

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO



Análisis de Correlación y Sendero en Diploides y Tetraploides
de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.)

Por:

JOSÉ ANTONIO PÉREZ PÉREZ

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2012

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE FITOMEJORAMIENTO

Análisis de Correlación y Sendero en Diploides y Tetraploides de Tomate
de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.)

Por

JOSÉ ANTONIO PÉREZ PÉREZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO AGRÓNOMO EN PRODUCCIÓN

Aprobada



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



Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Noviembre de 2012

AGRADECIMIENTOS

A Dios por darme la oportunidad de vivir, permitir mi superación, su bendición y fuerzas para seguir adelante día con día, y por darme la dicha de compartir mis sueños a lado de mi familia.

A la Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro" por haberme dado la oportunidad de realizar mis estudios de Licenciatura y por todas las experiencias vividas en el transcurso de este tiempo.

Al Dr. Valentín Robledo Torres, por permitirme participar en su trabajo de investigación, y por su gran disposición, asesoría y conocimientos brindados.

A la Dra. Francisca Ramírez Godina por su tiempo en la revisión del presente trabajo y ayuda en el análisis de mis datos.

Al Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo, por sus consejos, apoyo brindado durante mi estancia profesional y por su tiempo en la revisión del presente trabajo.

Al Dr. Luis Alonso Valdez Aguilar, por brindarme su amistad, su disposición, ayuda, consejos y por transmitirme sus conocimientos.

Al Dr. Humberto de León Castillo, por transmitirme sus enseñanzas prácticas en campo, y por permitirme ser parte de su equipo de trabajo en el Mejoramiento Genético de Plantas.

Al Ing. Rafael Jiménez Salazar, por darme la oportunidad de seguir formándome en el área laboral, gracias por todo el apoyo brindado en mi estancia profesional en la empresa Dow AgroSciences de México.

A los maestros con los que tomé clase a lo largo de este tiempo, gracias por haberme aportado sus conocimientos, dedicación y experiencias vividas. Gracias por ser parte de mi formación profesional.

DEDICATORIAS

*A mis padres **Marcos Pérez** y **Carmen Pérez Gutiérrez**, por darme su cariño, amor, apoyo y porque he aprendido y heredado sus fuerza y entrega. Nada podría ser mejor: Gracias por darme la oportunidad de hacer realidad este sueño compartido, por alentarme a hacer lo que quiero y ser como soy. Los adoro.*

*A mis hermanos **Luis Alejandro**, **Laura Patricia**, **Gabriela** y **Marcos Elías**, aunque no se hayan dado cuenta, me han enseñado a luchar con todo por cumplir un deseo.*

*A mis **tíos**, **primos**, **abuelos**, sabiendo que jamás encontraré la forma de agradecer sus cariño, apoyos, comprensión y confianza solo espero que comprendan que mis logros son también suyos e inspirados en ustedes, hago de este un triunfo y quiero compartirlo por siempre con ustedes.*

*A ustedes **familia** porque gracias a su amor, cariño y confianza he llegado a realizar dos de mis grandes metas en la vida. La culminación de mi carrera profesional siendo para mí la mejor herencia y el hacerlos sentirse orgullosos de ésta persona que tanto los ama.*

*A mis amigos: **Sandra**, **Inés**, **Milena**, **Delmar**, **Arnulfo**, **Emilia**, **Daniel's**, **Gisela**, **Jesy**, **Davis**, **Kuko**, **Pitufo**, **Colocho**, **Gil**, **Noé**, **Augusto**, **Octavio**, que formaron parte de esta aventura y siempre quedaran en mis recuerdos.*

A todas las personas que directa e indirectamente han tenido a bien ayudarme en forma moral y económica para mi formación como ser humano y profesional.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
AGRADECIMIENTOS.....	iii
DEDICATORIAS.....	iv
CONTENIDO.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE CUADROS DE APÉNDICE.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
I. INTRODUCCIÓN.....	1
Objetivos.....	3
Hipótesis.....	4
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Importancia económica.....	5
Origen del tomate de cáscara.....	7
Morfología.....	8
Mejoramiento genético.....	9
Variedades de tomate de cáscara.....	11
Calidad de polen.....	12
Principales plagas y enfermedades del tomate de cáscara.....	13
Densidad de siembra en el tomate de cáscara.....	14
Calidad del fruto.....	14
Cosecha.....	15
La poliploidia en el mejoramiento genético.....	16
Uso de plástico en la agricultura.....	18
Análisis de correlación.....	19
Análisis de senderos.....	21
III. MATERIALES Y METODOS.....	23
3.1. Localización del área de estudio.....	23

3.2. Material genético.....	24
Establecimiento del cultivo.....	25
3.3. Caracteres evaluados.....	26
Manejo del cultivo.....	28
Cosecha.....	30
3.4. Diseño experimental.....	31
3.5. Análisis de correlación.....	32
3.6. Análisis de senderos.....	32
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1. Rendimiento total de fruto.....	33
4.2. Rendimiento de cada genotipo por corte.....	34
4.3. Análisis de correlación de los genotipos tetraploides.....	35
4.4. Análisis de correlación de los materiales diploides.....	36
4.5. Análisis de sendero en tetraploides de tomate de cáscara.....	40
4.6. Análisis de sendero en diploides de tomate de cáscara.....	41
V. CONCLUSIONES.....	45
VI. LITERATURA CITADA.....	46
APÉNDICE.....	51

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadros		Página
3.1	Material genético utilizado en el trabajo de investigación, en el ciclo primavera-verano del 2012 en Buenavista, Saltillo, Coahuila.....	25
3.2	Fertilización aplicada vía riego al cultivo del Tomate de Cáscara en Buenavista, Saltillo, Coahuila en el 2012.....	29
3.3	Fertilización foliar aplicado al cultivo del Tomate de Cáscara en Buenavista, Saltillo, Coahuila en el 2012.....	29
3.4	Calendario de cortes y período de cosecha de 12 genotipos de tomate de cáscara, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, 2012.....	31
4.1	Correlaciones fenotípicas entre variables en genotipos tetraploides de tomate de cáscara evaluados en Saltillo, Coahuila, en el 2012.....	38
4.2	Correlaciones fenotípicas entre variables en genotipos diploides de tomate de cáscara evaluados en Saltillo, Coahuila, en el 2012.....	39
4.3	Efectos directos e indirectos de diferentes variables sobre el rendimiento de fruto en tomate de cáscara tetraploide estudiado en Saltillo, Coahuila, 2012.....	43
4.3	Efectos directos e indirectos de diferentes variables sobre el rendimiento de fruto en tomate de cáscara diploide estudiado en Saltillo, Coahuila, 2012.....	44

ÍNDICE DE CUADROS DE APÉNDICE

Cuadro		Página
A.1	Concentración de medias por genotipo, para cada una de las variables en estudio en tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.).....	52
A.2	Rendimiento ton.ha ⁻¹ en cada uno de los cortes para cada genotipo.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
4.1	Rendimiento total de diploides y tetraploides estudiados en Saltillo, Coahuila, 2012.....	33
4.2	Comportamiento de cada genotipo bajo estudio en relación al rendimiento del fruto por corte, en Saltillo, Coahuila, 2012.....	34

RESUMEN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) ha sido una de las principales hortalizas en México, se utiliza de diferente forma alimenticia, medicinal, artesanal y ornamental. En México se cultivan aproximadamente 52 mil hectáreas, de las que 40 mil se siembran bajo riego y 12 mil en temporal con un rendimiento de 11.49 ton.ha⁻¹ ocupando así el cuarto lugar en superficie sembrada entre las hortalizas. Aunque la superficie se ha incrementado año con año, por ello se ha recurrido al mejoramiento genético, para satisfacer el consumo *per cápita* y explotar al máximo su potencial productivo. Los objetivos del presente trabajo fueron: determinar la correlación entre diferentes variables, así como los efectos directos e indirectos de estas variables sobre el rendimiento de fruto en materiales diploides y tetraploides. La evaluación agronómica se realizó en el Campo Agrícola Experimental del Departamento de Horticultura, de la UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coah., durante 2012. Los caracteres evaluados fueron: rendimiento de fruto por planta, número de fruto por planta, diámetro polar del fruto, diámetro ecuatorial, firmeza del fruto, grados brix, grosor de mesocarpio, peso por fruto, volumen del fruto, pH, densidad de fruto. En las poblaciones tetraploides se encontró que; los caracteres número de frutos por planta, diámetro ecuatorial del fruto, peso promedio de fruto y volumen del fruto mostraron una correlación positiva y significativa ($P \leq 0.05$) con el rendimiento de fruto. Mientras que en las poblaciones diploides los caracteres; diámetro polar de fruto, diámetro

ecuatorial de fruto, grosor de mesocarpio, peso promedio de fruto y volumen de fruto mostraron una correlación positiva y significativa con rendimiento de fruto.

En las poblaciones tetraploides el número de frutos por planta, diámetro ecuatorial y volumen de fruto fueron las variables que tuvieron los mayores efectos directos hacia la variable rendimiento de fruto, mientras que en los diploides los caracteres, número de frutos por planta, diámetro polar de fruto, peso promedio de fruto, diámetro ecuatorial de fruto y firmeza de fruto mostraron los mayores efectos directos sobre el rendimiento de fruto.

Los diploides presentaron mayor rendimiento medio que los tetraploides, destacando el “híbrido” Gran Esmeralda como el genotipo con el mayor rendimiento y en segundo lugar se ubicó el genotipo Coloso, además se encontró que la magnitud de los efectos directos de diferentes variables cambia con el nivel de ploidia (diploides y tetraploides) en el tomate de cáscara, así mismo se encontró que la relación entre variables es diferente entre los diploides y tetraploides.

Palabra clave: *Physalis ixocarpa* Brot., análisis de correlación y análisis de sendero, poliploides, rendimiento de fruto.

I. INTRODUCCIÓN

En México se cultivan aproximadamente 52 mil hectáreas de tomate de cáscara, de las que 40 mil se siembran bajo riego y 12 mil en temporal, llegando a una producción de 590 mil toneladas y ocupa el cuarto lugar en el ámbito de las hortalizas (Sánchez *et al.*, 2005).

