

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA

“ANTONIO NARRO”

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Inducción de Tetraploides en Tomate de Cáscara

(Physalis ixocarpa Brot.)

Por:

ERNESTO JIMÉNEZ SANTANA

TESIS

Presentada como Requisito Parcial para Obtener el Título de:

Ingeniero Agrónomo en Horticultura

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2006

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

Inducción de Tetraplóides en Tomate de Cáscara

(Physalis ixocarpa Brot.)

TESIS

Presentada por:

ERNESTO JIMÉNEZ SANTANA

**Que Somete a Consideración del H. Jurado Examinador Como
Requisito Parcial para Obtener el Título de:**

INGENIERO AGRÓNOMO EN HORTICULTURA

Aprobada por:

Dr. Valentín Robledo Torres
Presidente del jurado

M.C. Francisca Ramírez Godina
Sinodal

Ing. Elyn Bacópulos Téllez
Sinodal

Dr. Homero Ramírez Rodríguez
Sinodal

M.C. Arnoldo Oyervides García
Coordinador de la División de Agronomía

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
Diciembre de 2006**

DEDICATORIA

A Dios Nuestro Señor.

Por darme la oportunidad de vivir, por brindarme la dicha de tener unos padres ejemplares, hermanos, amigos, por darme el tiempo necesario para terminar mis estudios y demás bendiciones que he recibido durante mi vida, por eso y mucho más, mil gracias Dios.

A Mis Padres:

Pedro Jiménez Santana Y Paula Santana Terríquez.

Por todo el amor, apoyo, sacrificio y esfuerzo que siempre me han brindado para realizarme como persona y poder lograr mis metas, por ser las personas que son, que admiro, respeto, y por darme la oportunidad de ser su hijo. Gracias padres, que Dios los bendiga y me los guarde muchos años más.

A ti padre. Por inculcarme la sabiduría, responsabilidad, amor, disciplina, respeto y sobre todo por tus conocimientos que fueron cimientos para mi formación en la vida, por el amor y esfuerzo por hacer de mi una persona de bien, por sacarnos adelante a la familia y por darnos lo mejor de ti.

Gracias por ser mi padre. Te amo, tu hijo neto.

A ti madre. Por que has sido un ejemplo de superación para tus hijos, por tu gran apoyo moral, por tu amor y ternura, por tu gran esfuerzo e inculcarme el respeto, humildad y sencillez hacia las personas. Gracias por darme la vida y ser mi madre.

Te ama, Tu hijo neto.

A Mis Hermanos:

Ana Lilia Jiménez Santana

Adrián Jiménez Santana

Leticia Jiménez Santana

Yesenia Jiménez Santana

A ustedes con todo mi cariño, amor, a quienes respeto, por sus valores, enseñanzas y por la fortaleza que como familia nos une en los momentos de alegría y tristeza. Ojala que los lazos que nos unen como hermanos nada ni nadie los pueda romper.

Los quiero mucho, su hermano Ernesto.

A Mi Abuelos:

Sra. Florentina Castro Castro y José Jiménez Arenas(†)

y

Sra. Rebeca Terriquéz Moya y Candelario Santana.(†)

Gracias por todos sus consejos, plegarias, por su ejemplo de sencillez y humildad, por ser parte de mi formación haciendo de mi una persona de bien y por darme unos padres inigualables, que Dios los bendiga hoy y siempre.

A mis amigos: Merlym Mariana, Chico, Ramón, Gera, Chuy, Charro, Juan, Renato, Oscar, Luís, Becky, Noé, Mariela, Diana, Titi, Mariano, Sergio, Mito, Leonel, Emilio, Paquillo, Nemorio, Tony, Octavio, China.

Gracias por lo momentos que compartimos y sobre todo por la amistad que hemos logrado y ojala perdure y que Dios los bendiga.

Este trabajo está dedicado fundamentalmente a todos ustedes, dignos de ejemplo, honradez, calidad humana y sencillez, que Dios bendiga a todos.

Ernesto Jiménez Santana

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (Nuestra “Alma Terra Mater”), por darme la oportunidad y otorgarme los conocimientos necesarios para mi formación profesional y poder llegar a cumplir un logro más en mi vida.

A todos mis maestros de la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” que me impartieron clases y supieron adentrar los conocimientos que sirvieron de base para lograr mi formación profesional. Muchas Gracias.

