538
11 X 21	2.2079	9.96231	-6.1861	9.34459	17.411	-3.5069	21.1938	12.1646
20 X 19	-38.943	1.19879	-15.145	-41.251	-31.0096	-53.658	-28.0183	-32.579
2 X 1	-73.197	-40.037	-44.456	-61.255	-57.5311	-64.667	-47.2403	-40.992
20 X 13	-68.984	-63.601	-28.535	-36.905	-37.1073	-28.566	-27.4026	-21.375
16 X 1	-14.087	11.61	-27.385	-50.268	-36.7051	-37.516	-11.4773	-15.57
16 X 21	-37.632	-13.729	-27.183	-24.128	-22.4181	-47.582	-46.6203	-43.057

RTF= rendimiento total de fruto, NFP = número de frutos por planta, PPF= peso promedio de fruto, DPF=diámetro polar de fruto, DEF = diámetro ecuatorial de fruto, FIR= Firmeza de fruto, SST = °Brix, pH= Acidez.

CONCLUSIONES

Los resultados de la presente investigación permiten concluir que:

En las poblaciones bajo estudio se encontró amplia variabilidad, por lo tanto existen posibilidades de realizar selección con fines de mejoramiento genético.

Se identificaron poblaciones que presentaron características de calidad de fruto, destacando sobre todo los triploides.

Los híbridos 2x13 y 11x21 fueron los que mostraron más heterosis en las condiciones de la región, manifestándose en mayores rendimientos.

Los altos valores de heterobeltiosis, observados en las cruzas 2x13 y 11x21 en rendimiento y número de frutos por planta, muestran el potencial que se tienen los progenitores utilizados, para la formación de híbridos de alto rendimiento.

LITERATURA CITADA

- Aleza, G. P., J. Cuenca, J. Juárez R., J Antonio P., L. Navarro. 2010. Mandarinos "Garbí" y "Safor", dos nuevos híbridos triploides obtenidos en el IVIA; Revista internacional de cítricos. Serie Hortícola.
- Antonio, A. Solís, V. 1999. Evaluación del rendimiento, calidad, precocidad y vida de anaquel de 21 genotipos de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) en invernadero en Chapingo, México. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo, México. 85 p.
- Albuquerque, M.L.S.; Guedes, I.; Alcantara, Jr.; Moreira, S.G.C.; Barbosa Neto, N.M.; Correa, D.S. and Zilio, C. (2005). Characterization of Buriti Oil by Absorption and Emission Spectroscopies, 16 (6): pp. 1113-1117.
- Arias, A., J. Rengifo, C. 1976. Análisis genotípico de los componentes del rendimiento en tomate Chonto (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis (Ingeniero Agrónomo). Medellín. 53 p. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía.
- Botanical-online. El mundo de las plantas. 1999-2012.
<http://www.botanical-online.com/sandias.htm>
(Consultado 25-11-2011)
- Brown, P.H., N. Bellaloui, M. A. Wimmer, E. S. Bassil, J. Ruiz, H. HU, H. Pfeffer, F. Dannel y V. Römheld. 2002. Boron in Plant Biology. Plant Biology 4: 211-229.
- Calderón, F. 1989. El cultivo hidropónico. Manual práctico. Publicidad Artes-Graficas, Diseño. Bogotá Colombia.
- Cartujano, E.F. 1984. Desarrollo y fenología del tomate de cascar (*Physalis ixocarpa* Brot) var. Rendidora. Tesis de licenciatura. Departamento de Fitotecnia. UACH. Chapingo. Mexico. 79 p.
- Castaños, C. M. 1993. Horticultura; Manejo Simplificado. Universidad Autónoma Chapingo. 1a Ed. en Español. Impreso en México.