En las últimas dos décadas el tomate de cáscara ha sido una de las principales hortalizas en México y un cultivo potencial en diferentes países de América y Europa. Durante el periodo 1990 a 2000, la producción de tomate de cáscara representó el 4.25% de la superficie total de hortalizas en el país, con un crecimiento promedio anual de 4.4% (López *et al.*, 2009).

En México, en el 2011 cultivó una superficie de 36,021.22 ha con un rendimiento promedio de 14.91 ton.ha⁻¹ bajo condiciones de riego y bajo temporal se sembraron 11,809.63 ha con un rendimiento promedio de 11.49 ton.ha⁻¹ (SIAP, 2011). La superficie cosechada ha ido creciendo año con año, esto se debe: a que el consumo *per cápita* (3.5 kg) en México ha sido significativo y debido a la exportación hacia los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá. Aunque el potencial productivo es de 40 ton.ha⁻¹ (Peña, 2001), el rendimiento promedio Nacional es muy bajo, ya que llega a ser de 11.49 ton.ha⁻¹, por lo tanto existe la necesidad de crear nuevos diseños de

producción y métodos de mejoramiento genético que permitan incrementar el rendimiento y cubrir la demanda de éste fruto.

El contar con nuevas técnicas o tecnologías de producción agrícola es determinante para el incremento en el rendimiento y la reducción de los costos de producción de cada cultivo. Además se mejora la competitividad, la calidad del producto, producción estacional o consistente en respuesta a la necesidad de mejorar la relación beneficio/costo de los productores (Soldevilla *et al.*, 2002).

El tomate de cáscara se puede encontrar en todas las entidades de la República Mexicana, crece desde los 8 hasta los 3,350 metros sobre el nivel del mar (Peña *et al.*, 2007) y se encuentra en forma silvestre, cultivada y domesticada. Los principales estados productores son: Baja California Norte, Baja California Sur, Sinaloa, Colima, Chiapas, Guanajuato, Guerrero e Hidalgo.

P. ixocarpa es diploide con $2n=24$ (Sahagún *et al.*, 1998) con flores hermafroditas y alógama obligada por ser autoincompatible, en la cual se ha llevado a cabo mejoramiento genético en gran escala, siendo la selección masal el esquema más apropiado para su mejoramiento (Peña *et al.*, 2007). La autoincompatibilidad es producida por dos series alélicas, donde la autofecundación llega a ser infértil cuando uno o más alelos entran en homocigosis (Santiaguillo, 2004).

Existen formas de mejorar su potencial productivo del tomate de cáscara, tales como el recurrir al mejoramiento genético, pero también hay problemas que limitan el incremento de la producción y la productividad de la planta, como son: la poca disponibilidad del agua de riego y el manejo ineficiente de este recurso, sobre todo cuando es riego rodado, el cual genera altos costos de producción debido a la gran cantidad de energía eléctrica y mano de obra requerida para su aplicación.

Una de las alternativas es la tecnificación de los sistemas de riego para mejorar su eficiencia y rentabilidad, que también nos beneficia no solo en el costo, sino también para minimizar deficiencias o excesos de humedad en el suelo que pudieran causar efectos adversos en el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos.

Con el presente trabajo se busca estudiar la relación que tienen diferentes características agronómicas sobre el rendimiento de diploides y tetraploides de tomate de cáscara mediante el análisis de correlación entre pares de variables, así como estudiar el efecto directo e indirecto de variables agronómicas sobre el rendimiento de fruto, estimado mediante el análisis de sendero, lo anterior con el objetivo general de conocer que variables agronómicas que más aportan a las variables; rendimiento y calidad de fruto en materiales de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) y facilitar la selección indirecta de los mejores genotipos.

Por lo tanto, los objetivos específicos fueron:

- ❖ Medir la productividad de las variedades bajo estudio.
- ❖ Identificar las variables de mayor correlación con rendimiento de fruto y efectos directos e indirectos sobre la variable dependiente que es el rendimiento de fruto.
- ❖ Identificar los materiales con mayor rendimiento y calidad de fruto.

Hipótesis

- ❖ Al menos uno de los materiales superara el rendimiento medio nacional en cuanto a rendimiento y calidad de fruto.
- ❖ Al menos una de las variables bajo estudio tendrá una alta correlación con rendimiento de fruto.
- ❖ Los efectos directos e indirectos de las variables bajo estudio son de la misma magnitud sobre rendimiento de fruto en diploides y tetraploides de tomate de cáscara.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

Importancia Económica

El tomate de cáscara *Physalis spp.*, llamado también tomate verde, miltomate o tomate de fresadilla. Es importante en México, principalmente en los estados del centro, por sus diferentes usos como en la preparación de ciertos platillos regionales (SARH, 1997).

El tomate de cáscara es un cultivo que tiene uso alimenticio, medicinal, artesanal y ornamental; destacando económicamente para la elaboración de salsas (Sánchez *et al.*, 2008), su fruto es una fuente importante de fósforo, calcio, hierro, sales minerales y diversas vitaminas. La problemática del cultivo se centra en los altos costos de producción, derivados del sistema de riego, uso intensivo de agroquímicos en el proceso de producción y los costos de comercialización.

La composición de las reservas nutritivas es de gran importancia, por su significado biológico durante la formación de la plántula. Gran parte de los trabajos de obtención de nuevas variedades está dedicada a la mejora de la calidad nutricional de dichas reservas, ya sea a nivel de semilla o del fruto, dado

que estas reservas nutritivas tienen gran importancia económica (Arriaga *et al.*, 2006).

El manejo de postcosecha de fruto relacionados con los efectos directos de cortes, momento del corte y empaques sobre la vida de anaquel de los frutos, manifestados en algunas características organolépticas, físicas y químicas repercute directamente en la economía (Magañas y Colina, 1997).

Uno de los factores en los que radica la importancia del tomate de cáscara es su ciclo de vida corto, aproximadamente de 85 a 90 días desde la siembra a la senectud, lo que facilitan conocer los factores plagas que limitan su producción (Jiménez *et al.*, 1992).

El concentrar la producción en un tiempo reducido, al menos en regiones en donde las temperaturas son limitantes para su siembra, ya que esto, junto con la precocidad, permitiría llegar al mercado más pronto y reduciría los costos de recolección (Pérez *et al.*, 1994).

El incremento de la productividad de los cultivos a través de la modificación del contenido de CO₂ del ambiente aéreo ha producido en algunas regiones mayor producción de los cultivos, principalmente hortícolas, donde la técnica está restringida a lugares cerrados como los invernaderos, con el objeto de aumentar la tasa de fotosíntesis, disminuir la fotorrespiración y generar mayor rendimiento económico de los cultivos (Soldevilla *et al.*, 1997).

Los daños ocasionados por la maleza en la producción agrícola son muy importantes. Cuando la maleza crece junto con el cultivo se establecen relaciones de competencia por factores fundamentales en su crecimiento y desarrollo que reducen los rendimientos (Roque *et al.*, 1995).

Origen del Tomate de Cáscara

El Tomate de cáscara es una especie nativa de México a la que se le asigna una diversidad de nombres locales. Se encuentra distribuido en la mayoría de los estados de México en forma silvestre, fomentada, cultivada y domesticada (Santiaguillo *et al.*, 1996). También se cultiva en la India, Australia y Sudáfrica, así como en el sur de los EUA donde prácticamente éste cultivo lo han naturalizado fuera de su área de distribución natural.

En el género *Physalis* se considera que existen alrededor de 80 especies confinadas en su gran mayoría a zonas templadas y tropicales de América, y muy pocas especies en India (Asia), Europa y África tropical. De éstas, se cultiva *Physalis Ixocarpa* en México y Guatemala y *Physalis Peruviana* principalmente en Perú y Chile (Sánchez *et al.*, 2005).

El cultivo del tomate prácticamente se cultiva en México y Centroamérica, sin embargo, varios países de Europa y Asia cuentan con germoplasma de la

especie, por lo que es posible que ahí sea cultivado en el futuro, por ser una fuente importante de vitaminas y minerales (Peña y Márquez, 1991).

Morfología

Physalis ixocarpa Brot. es una planta herbácea anual de 40 a 90 cm de altura, con hojas alternas, de forma ovalada. Presenta inflorescencias axilares, pubescentes, pediceladas y de color amarillo. El limbo se encuentra dividido en cinco partes, con cinco estambres y filamentos filiformes, con anteras oblongas o lineales oblongas; el ovario es bilocular; el estigma es capitado. El fruto es una baya, el cáliz que cubre al fruto presenta 10 costillas. La semilla se encuentra en mediana cantidad y se localizan lateralmente comprimidas dentro de la baya (Orozco, 2004).

La polinización se efectúa por medio de las abejas, estas llevan de flor en flor el polen necesario para la formación de frutos (Güemes *et al.*, 2001), debido al fenómeno de autoincompatibilidad se comporta como una alógama obligada (Peña *et al.*, 1998).

Mejoramiento Genético

El mejoramiento genético de las plantas nace con la agricultura misma, cuando el hombre colecta por primera vez semillas de plantas que ha sembrado ex profeso en sus parcelas, es lógico esperar que este escogió para la siembra siguiente las provenientes de los mejores individuos (Márquez, 1985).

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 (Peña, 2001).

La variabilidad genética de las plantas es una fuente para mejorar genéticamente las especies cultivadas que son indispensables para su supervivencia. Por ello, el uso de variedades resistentes es sin duda el método más adecuado para combatir cualquier enfermedad y satisfacer las necesidades del agricultor, que le permiten ahorro de productos químicos, romper la autoincompatibilidad (Soto *et al.*, 1998), todos estos factores constituyen indicadores de la necesidad de desarrollar estrategias que permitan elevar la producción sin incrementar la superficie cultivada (Inzunza *et al.*, 1999).

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, por eso que la vía genotécnica utilizada es la selección (Santiaguillo *et al.*, 2005).

Peña *et al.* (2002) mencionan que los métodos genotécnicos más apropiados para el mejoramiento son:

- La selección masal visual estratificada
- La selección familiar de medios hermanos
- La selección combinada de medios hermanos
- Cruzas intervarietales

Estos tipos de selección en tomate de cáscara se realizan, porque Peña y Márquez (1991) mencionan que es una especie que presenta autoincompatibilidad gametofítica y por lo tanto se clasifica como alógama obligada.