A mis Asesores: Dr. Valentín Robledo Torres, Mc. Francisca Ramírez Godina, Ing. Elyn Bacópulos Téllez, Dr. Homero Ramírez Rodríguez. T.L.Q. Norma Leticia Portos Gaona y Juan Manuel Ramírez. Que fueron pieza importante en este trabajo de investigación, en la realización y revisión. Gracias por su ayuda y amistad incondicional que me brindaron.

A Todos Mis Compañeros. Que compartieron aulas y sus conocimientos que fueron básicos para la culminación de mi carrera. Gracias por todos los momentos especiales.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	Página
DEDICATORIA-----	iii
AGRADECIMIENTOS-----	v
ÍNDICE GENERAL-----	vi
ÍNDICE DE CUADROS-----	ix
ÍNDICE DE FIGURAS-----	xi
RESUMEN-----	xii
INTRODUCCIÓN-----	1
OBJETIVO-----	3
HIPÓTESIS-----	3
REVISIÓN DE LITERATURA-----	4
Origen-----	4
Historia-----	4
Taxonomía-----	5
Descripción morfológica-----	5
Hábito de crecimiento-----	7
Composición química-----	7
Distribución natural de especies del género <i>Physalis</i> en México--	8
Mejoramiento genético-----	9
Fenología-----	11
Crecimiento y desarrollo-----	11
Floración-----	12
Polinización-----	12
Fructificación-----	13
Cosecha-----	13
Requerimientos edafoclimáticos-----	14
Temperatura-----	14
Humedad-----	14
Luminosidad-----	14

Suelo-----	15
Prácticas del cultivo-----	15
Densidad de siembra-----	15
Edad a transplante-----	15
Plagas del cultivo-----	16
Enfermedades del cultivo-----	17
Niveles de ploidía-----	18
Poliploidía-----	18
Euploidía-----	19
Aneuploidía-----	20
Importancia de los niveles de ploidía en plantas-----	21
Colchicina-----	23
MATERIALES Y MÉTODOS-----	25
Localización del área de estudio-----	25
Clima-----	25
Material genético-----	25
Descripción de tratamientos-----	26
Establecimiento del experimento-----	27
Siembra en cajas petri-----	27
Aplicación de colchicina-----	27
Siembra en charolas-----	27
Transplante-----	27
Fertilización-----	28
Riegos-----	28
Deshierbes-----	28
Control de plagas y enfermedades-----	28
Cosecha-----	30
Variables evaluadas-----	30
Rendimiento por planta-----	30
Frutos por planta-----	30
Diámetro ecuatorial-----	31
Diámetro polar-----	31
Preparaciones meióticas-----	31

Microfotografía-----	33
Análisis estadístico-----	33
RESULTADOS Y DISCUSIÓN-----	35
CONCLUSIÓN-----	43
LITERATURA CITADA-----	44

ÍNDICE DE CUADROS

	PÁG.
Cuadro 1. Composición química del fruto de tomate de cáscara -----	7
Cuadro 2. Distribución del género <i>Physalis</i> spp en México ----- -----	8
Cuadro 3. Principales variedades del tomate de cáscara en México -----	10
Cuadro 4. Principales plagas y productos químicos para su control en el cultivo de tomate de cáscara -----	16
Cuadro 5. Enfermedades de mayor importancia en el cultivo de tomate de cáscara, así como productos para su prevención -----	17
Cuadro 6. Tratamientos utilizados en el estudio de germinación de semillas de <i>Physalis ixocarpa</i> en niveles de colchicina, en Saltillo, Coahuila, 2006.-----	26
Cuadro 7. Solución Nutritiva para fertilización vía riego del estudio de <i>Physalis ixocarpa</i> en niveles de colchicina, en Saltillo, Coahuila, 2006. -----	29
Cuadro 8. Fertilización Vía Foliar (Fertridip 20-30-10) aplicado en el estudio <i>Physalis ixocarpa</i> con niveles de colchicina, en Saltillo, Coahuila, 2006 -----	29
Cuadro 9. Análisis de varianza aplicado a cuatro características de tomate de cáscara estimadas en diferentes genotipos y niveles de colchicina estudiados en Saltillo, Coahuila, 2006.-----	35
Cuadro.10. . Respuesta de cuatro variables al uso de cinco niveles de colchicina en el cultivo de tomate de cáscara en Saltillo, Coahuila, 2006.-----	36
Cuadro.11. Interacción de los genotipos de tomate de cáscara con los niveles de colchicina en la variable rendimiento por planta (gr), en Saltillo, Coahuila, 2006.-----	37