- Chan Un, D.M., J.M. Conde P., N. Bolivar F. 2003. Características fisicoquímicas y fotoquímicas del fruto tomatillo *Solanum hirtum* Vahl). Memoria del X congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Ciencia Hortícolas. Universidad Autónoma Chapingo p 22.
- Cubero, J.I. 1999. Introducción a la Mejora Genética Vegetal. Editorial Mundi Prensa.
- Cubero, J.I. 2003. Introducción a la mejora genética vegetal (2 ed.). Ediciones Mundi-Prensa. España. 365 p.
- Cuenca, J., P. Aleza., J. Juárez, JA. Pina, y L. Navarro. 2010. `Safor´ Mandarin: A New Citrus Mid-late Triploid Hybrid. HortScience, 45(6): 977-980.
- Diez, J.M. 2001. Tipos varietales. En: Nuez F (ed.). El cultivo del tomate. Mundi-Prensa. D.F. 796 pp.
- Dressler, R. L. 1953. The Pre-Columbian cultivated plants of México. Botanical Museum Leaflets (USA) 16 (6):115-172.
- Dybing, C. D. y H.B. Currier 1961. Foliar Penetration by Chemicals. Plants Physiology. 25: 70-80.
- Escalante, G. 1989. Evaluación de cinco variedades de jitomate en hidroponía bajo invernadero rustico. Tesis profesional. Departamento de fitotecnia. UACH, Chapingo, México
- Fernández, O.V. y L. Garza.1982. Apuntes de la catedra de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Inédito Chapingo, México. S/p.
- Gaceta Universitaria. Ciencia y Tecnología. Mejoramiento genético de tomate. 30 de junio de 2003. www.gaceta.udg.mx/Hemeroteca/paginas/304/304-10.pdf (Consultada 11-09-2012).
- Gordillo, M.E., J.G. Ramírez M., J. Hernández D., V. Robledo T., M. M. Murillo S. 2002. Estudios de progenitores e híbridos de tomate de cascara. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Horticultura. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 25315 México.

- Gonzales, C., A. Salas, M.C. Urrestarazu, G, M. 2004. Producción y calidad en el cultivo de tomate *Cherry*. En Tratado de cultivo sin suelo. Urrestarazu G., Tercera edición. Editorial Mundi-Prensa.Madrid,España.pp.703-748.
- Goykovic, C. V., y G. SAAVEDRA DEL REAL. 2007. Algunos efectos de la salinidad en el cultivo del tomate y prácticas agronómicas de su manejo. IDESIA 25(3): 47-58.
- Gardner. C.O.1964.Teoria Genética Estadística Aplicable a la Media de Variedades, sus Cruces y Poblaciones afines. Trad. Dr. Mario Gutiérrez. Fit. Lat., 2:11-22.
- Hagiwara, J. C., C.A. Kato, L.E.A. García, M. Mori, J. Greppi. 2002. Obtención de poliploides en *Calibracoa pygmaea* mediante el uso de colchicina in vitro. En: 1er.Congreso Argentino de Floricultura y Plantas Ornamentales y 4tas. Jornadas Nacionales de Floricultura Bs. As. p.90.
- Hallauer, A. R. 1985. Compendium of recurrent selection methods and their application. Critical Rev. Plant Sci. 3: 1-33.
- Hallauer, A.R., J.B. Miranda, F. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Iowa State University Press, Ames, Iowa. USA. 468 p.
- Hermsen, J. G. 1963. Hybrid necrosis as a problem for the wheat breeder. Euphytica 12:1-16.
- Hernández, L. A. 2003. Apuntes del curso de análisis de semillas. (SEM- 601). Programa de semillas (PROSEM). IREGEP. Colegio de postgraduados. Montecillo, México. (Inédito).
- Hidalgo, G.J., C. Alcántar, CGA. Baca, Sánchez GP, EA, Escalante. 1998. Efecto de la condición, concentración y pH del fertilizante foliar, sobre el rendimiento y calidad de tomate. Terra 16(2): 143-148.
- Inzunza C., J. F.; García V., A.; Carballo C., A.; Peña L., A. 1999. Viability, pollen and seed size in husk tomato (*Physalis ixocarpa* Brot.). Agricultura Técnica en México 25(1): 69-77
- Kahn, I. A., y J.W. Grosser. 2004. Regeneration and characterization of somatic hybrid plants of *Citrus sinensis* (*sweet orange*) and *Citrus micrantha*, a progenitor species of lime. Euphytica 137: 271–278.