La genotecnia de una especie alógama de reproducción sexual se inicia con el mejoramiento poblacional por selección, con el objetivo de incrementar las frecuencias génicas de los alelos favorables, para derivar líneas endogámicas con la finalidad de aprovechar los efectos de dominancia y/o epistáticos de los genes, mediante el cruzamiento de éstas para la obtención de híbridos de alto rendimiento con altos valores de heterosis (Peña *et al.*, 1999).

El mejoramiento por selección ha sido efectivo para obtener mejores variedades, en las razas cultivadas donde el fitomejoramiento no ha sido intensivo; sin embargo, es importante estudiar la heterosis intervarietal, ya que ello permitirá evaluar la pertinencia de realizar esfuerzos para iniciar un programa de mejoramiento genético por hibridación (Peña *et al.*, 1998).

Pérez *et al.* (1992) mencionan que al concentrar la producción en un tiempo reducido se logra uno de los objetivos de la especie, para ello se debe de recurrir en algunas características a mejorar, en las que destacan el rendimiento, hábito de crecimiento, distribución de la producción, así como el color, forma y tamaño del fruto.

Variedades de Tomate de Cáscara

Los diferentes materiales genéticos poseen características que los diferencian entre sí. Por lo tanto, las variedades reaccionan en forma desigual estando en las mismas condiciones ambientales, manejo de cultivo y de la cosecha (Macías *et al.*, 1996). El tomate de cáscara es un cultivo que presenta variabilidad genética en cuanto a tipos de plantas y frutos, encontrándose plantas rastreras, semierectas y erectas; con colores de fruto que varían del amarillo, verde, hasta el color morado (Ayala *et al.*, 1992). Entre las variedades cabe señalar que existe gran variación en el tamaño de frutos, ya que unos son

demasiado grandes y rompen la bolsa, en tanto que otros no alcanzan a llenar la misma. También existe variación en cuanto al color y sabor de los frutos, que puede ser ácido o dulce (Güemes *et al.*, 2001).

Calidad de Polen

La cantidad y calidad del polen producido por una flor es uno de los aspectos más importante en estudios evolutivos y en la adaptación de los genotipos (Lagos *et al.*, 2005). Por lo tanto, un grano de polen de tamaño grande tiene mayores reservas nutritivas que la de menor tamaño y puede formar tubos polínicos de mayor longitud con rapidez, pero la capacidad del grano del polen para competir en la fecundación no depende del tamaño, sino de la habilidad para fecundar; aunque también depende de muchos factores ambientales, tales como la temperatura, humedad y una condición natural que influyen en la fecundación, es la autoincompatibilidad, la cual es una disfuncionalidad fisiológica controlada genéticamente que evita la producción de frutos por autofecundación (Inzunza *et al.*, 1999).

Principales Plagas y Enfermedades del Tomate de Cáscara

Plagas

- Mayate o catarinita del tomate de cáscara (*Lema trilineata daturaphila kogan*)
- La pulga saltona (*Epitrix sp.*)
- Pulgón saltador (*Paratrioza cockerelli*)
- La mosca del tomate de cáscara (*Melanogramysa tomatae*)
- Gusano del fruto (*Heliothis sufflexa Gueneé*)
- Minador de la hoja (*Liriomyza sp*)
- Trips (*Frankliniella Occidentalis Pergande*)
- Mosquita blanca (*Trialeurodes vaporariorun West.*)

(Jiménez *et al.*, 1992)

Enfermedades

- Cenicilla (*Oídium sp.*)
- Ojo de rana o carbón del tomate de cáscara (*Entyloma australe Speg*)
- *Fusarium sp.*
- Micoplasmas
- Virus

(Güemes *et al.*, 2001)

Densidad de Siembra en el Tomate de Cáscara

La distancia entre surcos es variable, entre 1 a 1.2 metros, y entre plantas a 0.5 metros, a doble hilera, la densidad de plantas en una hectárea será de 33,300 a 40,000 plantas (Güemes *et al.*, 2001).

Para la producción comercial, el mejor ancho del surco es un metro y la mejor distancia entre plantas es 0.5 metros, de dos plantas por sitio. En el estado de Morelos esta recomendación es muy utilizada; sin embargo, en importantes estados productores, como Guanajuato, Jalisco y Michoacán se usan surcos de 1.4 m de ancho y 0.6 a 0.7 m entre plantas; con una densidad de 20,404 a 23,805 plantas por hectárea (Peña y Márquez, 1991).

Pérez *et al.* (1992) mencionan que en la selección masal visual estratificada en tomate de cáscara, la distancia entre plantas debe ser de 0.4 a 0.5 metros y 1 metro entre surcos, y para fines de mejoramiento deben de sembrarse a 1 metro de ancho con una distancia de 0.3 metro entre plantas.

Calidad del Fruto

La calidad de los productos agrícolas es un factor cada vez más solicitado en los mercados desarrollados, basados no solo en frutos sin daños, homogéneo o de larga vida comercial, sino también buscar lo que un

consumidor desea de una fruta. Los más importantes son: el sabor (contenido en azúcares, contenido en ácidos), la firmeza, el color y el aroma (Valero y Ruíz, 1996).

La calidad de los frutos de tomate depende de su destino final. A los cultivadores les interesa alto rendimiento, frutos resistentes a las enfermedades, buena apariencia y pocos defectos; a los compradores les compete buena apariencia y pocos defectos; a los distribuidores les compete buena apariencia y largo almacenamiento, mientras que los consumidores determinan su calidad sobre la base de la apariencia sobre la base de la apariencia, consistencia, talla, libre de deformidades y características organolépticas (Zambrano *et al.*, 1995)

La firmeza se emplea como indicador de la calidad de los productos agrícolas y en especial de los frutos, pero tiene también una importancia decisiva en la resistencia a daños mecánicos durante la recolección, manipulación y transporte hasta el consumidor (Barreiro y Ruíz, 1996).

Cosecha

El número de cortes varía de 4 a 6, dependiendo del vigor, el manejo y la carga de la planta. El primer corte debe hacerse cuando hayan madurado los 3 ó 4 primeros frutos en la mayoría de las plantas; lo cual ocurre de los primeros 55 a 70 días después de la siembra (SARH, 1997). Los frutos maduros se

reconocen porque llenan completamente la “bolsa” que los cubre, e incluso la rompen (Güemes *et al.*, 2001).

La Poliploidía en el Mejoramiento Vegetal

Cubero (2003) menciona que un poliploide tiene un número de cromosomas superior del número básico $2n$ presente en la especie.

Si existe un número entero de genomios mayor que $2n$ se tiene un euploide, se considera también dentro de este tipo el caso en que los genómicos no procedan de la misma especie. Si el genoma básico procede de una misma especie, estando repetido un número entero de veces ($3n$, $4n$, etc.), se tiene un autopoliploide o autoploide. Si los genomas presentes pertenecen a más de una especie (cuatro genomios de dos especies: $2n_1 + 2n_2$) se tiene un alopoliploide (alotetraploide). Si solo se tiene un genomio se tiene un haploide.

Imaroca (2009) menciona que al aumentar el nivel de ploidia, ésta nos generara algunas consecuencias como:

Consecuencias fenotípicas.

- ❖ Aumento del tamaño celular
- ❖ Ciclos de crecimientos más largos
- ❖ Aumento del tamaño de los órganos
- ❖ Menor fertilidad

- ❖ Ciclo celular es más lento
- ❖ Fotosíntesis disminuye a un 10%

Consecuencias genéticas.

- ❖ La poliploidia tiene consecuencias positivas: sobre todo en la alopoliploidia que supone nuevos genes y nuevas combinaciones.
- ❖ Es posible que haya altos niveles de heterocigosidad. Siendo mayor la adaptabilidad a medios más variables. La heterocigosidad permite una mayor variabilidad de isoenzimas.

Gar *et al.* (2011) menciona que la poliploidización ha jugado un papel muy importante en la evolución de las plantas con el aumento de la redundancia de genes y complejidad morfológica. En las especies poliploides se genera una adaptabilidad y muestran una mayor tolerancia a diferentes condiciones ambientales.

La segregación genética en autopoliploides es un reflejo de la meiosis con una combinación de emparejamiento bivalente y multivalente con múltiples alelos por locus.

Reynoso *et al.* (2005) menciona que los individuos autopoliploides formados recientemente muestran una alta frecuencia de multivalentes durante la meiosis, y es por eso que la fertilidad es reducida debido a una segregación

de los cromosomas. Aun siendo poliploides éstos a lo largo del tiempo y en sucesivas generaciones, tienden a comportarse genéticamente como diploides, denominado diploidización.

Ramírez *et al.* (2007) mencionan que los tetraploides presentan mayor variación, en cuanto al rendimiento por planta y llegan a superar hasta en un 96% a los diploides, así mismo, el número de frutos por planta de tetraploides es 36% mayor que las plantas normales.

Uso de Plástico en la Agricultura

Soldevilla *et al.* (2002) mencionan que el acolchado plástico del suelo es un elemento indispensable en ciertas técnicas de producción donde aumenta la productividad y calidad de los frutos. Esta técnica de agricultura protegida tiene influencia sobre la temperatura del suelo, aumentándola o conservándola de acuerdo a las propiedades ópticas de las cubiertas. El acolchado negro puede incrementar temperatura hasta 1.7°C a 10 cm de profundidad y 5.9°C a 5 cm de profundidad con acolchado transparente. Al utilizar esta técnica ayuda a:

- Reducir la evaporación del suelo aumentando la fertilidad.
- Disminuir el crecimiento de las malezas.
- Disminuir el efecto de plagas y enfermedades.
- Modificar o conservar las propiedades físicas del suelo.
- Modificar el crecimiento y la morfogénesis de los cultivos.

Alvarado y Castillo (2003) mencionan que el uso de acolchado plástico en los cultivos, genera importantes modificaciones en el ambiente físico donde se cultiva las plantas. Los factores que se alteran con el uso de acolchado son: Humedad, temperatura, estructura y fertilidad del suelo, como también la vegetación espontanea bajo el filme.