Cuadro.12. . Interacción de los genotipos de tomate de cáscara con los niveles de colchicina en la variable número de frutos por planta, en Saltillo, Coahuila, 2006.-----	37
Cuadro.13. Interacción de los genotipos de tomate de cáscara con los niveles de colchicina en la variable diámetro ecuatorial de fruto (mm), en Saltillo, Coahuila, 2006.-----	38
Cuadro 14. Interacción de los genotipos de tomate de cáscara con los niveles de colchicina en la variable diámetro polar de fruto (mm), en Saltillo, Coahuila, 2006-----	39
Cuadro 15. Cuadro comparativo de cuatro variables de tomates de cáscara diploides y tetraplóides estudiados en Saltillo, Coahuila, 2006-----	40

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁG.
Figura 1. Niveles de ploidía en tomate de cáscara : a) diploide en diacinesis $2n = 2x=24$, b) tetraploide en diacinesis $2n = 4x = 48$, c) diploide en telofase I $2n = 2x = 24$, d) tetraploide en telofase I $2n = 2x= 48$.-----	42

RESUMEN

Esta investigación se realizó en el Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Durante el periodo de Mayo a Diciembre del 2006. Se evaluaron 4 genotipos de Tomate de Cáscara (Physalis ixocarpa Brot.) y 5 concentraciones de colchicina (0.04, 0.08, 0.12, 0.16.y 0.20%. Se utilizó un diseño factorial con arreglo en bloques completamente al azar con 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron: Rendimiento por planta, frutos por planta, diámetro ecuatorial y diámetro polar.

En el muestreo realizado al azar en cada tratamiento y repetición se seleccionaron 35 plantas (Cuadro 15) de estas, resultaron 14 diploides y 21 tetraplóides, en dicho cuadro se muestra que la variable mas importante en la producción de cultivos, que es el rendimiento de frutos por planta, fue superior en los tetraplóides en un 70.92.% en comparación con los diploides, lo cual refleja la importancia que juega el nivel de ploidía en el incremento de algunas características de la planta, como tamaño de hojas, tamaño de flor y sobre todo rendimiento, obteniéndose un mayor rendimiento por planta a concentración de 0.04% de colchicina con 563 gr por planta y fue estadísticamente igual a la concentración de 0.08, 0.12 y 0.16%, pero diferente estadísticamente de la concentración de .20%.

INTRODUCCIÓN

Su consumo viene desde el tiempo de la cultura maya y más recientemente de los aztecas, donde ya era considerado como parte integral de la dieta de aquellos pueblos junto con el maíz, frijol y chile (Cárdenas, 1981).

El cultivo del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) en nuestro país, forma parte de la dieta diaria de la población y genera importantes fuentes de empleo en muchas zonas productoras, además contribuye a la entrada de divisas por concepto de exportación.

En la actualidad, es evidente la importancia que tiene esta especie (*Physalis ixocarpa* Brot.) dentro de la cocina y medicina tradicional mexicana, ya que se le atribuyen una gran cantidad de propiedades curativas (Hernández, 1946). Sin dejar de lado el aspecto culinario que históricamente se le ha dado, resultando insustituible en la elaboración de salsas para la preparación de platillos regionales (Hernández, 1946, Saray y Villanueva, 1978).

En México se cultiva en casi todos los estados, entre los que destacan; Sonora, Baja California, Morelos y San Luis Potosí, teniendo un rendimiento promedio nacional de 12.4 ton/ha. Actualmente el 20% de fruto y 80% de salsas de tomate de cáscara son exportadas a Estados Unidos, el resto es destinado al consumo nacional (García et al., 2002). Por su parte SAGARPA (2005) indica que en este año se cultivaron 49,106 hectáreas,

con una producción de 495,466 toneladas, y un rendimiento promedio de 11,334 toneladas por hectárea siendo Sinaloa, Nayarit, Sonora, México, Jalisco, Puebla, Michoacán e Hidalgo los estados con mayor producción.

A pesar de la gran importancia del cultivo, el rendimiento promedio nacional es bajo en relación con el potencial productivo que es alrededor de 40 ton/ha, sin embargo algunos de los factores que contribuyen a los bajos rendimientos, son; el clima, suelo, las condiciones nutricionales, biológicas, el uso de especies silvestres y genotipos con escasos proceso de mejoramiento genético.