- León, J. 1987. Botánica de los cultivos. Primera edición 1968 p. 15.
- Márquez, S.F. 1980. Sistema de selección combinada, familiar e individual en el mejoramiento genético de maíz (*Zea mays* L.). Fitotecnia 4:3-83.
- Menzel, Y.M. 1951. The Cytotaxonomy and Genetics of *Physalis*. Reprint From Proc. Amer.Philos.Soc.95 (2):132-183.
- Mizrahi, A., S. Zohar, R. 1986. Salinity as a possible means of improving fruit quality in slow-ripening tomato hybrids. Acta Hort. 190: 223-224.
- Montoya, J. L. 1980. Principio de la Mejora Genética de las Plantas. Instituto Nacional de Investigaciones Agronómicas. Ediciones Omega, S. A. Barcelona. 265-270 pp.
- Moreno, M. 1999. Varianza aditiva, heredabilidad y correlaciones en la variedad M1-Fitotacnia de la raza manzano de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Maestría en Ciencias. Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 86 p.
- Nicotra, A. 2001. Híbridos de mandarina de reciente interés para el consumo como fruta fresca problemas y formas de control. Simposio Sobre cítricos, instituto experimental para la fruticultura, Roma-Italia.
- Ninsen, A., M. Grafiadellis, R. Jiménez, G. Malfa, G.G.P. Martinez,. S.,A. Monteiro, H. Verlodt., O. Villele, C. Zabeltitz. H., I. Denis, U..1990. Protected cultivation in the Mediterranean climate.FAO. Plan production and protection paper num. 90.Rome, Italy.
- Nyquist, W. E. 1991. Estimation of heriability and prediction of selection response in plant populations. Critical Rev. Plant Sci 10 (3): 235-322.
- Ortuño, O. L., A. Manzo G. y A. Peña L. 1997. Cultivo de anteras en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Revista Chapingo. 4(1): 39-43.
- Pandey, K. K. 1957. Genetics of self-incompatibility in *Physalis ixocarpa* Brot. A new system. American Journal of Botany 44: 879-887.
- Peña, L. A. 1998. Parámetros genéticos, respuesta a la selección y heterosis en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Doctorado en Ciencias. Genética. Colegio de Postgraduados. Montecillo Edo. de México. 151 p.

- Peña, L. A. y J.F. Santiguillo H. 1999. Variabilidad genética de tomate de cascara en México. Boletín técnico No.3., Enero de 1999. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo. Edo. de México. 16 pp.
- Peña, L. A., F Márquez. 1990. Mejoramiento genético de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Rev. Chapingo 71/72:85-88.
- Peña, L.A., G.J.D. Molina, S.F. Márquez, C.J. Sahagún, C.J., Ortiz, S.T. Cervantes. 2002. Respuestas estimadas y observadas de tres métodos de selección en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Revista Fitotecnia Mexicana 25:171-178.
- Pérez, G. M. 1993. Mejoramiento genético de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.) selección y evaluación para concentración y precocidad de cosecha. Tesis de Maestría Programa de Horticultura, UACH. Chapingo, México. p. 86.
- Pérez, G. M., F. Márquez, S.; Peña, L.A.1997. Mejoramiento genético de hortalizas. Departamento de fitotecnia 1^a.ed.UACH.Chapingo. México. 380 p.
- Pérez, M. L. y J. Granados A. 2001. Fertilización nitro-fosfórica en tomate de cascara (*Physalis Ixocarpa* Brot.) de riego en Irapuato. Guanajuato, México. Acta Universitaria 11:19-25.
- Pérez-Grajales, M., Sahagún-Castellanos, A. Peña-Lomelí. 1996. Estimación de varianza aditiva y heredabilidad en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). In: Memoria del XVI Congreso Nacional de Fitogenética. 6-11 de octubre. Montecillo, Texcoco, Edo. de México. p. 125.
- Poehlman, J. M. 1965. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Editorial Limusa. México, D.F. 1ra Edición. Pp. 80-81.
- Ponce, O. 1995. Evaluación de diferentes densidades de plantación y niveles de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía. Tesis profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autonoma de Chapingo, Chapingo, México. 96 p.

- Queiroga, R. Puiatti, M. Fontes, P. 2007. Yield and quality of muskmelon fruits cultivated in greenhouse with doses of nitrogen. *Hortic. Brasil.* 25(4): 550-556.
- R Development Core Team, 2011.
- Ramadan, M.M. 1981. The biochemistry and genetics of tomato firmness, pH. D. Dissertation. University of California Davis.
- Ramón, J. 1970. La cadena de Genética vegetal aplicada a la Mejora. Editorial Aghes: <file:///E:/ARTICULOS%20TOMATE%20DE%20CASCARA/Heterosis/CAMBIOS%20CROMOSOMICOS%20NUMERICOS.htm>.
- Riquelme, F. 1995. poscosecha. In: el cultivo del tomate. Nuez, F. (ed) Edit. Mundi Prensa. Madrid, España. 793 p.
- Robledo, T. V., G.F. Ramírez, P.R. Foroughbakhck, M.A. Benavides, G.G. Hernández, V. Reyes. 2011. Development of tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) autotetraploids and their chromosome and phenotypic characterization. *Breeding Sci.* 61: 288-293.
- Rodríguez, P. 2001. Estimación de parámetros genéticos en la raza Puebla de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Tesis de Maestría en Ciencias. Genética. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Edo. de México. 44 p.
- Robles, S.R. 1982. Terminología Genética y Filogenética. Ed. Trillas. México, D.F.
- Santiagoillo, H. J. F., L. A. Peña, D. Montalvo. 1998. Evaluación de variedades de tomate de cáscara (*Physalis spp*) en Tlajomulco de Zúñiga, Jalisco. *Revista Chapingo Serie Horticultura.* 4(2): 83-88.
- Santiagoillo, H. J. F., S. T. Cervantes, L.A. Peña. 2004. Selección para rendimiento y calidad de fruto de cruza planta x planta entre variedades de tomate de cáscara. *Revista Fitotecnia Mexicana* 27: 85-91.
- Santiagoillo, H. J. F., A. Peña L., D. Montalvo H. y A. Uribe Ch. 2000. El cultivo del tomate milpero en villa purificación, Jal. Boletín de divulgación No. 5. Programa Universitario de Investigación y servicio en Olericultura. Depto. De Fitotecnia. UACH. Chapingo, Estado de Mexico. 31 p