Análisis de Correlación

Los métodos de correlación son técnicas que se han desarrollado para medir el grado de asociación entre variables. La medida de correlación usualmente es conocida como coeficiente de correlación.

Debido a la naturaleza del concepto de correlación, está estrechamente relacionado con el concepto de regresión. En efecto, para una ecuación de regresión dada, parece razonable esperar que un coeficiente de correlación medirá que tan bien se ajusta a los datos la ecuación de regresión, o dicho a la inversa, que tan ceñidos quedan los puntos muestra con respecto a la curva de regresión (Ostle, 1965).

Mediante el análisis de correlación es posible, solo estimar la relación positiva o negativa entre caracteres, por lo tanto, no es una herramienta adecuada para estimar las relaciones indirectas entre variables (García, 2007).

Cortes y Martínez (1996) mencionan que con el análisis de correlación no se puede deducir la presencia de causalidad, debido a que la correlación es una relación entre variables o acontecimientos de dependencia no causal entre sus características o propiedades cuya intensidad puede medirse mediante una comparación estadística de la frecuencia con que aparecen ambos factores y la causalidad es una relación causa/efecto.

Espitia *et al.* (2008) mencionan que el estudio de correlaciones, así como el de los efectos directos e indirectos entre el rendimiento y sus componentes posibilita identificar caracteres que pueden ser usados como criterios de selección indirecta para identificar genotipos con alto rendimiento y calidad de fibra.

La correlación fenotípica es estimada directamente de los valores medios fenotípicos de campo, siendo resultante, por tanto, de causas genéticas y ambientales. La correlación genotípica, en cambio corresponde a la porción genética de la correlación fenotípica.

Análisis de Sendero

El análisis de senderos es una técnica estadística que se utiliza para examinar relaciones causales entre dos o más variables; las variables utilizadas son cuantitativas. Este método está basado en un sistema de ecuaciones lineales que representan las relaciones de dependencia que existen entre cada una de las variables que están sujetas a análisis. Para la confección del mismo, hay que tener en cuenta las variables independientes y las dependientes, que se ordenan en ramas de manera secuencial, a partir de la dependencia que estas tienen, o lo que es lo mismo la causa y el efecto.

En el análisis de senderos, la correlación que existe entre dos variables es analizada desde todos los senderos, directos o indirectos, para los cuales las dos variables son conectadas (Cortes y Martínez, 1996).

Espitia *et al.* (2008) mencionan que un análisis de sendero es en esencia, un estudio que permite evaluar si una relación entre dos variables es de causa-efecto, o es determinada por la influencia de otra u otras variables. Por lo tanto, un análisis de sendero puede ser realizado a partir de correlaciones fenotípicas, genéticas o ambientales.

El estimador dentro del análisis de sendero que mide las relaciones causa-efecto entre caracteres, es llamado coeficiente de sendero (*path coefficient*), lo cual mide influencia directa de una variable sobre otra, independientemente de

los demás. Es este estadístico el que permite desdoblar los coeficientes de correlación simples en sus efectos directos e indirectos.

Abbott *et al.* (2007) menciona que el método analítico de coeficientes de sendero (*path coefficient analysis*) permite descomponer las correlaciones entre dos variables (**X** e **Y**) en una suma del efecto directo de **X** sobre **Y** y los efectos indirectos de **X** sobre **Y** vía otras variables independientes en un sistema de correlaciones. EL análisis de sendero tiene por objetivo identificar las posibles explicaciones causales de las correlaciones observadas entre una variable respuesta (dependiente) y una serie de variables predictoras (independientes).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización del Área de Estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Agrícola del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Durante el periodo de mayo a julio del 2012. Este se encuentra ubicado en la coordenadas 25° 22´ latitud Norte y 101° 02´ longitud Oeste; y a una altitud de 1,742 msnm, en un valle rodeado por serranías y ubicado en una zona predominantemente desértica.

Clima

Este municipio se caracteriza por un clima muy seco, semicálido, con invierno seco, con lluvias en verano, y una precipitación invernal del 10% del total anual. La temperatura media anual que se registra es de 19.8 °C, con una oscilación de 10.4°C, los meses más cálidos son Junio, Julio y Agosto con temperatura máxima de 37°C y durante Diciembre y Enero se registran temperaturas bajas de hasta 10°C bajo cero. La precipitación media anual es de 350-400 mm; la temporada lluviosa es de junio a octubre, el mes más lluvioso es Junio y el más seco es Marzo.

Suelo

El suelo es de textura migajón y migajón arcilloso, con bajos contenidos de materia orgánica y poseen una capa subyacente de carbonato de calcio.

3.2. Material Genético

El material genético consta de 12 poblaciones; 6 de estos materiales son diploides y 6 tetraploides (Cuadro 3.1). Los materiales tetraploides son el resultado de la aplicación de colchicina a semillas de la variedad rendidora, una vez formadas las plantas tetraploides, éstas fueron cruzadas tetraploides por tetraploides y de la semilla obtenida se obtuvieron 1800 plantas, de las cuales se seleccionaron los mejores genotipos, de ellos ahora se estudian 6 tetraploides y 6 diploides de sobresalientes en rendimiento y calidad de fruto.

Cuadro 3.1. Material genético utilizado en el trabajo de investigación, en el ciclo primavera-verano del 2012 en Buenavista, Saltillo, Coahuila.

Tratamientos	Genotipos	Origen
1	GCT 2-38	Investigación-UAAAN
2	GCT 2-15	Investigación-UAAAN
3	GCT 8-27	Investigación-UAAAN
4	GCT 2-33	Investigación-UAAAN
5	GCT 2-113	Investigación-UAAAN
6	GCT 2-107	Investigación-UAAAN
7	COLOSO-UA	Investigación-UAAAN
8	P. ANGULATA	Investigación-UAAAN
9	GRAN ESMERALDA	Harris Moran
10	MORADO TAMAZULA	Colecta-Jalisco
11	RENDIDORA	SAGAR-INIFAP
12	PALMARITO	Colecta-Puebla

Establecimiento del Cultivo

La siembra de la semilla se llevó a cabo en el invernadero del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, el 26 de Marzo. Se utilizaron 5 charolas de plástico con sustrato peat-moss y se colocaron sobre un polietileno y posteriormente a la germinación se les aplicó riego con una solución nutritiva de fertidrip (20-20-20) en una dosis de 1 g.L⁻¹ de agua. El trasplante fue realizado el 12 de Mayo en el campo agrícola experimental de la UAAAN, cuando estas alcanzaron un tamaño de 10 cm aproximadamente.

3.3. Caracteres Evaluados

Las variables evaluadas y su forma de medición se mencionan a continuación.

Rendimiento Total por Planta (RTP): En forma separada se cosecharon todos los frutos de cada una de las 12 plantas de cada tratamiento y en cada una de las repeticiones, así fue en los 4 cortes y después se sumaron para obtener el rendimiento total por planta.

Número Total de Frutos por Planta (NTFP): El conteo de los frutos por planta se realizó de forma individual y en cada uno de los cortes, posteriormente se sumaron los frutos de todos los cortes para estimar esta variable.

Diámetro Polar del Fruto (DPF): Con la ayuda del vernier se tomaron las medidas en dos frutos por planta de los tomados al azar, posteriormente se sumaron para después obtener un promedio (mm).

Diámetro Ecuatorial del Fruto (DEF): Para esta variable se tomaron al azar dos frutos por planta, posteriormente se sumaron para después obtener un promedio expresado en milímetros.

Firmeza (FF): La medición de esta variable se utilizó el penetrómetro, para obtener la lectura de los dos frutos evaluados donde se obtuvo el promedio de cada fruto en kg.cm^{-2} .

Grados Brix (GB): Se tomaron dos frutos, y de cada fruto se colocó una gota de jugo en el prisma del refractómetro, y así obtener esta variable.

Grosor de Mesocarpio (GM): Con la ayuda del vernier basado en escalas milimétricas se estimó el grosor de mesocarpio, por lo cual los frutos evaluados se obtuvieron un promedio en mm.

Peso Promedio Por Fruto (PPF): Para la estimación de esta variable se tomaron todos los frutos cosechados por planta, se pesaron, para obtener el rendimiento total y posteriormente este valor fue dividido entre el número total de frutos cosechados.

Volumen del Fruto (VF): Para evaluar el volumen se tomaron doce frutos por tratamiento y fue necesario utilizar una probeta, en la cual se le agregó 500 ml de agua para después incorporar el fruto, se observó el volumen desplazado, para estimar la lectura en cm^3 .

Potencial de Hidrogeno (PH): En la obtención del pH se tomaron cuatro frutos por tratamiento, estos se licuaron y se extrajo una pequeña muestra, para después llevarlo al potenciómetro y determinar la lectura de esta variable.

Densidad de Fruto (DF): Para esta variable se tomo dos frutos representativo por planta, se pesaron y con la ayuda de una probeta, a 500 ml de agua se determino su volumen. Se obtuvo un promedio en gr/cm^3 .

Manejo del Cultivo

Preparación del Terreno

Se realizó el 07 de Mayo del 2012, comenzando a eliminar malezas, acomodo de los surcos de forma mecánica; para el día 11 de mayo se coloco el acolchado y la cintilla, finalmente aplicándole riego pesado para el humedecimiento del suelo.

Transplante

Antes de trasplantar, se muestreo la humedad del suelo de forma manual para realizar dicha actividad. La plántula se estableció en campo el día 12 de mayo, cuando el suelo estuvo en capacidad de campo.

Riegos

Estos fueron realizados utilizando sistema de riego por goteo, usando cintilla bajo el acolchado el cual funcionó adecuadamente, y fue aplicado de manera constante con la finalidad de no dejar secar el suelo y evitar estresar la planta. El riego fue aplicado de 2 a 3 horas cada dos días, esto se realizó con una bomba de $\frac{1}{2}$ caballo de fuerza y con un gasto de un litro por hora.

Fertilización

En el programa de nutrición se incluyeron una serie de productos sólidos y foliares como se muestran en los Cuadros 3.2 y 3.3, respectivamente. En el Cuadro 3.2 se muestra los fertilizantes y dosis aplicadas durante todo el ciclo del cultivo de tomate de cáscara, se preparó en soluciones concentradas en un tonel de 200 litros de agua para distribuir el fertilizante en el agua de riego de acuerdo a las fechas que se muestran en los cuadros citados.