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, con la finalidad de obtener un cultivar de alto rendimiento (Pérez et al. 1997). Actualmente hay variedades mejoradas como la variedad Rendidora, CHF1-Chapingo, Yorme, Súper Cerro Gordo, Verde Supremo, Orizaba, Súper Morado, Monarca y SRF x 24 San Juanito (Semillas Río Fuerte, 2004).

La investigación que se realiza en esta especie es aún escasa; particularmente la relacionada con el conocimiento del germoplasma existente en el país, métodos genotécnicos más apropiados para su fitomejoramiento y la obtención e incremento de variedades mejoradas. Como ya se ha mencionado, el rendimiento promedio nacional es bajo en relación con el potencial productivo del cultivo; aunado a lo anterior, en

México la calidad del producto en cuanto a color, sabor, tamaño y contenido bromatológico, en general no es considerada por los productores y comerciantes como una característica importante, no obstante que existen variedades nativas sobresalientes en este aspecto. Entre otras causas, el bajo rendimiento se debe a: uso de variedades de bajo potencial productivo; técnicas de producción ineficientes; producción de semilla de baja calidad física, fisiológica, genética (pureza varietal) y fitosanitaria; y a un control ineficiente de plagas y enfermedades. Por lo tanto los objetivos del presente trabajo fueron:

Obtener tetraplóides y/o alteraciones cromosómicas con la aplicación de colchicina y estudiar el comportamiento de los tetraplóides y su relación con rendimiento y variables agronómicas. Lo anterior bajo la hipótesis de que:

Es posible obtener tetraplóides o en su defecto alteraciones cromosómicas en el cultivo de tomate de cáscara, mediante el uso de colchicina y en el tomate de cáscara no existe relación entre el nivel de ploidía y rendimiento de fruto.

REVISION DE LITERATURA

Origen

La palabra tomate proviene del vocablo náhuatl “ayacachtomatl” de la etimología; ayacach (tli) = sonaja, cascabel y tomatl = tomate. Su nombre genérico en el idioma maya hace suponer que es originaria de América, muy probablemente de México. Se tienen evidencias de que crece en forma silvestre en la vertiente del pacífico, que va desde Guatemala hasta California (Cárdenas, 1981).

Los aztecas lo cultivaban entre sus milpas de maíz, aunque de forma muy rudimentaria, por lo que se cree que se desarrollaba en forma silvestre (Hernández 1949). También se le usa con fines curativos en forma de cataplasma contra úlceras (Pérez et al., 1997).

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

Historia

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), también llamado “tomate verde” o “tomate fresadilla” está incluido dentro del grupo de las hortalizas y pertenece a la familia Solanáceae (Pérez et al., 1997).

En el año 1932, se reportan 1,415 has cosechadas de tomate de cáscara, sin embargo a la fecha la superficie sembrada se ha incrementado de tal forma que para 2004, se cultivaron 60,514.38 has (SIACON, 2004).

En 1957, solo se cultivaba en México y Centro América, sin embargo, en la actualidad, países de Europa y Asia cuentan con germoplasma de la especie por lo que es posible que en otros países también sea cultivado (Peña y Márquez, 1990).

Taxonomía

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

Reino.....Vegetal

División.....Magnoliophyta

Clase.....Magnoliopsida

Subclase.....Dicotiledónea

Orden.....Solanales

Familia.....Solanaceae

Género.....Physalis

Especie.....Ixocarpa Brot

Descripción Morfológica

Raíz: En siembra directa es pivotante y en método de trasplante es fibrosa. (Fernández et al., 1982).

Tallo: Vigoroso, herbáceo. Su altura varía de 0.4 a 0.9 metros, el diámetro del tallo principal es de 12 mm a los 56 días aproximadamente. (Saray, 1977).

Hojas: Son compuestas, alternas, simples sin estipulas; grandes y ovaladas, de 5-11cm de largo por 4-6cm de ancho, con base atenuada y ápice acuminado, con márgenes irregularmente dentados, pecíolos son de 5 a 6 cm de largo (Saray, 1977).

Flores: Individuales y axilares, grandes de color amarillo, con un diámetro de apertura de 2.5 cm, en promedio, asimétrica en la base, ovario súpero con pistilo ligeramente corto de estigma pequeño. (Saray y Loya, 1978).