- Saray, M. C. R. 1977. Tomate de Cáscara, algunos aspectos sobre fisiología e investigación. XLVIII Aniversario de la Especialidad de Fitotecnia. UACH.
- Saray, M. R. C. y R. Loya. 1978. El cultivo del Tomate de Cáscara en el Estado de Morelos. Campo 54 (1040). P. 30-38.
- Saray, M.C.R. 1982. Importancia en la preparación (calentamiento) en el rendimiento de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa*, Brot). Tesis de maestría. C.P Instituto de enseñanza e investigación de Ciencia Agrícola. Chapingo, México.
- SARH. 1978. El cultivo del Tomate de cáscara en el estado de Hidalgo. Editorial Instituto de Investigaciones Agrícolas. Circular CIAMEC. No. 109. México.
- Sasaki, K., Utsunomiya, N. 2002. Effect of Combined Application of CPPU and GA3 on the Growth of 'Irwin' Mango Fruits. Journal of Tropical Agriculture 46: 224-229.
- Sandri, D. Rinaldi, M. Rodrigues, M. Fonseca, H. Martins, L. 2007. Desenvolvimeto de calidades de melón cultivados en sistemas hidropónicos sobre diferentes substratos V. 12, n. 2, p. 156-167.
- Shull, G. H. 1909. A pure line method of corn breeding. En: American Breeders' Association Report. 5: 51-59 p.
- SIAP. 2011. Anuario del Sistema integral de información agroalimentaria y pesquera. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) OEIDRUS (en línea) Disponible en: <http://www.siap.gob.mx>
- Simmonds, N.W. 1953. Segregation in some diploid bananas. Journal of Genetics 51: 458-469 p.
- Sosa, Ch. R, A.M. Hernández. 1986. Mejoramiento genético de la papa común. *Solanum tuberosum* L. Cuadernos de Investigación. UAEM. México.
- Stevens, M.A. 1979. Quality In: Breeding tomatoes for processing. Report. Veg. Crops. Series 206 Dept. of veg. crops. University of California, Davis. pp. 2-8.

- Taboada, M.S. y R. Oliver G. 2004. Cultivos en México. Primera Edición. Editorial AGT Editor, .S.A. México, D.F. 169 p.
- Teixeira, A. Pádua, G. Testezlaf, R. 2003. Minerales y organominerales en fertirrigación con la calidad del melón cultivado en invernaderos. Ciencias Agrícolas. 149-154 pp.
- Toaquy, V. O. H., C.R. Sierra, P.C. Octavio, A. Palafox. 2005. Progreso del mejoramiento genético de maíz (*Zea mays* L.) en el trópico húmedo de México. Revista Científica de América Latina y el Caribe, España y Portugal 1(31): 21-32.
- Tomekpé, K., P. Rowe, H. Tezenas du Montcel y D. Vuylsteke. 1995. Plantain and Popoulou/Maia Maoli Breeding: current approaches and future opportunities. Workshop INIBAP/MARDI, Serdang, Malaysia.
- Vavilov, N.I. 1951. The Origen, variation, inmunity and breeding of cultivated plans. Trans. From the ressian by KS. Chester, Ronal, Press, Co. New York.
- Venkataratnams, L. 1957. Tomatillo or the Mexican husk tomato. Mysore. Agrc Jour 32(2).
- http://www.semillasarroyave.com/uploads/sandia/sandias_triploides_hibridas.pdf
.semins (Consultado 15-01-2012)