Cuadro 3.2. Fertilización aplicada vía riego al cultivo del tomate de cáscara en Buenavista, Saltillo, Coahuila en el 2012.

FERTILIZANTES	DOSIS APLICADA	FECHAS DE APLICACIÓN	
Fertidrip (crecimiento)	0.325 kg	19/05/2012	22/07/2012
Magnisal	0.226 kg	26/05/2012	27/07/2012
Fosfato monoamonico	6.358 kg	03/06/2012	04/08/2012
Nitro K-Sul	4.600 kg	10/06/2012	
Nitrato de calcio	3.478 kg	11/06/2012	
Nitrato de amonio	9.526 kg	22/06/2012	
Sulfato de potasio	8.368 kg	30/06/2012	
Tradecorp AZ	0.330 kg	12/07/2012	

Cuadro 3.3. Fertilización foliar aplicado al cultivo del tomate de cáscara en Buenavista, Saltillo, Coahuila en el 2012.

FERTILIZANTES	DOSIS APLICADA	FECHAS DE APLICACIÓN
Fertidrip (crecimiento)	80 gr	15/04/2012
Nubiotek	960 ml.	04/07/2012
		10/07/2012
		22/07/2012
		24/07/2012
Fertiplus	80 ml.	24/07/2012

La fertilización se inició en la etapa de plántula aplicando una solución nutritiva a base de triple 20 a una concentración de $1\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$ de agua, aplicando ésta solución todos los días hasta que alcanzó el tamaño adecuado para su establecimiento en campo.

Deshierbes

Los deshierbes se efectuaron de manera constante, con el fin de eliminar el problema de competencia por luz, nutrientes, agua, aireación y posibles plagas y enfermedades que pudiesen estar hospedando en las malezas, dicha actividad se realizó manualmente.

Control de Plagas y Enfermedades

Se aplicaron productos como POUNCE 340 CE (Permetrina), DANAPYR 40 CE (Dimetoato), en una dosis de 1ml/l de agua para el control de plagas como: gusano del fruto, minadores, entre otros. Para el control de cenicillas se utilizó el AMISTAR (Azoxistrobin) en dosis de 10 g/20L de agua, y de forma preventiva se aplicó el Proplant (Propamocarb) para el tizón tardío y cenicilla.

Estas aplicaciones se hicieron de acuerdo a la fecha de aparición de las plagas y enfermedades.

Cosecha

El primer corte se realizó el 17 de julio, cuando las plantas de los genotipos más precoces presentaron frutos con llenado total de la bolsa o cáliz acrecente, sin embargo hubo genotipos que tuvieron un comportamiento más tardío, por lo

tanto, éstos se cosecharon cuando tuvieron frutos con las características antes citadas, como se muestra en el Cuadro 3.4.

3.4. Diseño Experimental

Los 12 genotipos fueron distribuidos bajo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y cada repetición estuvo constituida por 12 plantas, con una separación de 60 cm a doble hilera y 160 cm entre surcos.

Cuadro 3.4. Calendario de cortes y periodos de cosecha de 12 genotipos de tomate de cáscara, en Buenavista, Saltillo, Coahuila. 2012.

GENOTIPO	FECHA DE CORTE			
	1	2	3	4
GCT 2-38	19/07	02/08	15/08	30/08
GCT 2-15	19/07	02/08	15/08	30/08
GCT 8-27	19/07	02/08	15/08	30/08
GCT 2-33	19/07	02/08	15/08	30/08
GCT 2-113	19/07	02/08	15/08	30/08
GCT 2-107	19/07	02/08	15/08	30/08
COLOSO-UA	17/07	29/07	13/08	30/08
P. ANGULATA	17/07	29/07	13/08	30/08
G. ESMERALDA	17/07	29/07	13/08	30/08
M. TAMAZULA	17/07	29/07	13/08	30/08
RENDIDORA	17/07	29/07	13/08	30/08
PALMARITO	17/07	29/07	13/08	30/08

3.5. Análisis de Correlación

Las correlaciones fenotípicas (r) se calcularon utilizando el coeficiente de correlación de Pearson, como medida de la magnitud de la asociación lineal entre dos variables (Abbott *et al.*, 2007), dicho coeficiente de correlación se determinó utilizando el paquete estadístico SAS 9.0.

3.6. Análisis de Sendero

El coeficiente de sendero (*path analysis*) se desarrollaron con el auxilio del paquete MATLAB donde los coeficientes estimados entre las variables se colocan en forma matricial y después de una serie de indicaciones, obtenemos una matriz en la cual los efectos directos (coeficientes de sendero) están en diagonal y los demás son efectos indirectos (Guerra, 1997).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Rendimiento Total de Fruto

En la Figura 4.1 se puede observar que el genotipo G. Esmeralda fue el que presentó mayor rendimiento total ($81.182 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$), mientras que el genotipo GCT 8-27 presentó un rendimiento de $30.706 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, resultando el menor rendimiento de fruto. En esta figura se observa que el rendimiento medio de los diploides fue superior al rendimiento medio de los tetraploides, aunque el genotipo tetraploide GCT 2-15 superó a los diploides Morado Tamazula y Rendidora, además todos los genotipos aquí estudiados tuvieron rendimientos superiores a los rendimientos medios que se presentan a nivel nacional.

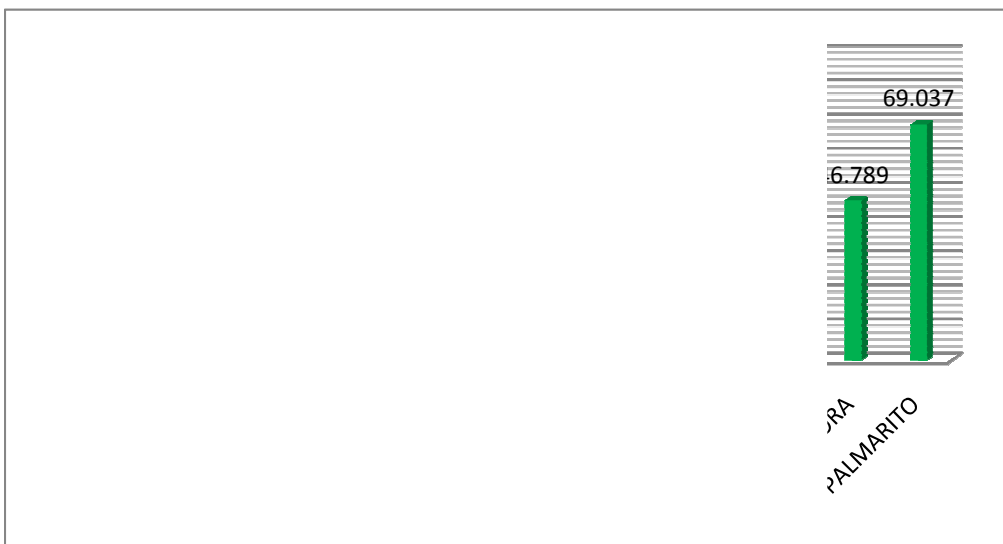


Figura 4.1. Rendimiento total de diploides y tetraploides estudiados en Saltillo, Coahuila, 2012.

4.2. Rendimiento de Cada Genotipo por Corte

La respuesta en rendimiento por corte en cada uno de los genotipos bajo estudio se muestra en la Figura 4.2, indica que el genotipo diploide Coloso tuvo el mayor rendimiento en el primer corte con $22.749 \text{ ton}\cdot\text{ha}^{-1}$, superando al genotipo Gran Esmeralda en un 35.65 % que es un material mejorado, aunque este último superó al Coloso y los genotipos tetraploides en el segundo, tercer y cuarto corte, solamente el GCT 2-15 y GCT 2-33 fueron los genotipos que presentaron rendimientos superiores en el segundo y tercer al diploide Morado Tamazula.

El comportamiento en cuanto al rendimiento indica que el genotipo Coloso tiene un rendimiento muy alto en el primer corte, lo cual es ventajoso, ya que permite recuperar parte de la inversión en un período más corto.

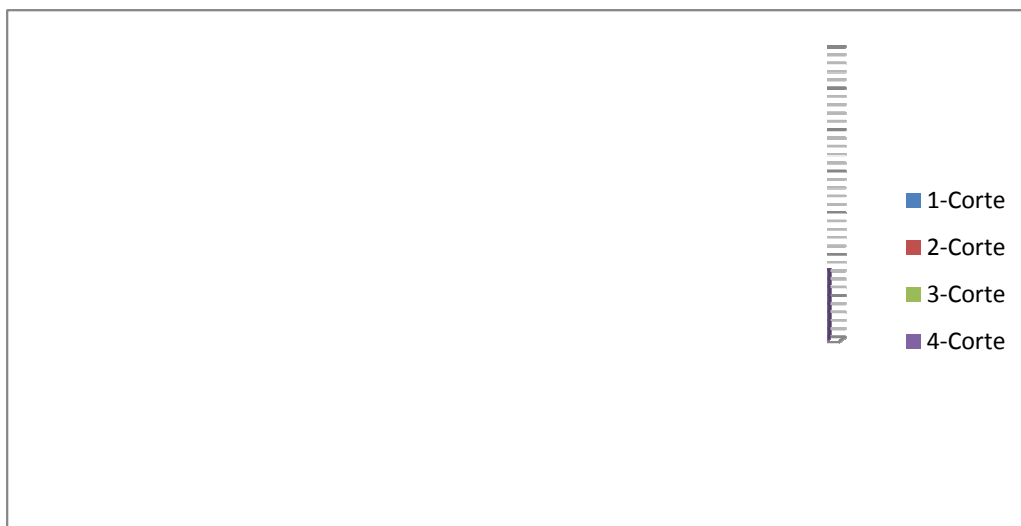


Figura 4.2. Comportamiento de cada genotipo bajo estudio en relación al rendimiento de fruto por corte, en Saltillo, Coahuila, 2012.

4.3. Análisis de Correlación de los Genotipos Tetraploides

En el Cuadro 4.1, se muestran las correlaciones fenotípicas entre las distintas variables bajo estudio, y éstas con el rendimiento en los genotipos tetraploides.