Fruto: Baya de color amarillo a verde al madurar, alcanzando hasta el color morado. Su tamaño varía de 2 a 5.5 cm de diámetro. (Saray, 1977).

Semillas: Pequeñas y de color crema pálido, forma de disco con diámetro menor de 3 mm y espesor menor de 0.5 mm, testa lisa, un fruto contiene aprox. 300 semillas (Saray y Loya, 1978).

Hábito de Crecimiento

Tipo erecto: De aspecto arbustivo. Originado por el crecimiento vertical de los tallos. Presenta la desventaja que se doblan y/o rajan con el peso de los frutos (Saray, 1977).

Tipo rastrero: Se caracteriza porque generalmente no alcanza altura de 30cm, ya que conforme se va desarrollando la planta, los tallos se extienden sobre la superficie del suelo hasta un metro de tallo principal (Saray, 1977).

Tipo semirastrero: 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 30cm, pero no más de 80cm (Saray, 1977).

Composición Química del Fruto

El fruto contiene sales de hierro, calcio, fósforo y varias vitaminas, sobresaliendo la vitamina C (Cuadro 1) y otros minerales (Saray, 1982).

Cuadro 1. Composición química del fruto de tomate de cáscara.

Análisis general	%	Vitamina	Mg	Minerales	mg
Humedad	93.30	Tiamina	0.06	Calcio	22.0
Cenizas	0.44	Riboflavina	0.05	Fósforo	11.0
Proteínas	0.75	Niacina	2.22	Hierro	2.9
Extracto etéreo	0.60	Ac. Ascórbico	46.00		
Fibra cruda	1.33				
Carbohidratos totales asimilables	3.58				

Fuente: Saray, 1982.

Distribución Natural de Especies del Género *Physalis* spp. en México

En México se encuentra una amplia variabilidad genética en el género *Physalis*, con poblaciones en diversos estados evolutivos, con diferencias en hábito de crecimiento, en el grado de tolerancia al ataque de plagas y enfermedades, frutos de diferente forma, tamaño y color.

México es considerado como uno de los centros más importantes de diversidad genética vegetal en el mundo, dentro de esta diversidad se tiene la diversidad de *Physalis*, como se muestra en el Cuadro 2 (Santiaguillo et al., 1997).

Cuadro 2. Distribución del género *Physalis* spp. en México.

Especie	Estado de colecta
<i>P. acutifolia</i> (M) S	Tabasco y Sinaloa
<i>P. amphitrichal</i> (B) S	Querétaro
<i>P. angulata</i> L	Jalisco, Guanajuato, Tabasco, Colima y Durango.
<i>P. arborencens</i> L	Veracruz y Querétaro
<i>P. campanula</i> S.	Hidalgo
<i>P. chenopodifolia</i> M	Tlaxcala, México, Distrito Federal, y Guanajuato
<i>P. cineracens</i> (D) H	Jalisco, Yucatán, Aguascalientes y Guanajuato
<i>P. constricta</i> W	Hidalgo
<i>P. cordata</i> M	San Luis Potosí, Jalisco y Zacatecas
<i>P. crassifolia</i> B	Sonora
<i>P. filipendula</i> B	Sonora
<i>P. foetens</i> P	Tlaxcala, México, Hidalgo y San Luis Potosí
<i>P. glutinosa</i> S	Durango e Hidalgo
<i>P. gracilis</i> M	Veracruz, Tabasco e Hidalgo
<i>P. greemii</i> V.R	Chihuahua y Michoacán
<i>P. heredifolia</i> A.G	Chihuahua y Zacatecas
<i>P. ixocarpa</i> B	Puebla
<i>P. lagascea</i> R y S	Morelos, Jalisco y Tabasco
<i>P. lanceolata</i> M	Chihuahua
<i>P. máxima</i> M	Oaxaca y Jalisco
<i>P. melonocystis</i>	Tabasco
<i>P. mollis</i> N	Zacatecas

Cuadro 2. Distribución del género *Physalis* spp. en México.

<i>P. nicandres</i> S	Jalisco, Michoacán, Sinaloa y Guanajuato
<i>P. orizabae</i> O	México, Tamaulipas, Veracruz, Tlaxcala y Chiapas.
<i>P. phyladelphica</i> L	Méx., Ver., Gto., D.F., Tlax., Chis., Oax, y Coah.
<i>P. pringlei</i> G	Michoacán
<i>P. pubescens</i> L	Veracruz, Yucatán, Guerrero y Oaxaca
<i>P. sordida</i> F	Hidalgo, Guanajuato, Coahuila y Nuevo León
<i>P. stapeloides</i> (R) B	Distrito Federal, México, Michoacán, Puebla y Guerrero.
<i>P. subulata</i> R	Tabasco
<i>P. sulphurea</i> (F) W	Distrito Federal, y Michoacán
<i>P. virginiana</i> M	San Luis Potosí, Chihuahua y Jalisco
<i>P. viscosa</i>	San Luis Potosí, Guanajuato y Nuevo León
<i>P. vololubilis</i> M	Michoacán
<i>P. wrighti</i>	Sonora

Fuente: Santiaguillo, 1994.

Mejoramiento Genético

En México existe una gran variabilidad genética en tomate de cáscara. Actualmente se reconocen al menos ocho razas: Silvestre, Milpero, Arandas, Tamazula, Manzano, Rendidora, Salamanca y Puebla. Cuadro 3 (Peña *et al.*, 1992; Peña y Santiaguillo, 1999), distribuidas prácticamente en todo el país en altitudes que van desde los 8 hasta los 3,350 msnm (Santiaguillo *et al.*, 1994), siendo las más importantes Rendidora, Salamanca y Tamazula (Peña y Márquez, 1990), aunque en los últimos años la raza Puebla ha cobrado gran importancia, debido principalmente a que sus frutos son grandes, siendo muy atractivos tanto para el mercado nacional como para la exportación.

Cuadro 3. Principales variedades del tomate de cáscara en México.

Características de las diferentes variedades					
Variedad	Habito de crecimiento	Ciclo	Poten. De Rendimiento	Tamaño de fruto	Color del fruto
Imperial	Semierecto	Precoz	Muy rendidora	Mediano firme	Verde morado
Rendidora	Rastrero	Precoz	Muy rendidora	Mediano firme	Verde limón
Salamanca	Erecto	Tardío	Rendidora	Poco grande	Verde intenso
Tamazula	Erecto	Precoz	Rendidora	Med. Grande	Morado
Puebla verde	Rastrero a semirastrero	Precoz	Rendidora	Grande	Verde con nerv. Moradas
Manzano	Rastrero a semirastrero	Tardío	Rendidora	Grande	Anaranjado verde
Arandas	Erecto	Precoz	Poco rendidora	Mediano a pequeño firme	Verde a morado
Milpero cultivado	Rastrero a erecto	Tardío	Muy poco Rendidora	Peq. Mucho muy firme	Verde a morado
Milpero no cultivado	Rastrero a semirastrero	Tardío	Muy poco Rendidora	Muy peq. Mucho muy firme	Verde amarillo, morado
Sf1 Chapingo	Rastrero a semirastrero	Muy Precoz	Mucho muy rendidora	Mediano firme	Verde limón

Fuente: Santiaguillo y Peña, 1997.

La especie *ixocarpa* es autoincompatible (Pandey, 1957), siendo la selección masal, familiar de medios hermanos y combinada de medios hermanos los métodos genotécnicos de selección más apropiados para su mejoramiento (Peña y Márquez, 1990); sin embargo, la formación de híbridos mediante el uso de líneas dihaploides obtenidas por cultivo de anteras tiene un gran potencial (Peña, 1994). Su mejoramiento genético en

México ha sido limitado, existiendo a la fecha sólo dos variedades mejoradas (Rendidora y CHFI-Chapingo), aunque existen numerosas variedades nativas que los propios productores usan y conservan y otras que las compañías semilleras han incrementado y comercializado (Saray *et al.*, 1978; Peña, 1998).

La hibridación representa algunos problemas, debido a la autoincompatibilidad, aunque es posible obtener híbridos sobresalientes cruzando progenitores derivados de variedades de las razas Puebla y Rendidora, pues entre estas razas se ha encontrado la mayor heterosis y se han obtenido híbridos planta a planta que superan al mejor progenitor (Peña, 1998; Peña y Santiaguillo, 2000; Santiaguillo, 2001).