En el Cuadro 4.1, se muestran las correlaciones de las variables bajo estudio con el rendimiento de fruto de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Se encontraron correlaciones positivas y significativas al $P \leq 0.05$ entre diámetro ecuatorial del fruto con rendimiento ($r = 0.582$), entre peso por fruto y rendimiento ($r = 0.652$), entre rendimiento y volumen del fruto ($r = 0.680$) y entre número de fruto por planta y rendimiento se observó un valor positivo y altamente significativo al $P \leq 0.01$ con un valor de $r = 0.935$. Los valores obtenidos indican que estas variables correlacionadas significativamente con el rendimiento de fruto se pueden utilizar como indicadores indirectos de genotipos de alto rendimiento de fruto en procesos de selección para el desarrollo de variedades de alto rendimiento.

Otra variable que es importante desde el punto de vista de calidad de fruto es el grosor de mesocarpio, el cual tuvo correlaciones positivas y significativas con el peso promedio de fruto con un coeficiente $r = 0.615$, con el volumen de fruto con $r = 0.582$ y con el pH con un coeficiente de $r = 0.691$, en este caso también se observa que si se selecciona genotipos con los mayores valores en

éstas variables indirectamente se estará seleccionando para obtener frutos con altos grosores de mesocarpio.

Una correlación positiva y altamente significativa se presenta entre diámetro polar del fruto y diámetro ecuatorial de fruto con una $r= 0.873$, y una correlación positiva y significativa entre diámetro polar del fruto y peso por fruto (0.686), de igual forma se comporta diámetro polar del fruto y volumen del fruto (0.608).

Así mismo, diámetro ecuatorial de fruto tiene una correlación positiva y altamente significativa con peso por fruto (0.851) y con volumen del fruto ($r= 0.836$), y una correlación positiva y significativa entre diámetro ecuatorial del fruto y grosor de mesocarpio ($r= 0.621$).

4.4. Análisis de Correlación de los Materiales Diploides

En el Cuadro 4.2 se muestran las correlaciones de los materiales diploides, donde se encontró una correlación positiva ($P\leq 0.05$) entre grosor de mesocarpio con rendimiento ($r= 0.693$), mientras que diámetro polar del fruto con rendimiento se observó valor positivo altamente significativo ($P\leq 0.01$), con un valor de $r= 0.775$, así mismo para diámetro ecuatorial con rendimiento ($r= 0.779$), peso por fruto con rendimiento ($r= 0.791$) y volumen del fruto con rendimiento ($r= 0.793$). Se observa también que diámetro ecuatorial de fruto se correlaciona positiva y significativamente con grosor de mesocarpio ($r= 0.948$), peso por fruto ($r= 0.977$) y con volumen del fruto ($r= 0.977$).

En el grosor de mesocarpio (Cuadro 4.2), de igual manera se observa correlación positiva ($P \leq 0.01$) con peso por fruto ($r = 0.913$) y con volumen del fruto ($r = 0.910$), también se observó una correlación positiva y altamente significativo entre peso por fruto y volumen del fruto ($r = 0.999$)

De acuerdo a lo observado en las correlaciones de rendimiento con otras variables en diploides y tetraploides, se encontró que el incremento del nivel de ploidia si afecta el comportamiento de las variables estudiadas, ya que en los tetraploides el numero de frutos por planta estuvo positiva y significativamente correlacionado con el rendimiento de fruto, pero en los diploides se encontró una correlación negativa aunque no significativa. En el caso del diámetro polar de fruto en los tetraploides no mostró una correlación significativa con el rendimiento de fruto, pero en los diploides la correlación entre éstas dos variables fue positiva y significativa (Cuadro 4.2).

En los tetraploides no se encontraron correlaciones significativas entre el número de frutos por planta y las demás variables estudiadas, sin embargo en los diploides la variable número de frutos por planta mostró correlaciones negativas y significativas (Cuadro 4.2), con diámetro polar de fruto ($r = -0.747$), diámetro ecuatorial de fruto ($r = -0.725$), grosor de mesocarpio ($r = -0.748$), peso promedio de fruto ($r = -0.698$) y volumen de fruto ($r = -0.696$). Lo antes indicado confirma que el incremento del nivel de ploidia modifica las relaciones entre variables en el tomate de cáscara.

Cuadro 4.1. Correlaciones fenotípicas entre variables en genotipos tetraploides de tomate de cáscara evaluados en Saltillo, Coahuila, en el 2012.

Variables	NFP	DPF	DEF	FF	GB	GM	PPF	VF	pH	DF
REN	0.935**	0.428	0.582*	-0.021	0.216	0.326	0.652*	0.680*	-0.020	-0.299
NFP		0.215	0.329	-0.010	0.195	0.156	0.433	0.473	-0.063	-0.286
DPF			0.873**	-0.042	-0.110	0.460	0.686*	0.608*	0.116	0.181
DEF				-0.097	0.117	0.621*	0.851**	0.836**	0.318	-0.163
FF					0.055	-0.228	-0.116	-0.099	-0.427	0.006
GB						0.434	0.087	0.129	0.263	-0.196
GM							0.615*	0.582*	0.691*	-0.025
PPF								0.977**	0.271	-0.205
VF									0.296	-0.404
pH										-0.185

REN = Rendimiento Total/planta (kg); NFP= Numero de fruto por planta; DPF= Diámetro polar del fruto; DEF= Diámetro ecuatorial del fruto; F= Firmeza de fruto; GB= Grados brix; GM= Grosor de mesocarpio; PPF= Peso por fruto; VF= Volumen del fruto; pH= Potencial de hidrogeno; DF = Densidad de fruto; *,** Significación estadística en los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.

Cuadro 4.2. Correlaciones fenotípicas entre variables en genotipos diploides de tomate de cáscara evaluados en Saltillo, Coahuila, en el 2012.

Variables	NFP	DPF	DEF	FF	GB	GM	PPF	VF	pH	DF
REN	-0.218	0.775**	0.779**	0.012	0.041	0.693*	0.791**	0.793**	-0.018	-0.096
NFP		-0.747**	-0.725**	-0.104	-0.485	-0.748**	-0.698*	-0.696*	-0.073	-0.108
DPF			0.985**	-0.046	0.304	0.930**	0.957**	0.957**	0.033	0.024
DEF				-0.083	0.240	0.948**	0.977**	0.977**	0.074	0.018
FF					0.141	-0.059	-0.017	-0.009	0.322	-0.205
GB						0.175	0.286	0.294	0.175	-0.302
GM							0.913**	0.910**	-0.053	0.101
PPF								0.999**	0.159	0.017
VF									0.165	-0.011
pH										-0.112

REN = Rendimiento Total/planta (kg); NFP= Numero de fruto por planta; DPF= Diámetro polar del fruto; DEF= Diámetro ecuatorial del fruto; FF= Firmeza; GB= Grados brix; GM= Grosor de mesocarpio; PPF= Peso por fruto; VF= Volumen del fruto; pH= Potencial de hidrogeno; DF = Densidad de fruto; *,** Significación estadística en los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.

4.5. Análisis de Sendero en Tetraploides de Tomate de Cáscara

Como la correlación entre variables bajo estudio es diferente en diploides y tetraploides de tomate de cáscara se realizó un análisis de sendero a fin de determinar los efectos directos y efectos indirectos de las diferentes variables bajo estudio sobre la variable dependiente que es el rendimiento. El Cuadro 4.3 muestra que en los tetraploides, el número de frutos por planta tiene un efecto directo de 0.7806 sobre el rendimiento de fruto, resultando la variable que más contribuye al rendimiento, otras variables con efectos directos importantes hacia el rendimiento de fruto fueron el diámetro ecuatorial de fruto (0.4148), volumen de fruto (0.2820) y grosor de mesocarpio (0.1301). Sin embargo, también se observaron contribuciones indirectas importantes hacia el rendimiento de fruto, una de ellas es el efecto indirecto del diámetro ecuatorial de fruto a través del diámetro polar de fruto (0.3621), otros efectos indirectos sobre el rendimiento son el del número de frutos por planta (0.2568) y el del volumen de fruto (0.2357) a través del diámetro ecuatorial de fruto. El diámetro ecuatorial de fruto tuvo un efecto indirecto de 0.2576 hacia rendimiento, a través del grosor de mesocarpio. El número de frutos por planta y diámetro ecuatorial de fruto tuvieron efectos indirectos a través de peso promedio de fruto de 0.3380 y 0.3530 respectivamente, hacia la variable rendimiento. Estas mismas variables tuvieron efectos indirectos importantes hacia el rendimiento pero fue a través del volumen de fruto.

Las variables diámetro polar de fruto, peso promedio de fruto y pH tuvieron efectos directos negativos, indicando que dichas variables no contribuyen a la variable rendimiento de fruto o su contribución directa es negativa.

El peso promedio de fruto presentó un efecto directo negativo hacia rendimiento (-0.2045), mientras que la correlación entre estas variables fue significativa y positiva ($r = 0.652$). Lo antes expuesto indica que el análisis de sendero permite conocer más claramente la interacción entre la variable dependiente que es el rendimiento de fruto y las variables aportantes a esta variable de importancia económica.

4.6. Análisis de Sendero en Diploides de Tomate de Cáscara

En el Cuadro 4.4 se muestra que el número de frutos por planta tuvo un efecto directo de 0.8556 sobre el rendimiento de fruto, el efecto directo de diámetro polar de fruto sobre el rendimiento fue de 0.7444, mientras que el efecto directo del peso promedio de fruto sobre el rendimiento fue de 0.6671, otros efectos directos observados fueron los de diámetro ecuatorial del fruto (0.2686) y firmeza de fruto (0.2082). De lo antes citado se puede concluir que el NFP, DPF y PPF son las variables que mayor aportación tienen al rendimiento de fruto en los diploides de tomate de cáscara, mientras que en los tetraploides son el NFP y DEF, concluyendo que la modificación en el nivel de ploidía modifica la importancia que tienen las variables de tomate de cáscara sobre el rendimiento de fruto.