Fenología

Crecimiento y Desarrollo

Es una planta herbácea anual, de 40 a 120 cm. de altura, con un ciclo de vida de 85 a 90 días desde la siembra a la senescencia; una vez que emerge la plántula inicia el crecimiento lento; aproximadamente 1 cm/día; posteriormente a los 24 días el crecimiento se acelera y se estabiliza aproximadamente a los 55 días, es cuando alcanza una altura cercana a los 90 cm; y a los 70 días llega a alcanzar poco más de 1 m y después empieza a envejecer hasta su muerte (Saray, 1977).

Floración

La diferenciación se inicia aproximadamente entre los 17 y 20 días después de la siembra; las primeras flores aparecen a los 28 o 30 días y continúan floreciendo hasta que la planta muere. Una vez que se inicia la floración se observa una gran producción de flores, de tal forma que a los 56 días se tienen 125 flores por planta. Las anteras no abren uniformemente, si no que normalmente pasan de dos a cuatro días entre la dehiscencia de la primera a la quinta antera. Un poco antes de que se inicie la dehiscencia, los filamentos se elongan considerablemente hasta llegar cerca del estigma. Después, la corola, estambres, estilo y estigma persisten en su posición original alrededor de una semana, para después caer (Saray, 1977).

Polinización

Se efectúa por medio de insectos, principalmente abejas; en esta planta no es posible la autofecundación, debido a la autoincompatibilidad gametofítica que presenta, la cual está dada por dos genes con múltiples álelos; comportándose entonces como una alógama obligada (polinización cruzada). Una vez que la flor ha sido polinizada se cierra y no vuelve a abrirse, luego comienza a marchitarse para en seguida caer (Pandey, 1958),

Fructificación

Se inicia a los 35 días después de la siembra, a los 45 días inicia una etapa llamada comúnmente cascabel, que es un fruto bien definido en peso y desarrollo. Inmediatamente después de que la corola cae, el ovario y el cáliz comienzan a elongarse, posteriormente este último comienza a envolver al fruto joven y se alarga a su máximo tamaño antes de que el fruto madure. Del total de las flores producidas por una planta sólo un 28 ó 30 % llegan a cosecharse en su madurez. Normalmente del cuajado de los frutos a la maduración de los mismos, transcurren aproximadamente 20 a 22 días; la producción comercial de una planta se tiene entre los cuatro y siete primeros entrenudos, pero con buen desarrollo de las plantas, se presentan frutos comerciales hasta en el décimo entrenudo (Saray, 1976, 1982).

Cosecha

El número de cortes varía de 4 a 6, se dice que el mayor tamaño de fruto de tomate de cáscara se obtiene en el primer corte, dependiendo del vigor y la "carga" de la planta. El corte inicial debe hacerse cuando hayan madurado los tres o cuatro primeros frutos en la mayoría de las plantas, lo cual ocurre generalmente de los 55 a 70 días después de la siembra (Peña y Márquez, 1990).

Requerimientos Edafoclimáticos

Temperatura

La temperatura óptima promedio es de 20 a 22°C . Su crecimiento vegetativo requiere de 22 a 25°C ; con temperaturas de 30°C el crecimiento disminuye y después de los 40°C puede cesar; en floración, temperaturas 30 a 32°C o mayores, pueden provocar deshidratación del tubo polínico, teniéndose consecuentemente una fertilización incompleta y presentándose frutos mal formados (Saray y Loya, 1977).

Humedad

Las etapas críticas son: germinación, emergencia, transplante y floración. Es necesario que el suelo tenga al menos un 60% de la capacidad de campo. En condiciones de sequía, el tomate tiende a emitir rápidamente flores, acelera la maduración de los frutos reduciéndose estos en número y tamaño, adquiriendo algunos de ellos un sabor ácido (Saray y Loya, 1977).

Luminosidad

La luz promueve la absorción foliar al estimular la apertura de los estomas y estimula 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).

Suelo

Este cultivo requiere de suelo arcilloso-arenoso, con disponibilidad de riego en regiones donde la precipitación no sea suficiente para el desarrollo del mismo: el pH puede variar de 5.0 a 7.0 (Saray y Loya, 1977).

Prácticas del Cultivo

Densidad de Siembra

Saray y Loya (1978), mencionan que para producción comercial, el mejor ancho de surco es de un metro y la mejor distancia entre plantas es 0.5 m, con 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, aunque se dejan tres a cuatro plantas por sitio.