Aunque el análisis de correlación entre número de frutos por planta y rendimiento mostró un coeficiente $r = -0.218$, este coeficiente negativo es consecuencia de los efectos indirectos negativos, ya que el efecto directo real es positivo y es de 0.7806, sin embargo, el diámetro polar de fruto y peso promedio de fruto tienen efectos indirectos negativos de -0.5560 y -0.4656 hacia rendimiento, pero a través de número de frutos por planta.

La correlación observada entre rendimiento de fruto y variables como firmeza de fruto, grados Brix, pH y densidad de fruto fue muy baja y los efectos directos de éstas variables sobre el rendimiento también se puede observar que son bajos, por lo tanto, estas variables no deben ser considerados como criterios de selección, ya que sus efectos directos tanto en diploides como en tetraploides no son significativos. Mientras que el resto de las variables si tienen efectos directos o indirectos sobre el rendimiento de fruto en diploides y tetraploides de tomate de cáscara.

Cuadro 4.3. Efectos directos e indirectos de diferentes variables sobre el rendimiento de fruto en tomate de cáscara tetraploide estudiado en Saltillo, Coahuila, 2012.

Carácter	NFP	DPF	DEF	FF	GB	GM	PPF	VF	pH	DF	REN
NFP	0.7806	-0.0396	0.1365	0.0003	-0.0028	0.0203	-0.0886	0.1334	0.0124	-0.0175	0.935
DPF	0.1678	-0.1840	0.3621	0.0013	0.0016	0.0598	-0.1403	0.1714	-0.0229	0.0111	0.428
DEF	0.2568	-0.1606	0.4148	0.0030	-0.0017	0.0808	-0.1740	0.2357	-0.0627	-0.0100	0.582
FF	-0.0078	0.0077	-0.0402	-0.0306	-0.0008	-0.0297	0.0237	-0.0279	0.0842	0.0004	-0.021
GB	0.1522	0.0202	0.0485	-0.0017	-0.0144	0.0564	-0.0178	0.0364	-0.0519	-0.0120	0.216
GM	0.1218	-0.0846	0.2576	0.0070	-0.0063	0.1301	-0.1258	0.1641	-0.1363	-0.0015	0.326
PPF	0.3380	-0.1262	0.3530	0.0036	-0.0013	0.0800	-0.2045	0.2755	-0.0535	-0.0126	0.652
VF	0.3602	-0.1118	0.3467	0.0030	-0.0019	0.0757	-0.1998	0.2820	-0.0584	-0.0247	0.680
pH	-0.0492	-0.0213	0.1319	0.0131	-0.0038	0.0899	-0.0554	0.0835	-0.1972	-0.0113	-0.020
DF	-0.2233	-0.0333	-0.0676	-0.0002	0.0028	-0.0033	0.0419	-0.1139	0.0365	0.0613	-0.299

Residual E: 0.1534

REN = Rendimiento Total/planta (kg); NFP= Numero de fruto por planta; DPF= Diámetro polar del fruto; DEF= Diámetro ecuatorial del fruto; FF= Firmeza; GB= Grados brix; GM= Grosor de mesocarpio; PPF= Peso por fruto; VF= Volumen del fruto; pH= Potencial de hidrogeno; DF = Densidad de fruto; *,** Significación estadística en los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente.

Cuadro 4.4. Efectos directos e indirectos de diferentes variables sobre el rendimiento de fruto en tomate de cáscara diploide estudiado en Saltillo, Coahuila, 2012.

Carácter	NFP	DPF	DEF	FF	GB	GM	PPF	VF	pH	DF	REN
NFP	<u>0.8556</u>	-0.5560	-0.1947	-0.0217	-0.0178	0.0449	-0.4656	0.1265	0.0111	-0.0003	-0.218
DPF	-0.6391	<u>0.7444</u>	0.2646	-0.0096	0.0111	-0.0558	0.6384	-0.1740	-0.0050	0.0001	0.775
DEF	-0.6203	0.7332	<u>0.2686</u>	-0.0173	0.0088	-0.0569	0.6517	-0.1776	-0.0113	0.0001	0.799
FF	-0.0890	-0.0342	-0.0223	<u>0.2082</u>	0.0052	0.0035	-0.0113	0.0016	-0.0491	-0.0006	0.012
GB	-0.4150	0.2263	0.0645	0.0294	<u>0.0366</u>	-0.0105	0.1908	-0.0534	-0.0267	-0.0009	0.041
GM	-0.6400	0.6923	0.2546	-0.0123	0.0064	<u>-0.0600</u>	0.6090	-0.1654	0.0081	0.0003	0.693
PPF	-0.5972	0.7124	0.2624	-0.0035	0.0105	-0.0548	<u>0.6671</u>	-0.1816	-0.0242	0.0001	0.791
VF	-0.5955	0.7124	0.2624	-0.0019	0.0108	-0.0546	0.6664	<u>-0.1818</u>	-0.0251	-0.0000	0.793
pH	-0.0625	0.0246	0.0199	0.0670	0.0064	0.0032	0.1061	-0.0300	<u>-0.1523</u>	-0.0003	-0.018
DF	-0.0924	0.0179	0.0048	-0.0427	-0.0111	-0.0061	0.0113	0.0020	0.0171	<u>0.0031</u>	-0.096

Residual E: 0.2282

REN = Rendimiento Total/planta (kg); NFP= Numero de fruto por planta; DPF= Diámetro polar del fruto; DEF= Diámetro ecuatorial del fruto; FF= Firmeza; GB= Grados brix; GM= Grosor de mesocarpio; PPF= Peso por fruto; VF= Volumen del fruto; pH= Potencial de hidrogeno; DF = Densidad de fruto; *,** Significación estadística en los niveles de probabilidad de 0.05 y 0.01 respectivamente. Residual = 0.2282.

V. CONCLUSIONES

Todos los genotipos bajo estudio, diploides y tetraploides tuvieron rendimientos superiores al rendimiento medio nacional.

El genotipo Coloso (Resultado de un proceso de selección) y Gran esmeralda (“híbrido” comercial) fueron los que presentaron los más altos rendimientos de fruto.

El incremento en el nivel de ploidia modifica la interacción o correlación entre variables en el tomate de cáscara.

La magnitud de los efectos directos de diferentes variables cambia con el nivel de ploidia (diploides y teraploides) en el tomate de cáscara.

Las variables firmeza de fruto, grados Brix, pH y densidad de fruto no tienen correlaciones significativas con rendimiento, así mismo los efectos directos de éstas variables sobre rendimiento de fruto son bajos o negativos, por lo tanto no se recomienda su utilización como criterio de selección para obtener variedades rendidoras.

LITERATURA CITADA

- Abbott L., A.; Pistorale S., M. y O. S. Filippini. 2007. Análisis de coeficientes de sendero para el rendimiento de semillas en *Bromus catharticus*. Cienc. Inv. Agr. 34(2): 141-149.
- Alvarado V., P. y H. Castillo G. 2003. Acolchado de suelo mediante filmes de polietileno. Revista el Agroeconómico de la Fundación Chile.
- Arriaga R., M., C.; Sánchez M., J.; Jiménez P., C.; Hernández G., J.; Cuevas C., H.; Padilla J., M.; Arellano R., L., J.; Sandoval I., E.; Gómez C., S., C.; y M. E. Gómez M. 2006. Determinación de la composición química de la semilla del tomate de cáscara (*Physalis Philadelphica* Lam., Solanaceae), de veinte localidades de Ixtlahuacan del río y cuquio. Avances en la investigación científica en el CUCBA. ISBN 970-27-1045-6.
- Ayala P., J., P.; Peña L., A. y J. Mulato B. 1992. Caracterización de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo México.
- Barreiro P. y M. Ruíz A. 1996. Propiedades mecánicas y calidad de frutos. ETSIA. Departamento Ingeniería Rural. Madrid.
- Cortes M., J. y A. Martínez R. 1996. El uso de métodos estadísticos para estudiar variables latentes. Editorial Herder S.A. Barcelona. ISBN 84-254-1991-3.
- Cubero J., I. 2003. Introducción a la mejora genética vegetal. 2ª edición. Mundi Prensa. ETSIAM, Universidad de Córdoba, España.
- Espitia C., M., M.; Armendariz T., H. y J. Cadena T. 2008. Correlaciones y análisis de sendero en algodón (*Gossypium hirsutum* L.) en el Caribe colombiano. Revista Facultad Nacional de Agronomía. 61(1): 4325-4335.
- García L., A. 2007. Análisis de sendero y correlación en el cultivo de chile ancho (*Capsicum annum* var. Grossum). Tesis. Maestro en ciencias en horticultura.

- Gar O.; Sargent D., J.; Ching J., T.; Pleban T.; Shalev G.; Byrne H., D. and D. Zamir. 2011. An autotetraploid Linkage Map of Rose (rose hybrid) validated using the strawberry (*Fragaria vesca*) Genome sequence. Najib M. El Sayed, the University of Maryland, USA.
- Güemes G., M., J. Palacios A., A. Ramírez R., S. García P., F. Salazar P., A. y K. Inoue. 2001. Guía para cultivar el tomate de cáscara en el estado de Morelos. Investigadores del Programa de Hortalizas del Campo Experimental "Zacatepec". SAGAR, INIFAP, CIRCE.
- Guerra H., M. 1997. Evaluación de genotipos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), considerando criterios fisiológicos, fenológicos y de rendimiento, bajo condiciones de alta temperatura, en invernadero. Tesis. Maestro en Ciencias en Fitomejoramiento, Saltillo, Coahuila.
- Imaroca. 2009. Aneuploidias y poliploidias. Disponible en línea <http://biogenetica-imaroca.blogspot.mx/2009/12/poliploidia.html>.
- Inzunza C., J., F.; García V., A.; Carballo C., A.; y A. Peña L. 1999. Viabilidad, tamaño del polen y de la semilla en genotipos de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Agricultura Técnica en México. 25(1): 69-77.
- Jiménez G., R.; Domínguez R., R. y A. Peña L. 1992. Plagas insectiles del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. Revista Chapingo. ISSN 0186-3231.
- Lagos T., C. Caetano C., M. Alirio V., F. Muñoz J., E. Criollo H. y C. Olaya. 2005. Caracterización palinológica y viabilidad polínica de *Physalis peruviana* L. y *Physalis philadelphica* Lam. Agronomía Colombiana, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. 23(1): 55-61.
- López L., R.; Arteaga R., R.; Vázquez P., M., A.; López C., I., L.; y I. Sánchez C. 2009. Producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) basado en laminas de riego y acolchado plástico. Revista Chapingo Serie Horticultura. 15(1): 83-89.
- Macías R., F., J. 1996. Propiedades físicas, estructurales y resistencia al daño mecánico del fruto de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en relación a variedades, corte y periodo de almacenamiento. Revista Chapingo Serie Horticultura. 2(2): 147-151.
- Magaña B., W. y M. T. Colinas L. 1997. Manejo postcosecha en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.): Efecto de cortes y empaques. Revista Chapingo Serie Horticultura. 3(2): 25-29.
- Márquez S., F. 1985. Genotécnia vegetal. Primera edición. Tomo I. AGT EDITOR, S.A.

- Orozco R., L., L. 2004. Caracterización agromorfológica de 36 accesiones de miltomate *Physalis philadelphica Lam.* En el municipio de Chimaltenango, Chimaltenango. Tesis, Facultad de agronomía, Universidad de San Carlos Guatemala.
- Ostle B. 1965. Estadística Aplicada. Primera edición. Editorial Limusa-Wiley, S. A. México. pp. 629.
- Peña L., A. 2001. Situación actual y Perspectivas de la producción y mejoramiento genético de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*) en México.
- Peña L., A. y S. F. Márquez. 1991. Mejoramiento genético de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*). Revista Chapingo. 15(71-72): 84:88.
- Peña L., A.; Molina G., J. D.; Cervantes S., T.; Márquez S., F.; Sahagún C., J.; y J. Ortiz C. 1998. Heterosis intervarietal en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*). Revista Chapingo Serie Horticultura. 4(1): 31-37.
- Peña L., A.; Molina G., J., D.; Márquez S., F.; Sahagún C., J.; Ortiz C., J.; y T. Cervantes S. 2002. Respuestas estimadas y observadas de tres métodos de selección en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*). Revista Fitotecnia Mexicana. 25(2): 171-178.
- Peña L., A.; Molina G., J., D.; Ortiz C., J.; Cervantes S., T.; Márquez S., F. y Sahagún C., J. 1999. Heterosis intravarietal en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*) Revista Fitotecnia Mexicana. 22. 199-213.
- Peña L., A.; Molina G., J., D.; Sahagún C., J.; Ortiz C., J.; Márquez S., F.; Cervantes S., T.; y J. F. Santiaguillo H. 2007. Parámetros genéticos en la variedad CHF1 Chapingo de tomate de cáscara (*Physalis Ixocarpa Brot.*). Revista Chapingo Serie Horticultura. 14(1): 5-11.
- Pérez G., M.; Márquez S., F.; Sahagún C., J. y A. Peña L. 1994. Mejoramiento genético de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*): Selección y evaluación para concentración y precocidad de cosecha. Revista Chapingo Serie Horticultura. 2: 119-124.
- Pérez G., M.; Márquez S., F.; Sahagún C., J. y A. Peña L. 1992. Mejoramiento genético de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*): Selección y evaluación para concentración y precocidad de cosecha. Rev. Fit. Mex.
- Pérez M., L.; y J. Granados A. 2001. Fertilización nitro-fosfórica en tomate de cáscara *Physalis ixocarpa Brot.* De riego, en Irapuato, Gto., México. Acta Universitaria. 11 (1).

- Ramírez G., F.; Robledo T., V.; Escobedo B., L. y N. L. Portos G. 2007. Evaluación agronómica de tetraploides y diploides experimentales de tomate de cáscara. Departamento de Fitomejoramiento, UAAAN, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Reynoso W., L.; Solís N., V., G. y A. Fernández. 2005. Análisis preliminar del grado de diploidización de *Turnera Krapovickassi* Arbo autotetraploide (Turneraceae). Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina.
- Roque L., A.; Pedro A., R. y A. Peña L. 1995. Evaluación de herbicidas en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo Serie Horticultura. 4: 101-103.
- Sahagún C., J.; Gómez R., F.; y A. Peña L. 1998. Efectos de aptitud combinatoria en poblaciones de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Revista Chapingo Serie Horticultura. 5(1): 19-23.
- Sánchez M., J.; Padilla G., J., M.; Vargas P., O.; Bojórquez M., B., A.; Romero V., G.; Aguilar G., M.; y S. Padilla O. 2005. Colecta, caracterización, conservación y aprovechamiento del Tomate de Cáscara (*Physalis spp.*) y sus parientes cercanos en el occidente de México. Avances en la investigación Científica en el CUCBA. ISBN: 970-27-0770-6.
- Sánchez M., J.; Vargas P., O.; y P. Zamora T. 2008. Cultivo tradicional de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) una especie de tomatillo silvestre. Avances en la investigación científica en el CUCBA. ISBN: 978-607-00-2083-4.
- Santiaguillo H., J., F.; Cervantes S., T. y A. Peña L. 2004. Selección para el rendimiento y calidad de fruto de cruza planta x planta entre variedades de tomate de cáscara. Revista Fitotecnia Mexicana. 27(1): 85-91.
- Santiaguillo H., J., F.; Cervantes S., T.; Peña L., A.; Molina G., J., D. y J. Sahagún C. 2005. Polinización controlada en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). Revista Chapingo Serie Horticultura. 11(1): 67-71.
- Santiaguillo H., J., F.; Sahagún C., J.; Peña L., A.; y J. A. Cuevas S. 1996. Estabilidad del rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) I. Criterio de medidas de dispersión. Revista Chapingo Serie Horticultura. 2(2): 135-139.
- SARH. 1997. Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos. El cultivo del tomate de cáscara en el estado de Morelos. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

- SIAP. 2011. Producción Agrícola Anual. Secretaria de Información Agroalimentaria y Pesquera. Disponible en línea <http://www.siap.gob.mx>.
- Soldevilla C., S.; Peña L., A.; Solís M., F.; Vásquez R., T., R. y M. T. Colinas L. 1997. Aplicación radical de bióxido de carbono en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo Serie Horticultura. 3(2): 17-23.
- Soldevilla C., S.; Peña L., A.; Solís M., F.; Vásquez R., T., R.; y M. T. Colinas L. 2002. Aplicación al suelo de CO₂, uso de acolchados plásticos y sistemas de manejo en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo Serie Horticultura. 8(1): 25-38.
- Soto G.; Peña L., A.; Santiaguillo J., F.; Rodríguez J., E.; y A. Palacios. 1998. Resistencia a *Fusarium* sp. De 95 colectas de tomate de cáscara (*Physalis* spp.). Revista Chapingo Serie Horticultura. 4(1): 51-55.
- Valero C. y M. Ruíz A. 1996. Equipos de medida de calidad organoléptica en frutas. ETSIA UPM. Departamento Ingeniería Rural. Madrid.
- Zambrano J.; Moyeja S. y L. Pacheco. 1995. Efecto del estado de madurez en la composición y calidad de frutos de tomate. Agronomía tropical. 46(1): 61-72.

APÉNDICE

Cuadro A.1. Concentración de medias por genotipo, para cada una de las variables en estudio en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).

GENOTIPOS	Ton.ha ⁻¹	REN	NFP	DPF	DEF	FF	GB	GM	PPF	VF	pH	DF
GCT 2-38	31.222	1.499	63	29.74	41.66	4.346	6.2	4.88	29	29	4.04	1.02
GCT 2-15	50.749	2.436	90	29.14	42.91	4.141	6.5	5.18	32	32	4.23	1.00
GCT 8-27	30.694	1.473	70	27.37	38.98	4.616	6.1	4.68	26	26	4.21	1.01
GCT 2-33	46.131	2.214	86	29.69	41.75	4.504	6.1	4.89	30	31	4.09	0.99
GCT 2-113	32.763	1.573	68	28.96	41.37	3.771	6.3	5.29	29	28	4.57	1.01
GCT 2-107	38.027	1.825	69	30.12	43.89	4.185	6.2	5.12	33	33	4.33	1.01
COLOSO	77.408	3.716	76	39.89	52.45	4.529	6.0	4.21	61	61	3.95	0.99
P. ANGULAT	67.617	3.246	114	35.87	46.87	4.235	5.6	3.91	43	43	3.77	0.98
G. ESMERAL	81.165	3.896	84	39.10	49.98	4.880	6.0	4.14	55	55	3.79	0.99
M. TAMAZUL	42.881	2.058	130	28.81	35.74	4.856	5.7	2.93	20	20	3.90	0.98
RENDIDORA	46.805	2.247	63	36.78	46.71	4.568	5.9	4.03	44	44	3.79	0.99
PALMARITO	69.027	3.313	72	38.58	50.50	4.855	5.9	4.33	52	53	3.88	0.98

Rendimiento Ton·ha⁻¹; REN: Rendimiento total por planta; NFP: Número de frutos por planta; DPF: Diámetro polar del fruto; DEF: Diámetro ecuatorial del fruto; FF: Firmeza; GB: Grados brix; GM: Grosor de mesocarpio; PPF: Peso por fruto; VF: Volumen del fruto; pH: Potencial de hidrogeno; DF: Densidad de fruto.

Cuadro A.2. Rendimiento ton·ha⁻¹ en cada uno de los cortes para cada genotipo.

GENOTIPOS	Corte 1	Corte 2	Corte 3	Corte 4	TOTAL
GCT 2-38	2.396	12.604	11.499	4.708	31.207
GCT 2-15	2.979	22.957	17.124	7.687	50.747
GCT 8-27	2.354	7.833	12.208	8.312	30.706
GCT 2-33	2.604	14.666	21.707	7.166	46.143
GCT 2-113	3.291	14.916	10.708	3.854	32.769
GCT 2-107	4.354	8.333	17.374	7.958	38.018
COLOSO	22.749	18.561	28.665	7.416	77.391
P. ANGULATA	11.583	18.749	29.602	7.687	67.621
G. ESMERALD	16.770	25.519	30.915	7.979	81.182
M. TAMAZULA	14.291	12.937	12.166	3.479	42.872
RENDIDORA	4.771	9.791	24.207	8.020	46.789
PALMARITO	18.395	17.645	24.540	8.458	69.037