Edad a transplante

Pérez (1991), menciona que se obtiene mayor altura de planta al trasplantarse entre 15 y 30 días, mayor número de flores, frutos, que en siembra directa.

Peña, et al. (1989), tratando de establecer la edad óptima para el transplante en el tomate de cáscara, evaluaron 6 edades de transplante (0,15, 22, 29, 36 y 46 días). Plantaron en surcos de 1 m y a 30 cm entre plantas. Concluyendo que los mejores rendimientos se obtuvieron al transplantar entre 15 y 29 días de edad.

Plagas del Cultivo

De acuerdo con el daño que ocasiona, el gusano del fruto *Heliothis Zea* (Boddie), es la plaga más importante con pérdidas de más del 80% de la producción, si no se tiene buen control. Como alternativa, podría usarse insecticidas, Cuadro 4 (Ramírez et al., 2001).

Cuadro 4. Principales plagas y productos químicos para su control en el cultivo de tomate de cáscara.

Plaga	Nombre Científico	Ingrediente Activo	Dosis Por Hectárea
Gusano del fruto	<i>Heliothis zea.</i> (Boddie)	Permetrina	0.4 a 0.6 l
Pulga saltona	<i>Epitrix cucumeris</i> (Harris)	Endosulfan	1 a 1.5 l
Diabrotica	<i>Diabrotica balteata</i> (Leconte)	Metomilo	0.3 k
Mosquita blanca	<i>Bemisia tabaci</i> (Genn)	Ometoato	0.5 a 0.7 l
Minador	<i>Leromyza pusilla</i> (Meig)	Permetrina	0.4 a 0.6 l
Gallina ciega	<i>Phyllophaga</i> spp	Diazinón	10 a 12 k
Pulgón	<i>Aphis</i> spp	Malatión	1 a 1.5 l
Gusano de alambre	<i>Ischiodanthus</i> spp	Triclorfon	40 a 60 k

Enfermedades del Cultivo

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es un cultivo que presenta una serie de enfermedades que se denominan “amarillamiento”. Los síntomas son causados principalmente por virus, hongos como *Fusarium spp*, falta de fertilización y presencia de ácaros (Cuadro 5). Las manifestaciones más comunes de dichos síntomas son mosaicos, deformaciones de hojas y tallos moteados, enanismo, necrosis y marchitamiento con diferente grado de severidad (Ramírez et al., 2001).

Cuadro 5. Enfermedades de mayor importancia en el cultivo de tomate de cáscara, así como productos para su prevención.

Enfermedad	Nombre Científico	Prevención	Dosis por Hectárea
Cenicilla polvorienta	Oidium spp	Scoper Mz Sultron	2 a 3 k ha ⁻¹
Pudrición apical del fruto	Phytium deberynum (Hesee)	Productos a base de cobre, Scoper MZ.	2 a 3 k ha ⁻¹
Virus Mosaico de la Alfalfa	Virus	<ul style="list-style-type: none"> ○ Producir semillas a partir de plantas sanas 	
Virus Mosaico del Tabaco	Virus	<ul style="list-style-type: none"> ○ Utilizar variedades mejoradas 	
Virus Mosaico del pepino	Virus	<ul style="list-style-type: none"> ○ Eliminación de plantas infestadas (quema) 	
Germinivirus	Virus	<ul style="list-style-type: none"> ○ Control de insectos 	
Virus de Marchitez	Virus	<ul style="list-style-type: none"> ○ Control de insectos 	
Manchado del Tomate	Virus	<ul style="list-style-type: none"> ○ Control de insectos vectores principalmente áfidos, trips y mosquita blanca. 	
Moteado amarillo del tomate de Cáscara	Virus del tipo ARN	<ul style="list-style-type: none"> ○ Rotación de cultivos 	

Niveles de Ploidía

Se reporta que las principales especies de tomate presentan un número cromosómico de $2n = 24$, aunque se encuentran otras de menor importancia con $2n = 48$ (Menzel, 1951).

En México son pocos los estudios citotaxonómicos en esta especie; un estudio realizado del cariotipo de las formas cultivadas y silvestres de tomate de cáscara, encontró que los conteos cromosómicos indican que es una especie diploide con $2n = 24$, cuyos cromosomas miden de 2 a 4 micras de longitud y sin diferencias visuales entre la forma cultivada y la silvestre (García, 1975-1976).

Poliploidía

Es un incremento del número de cromosomas característico del complemento diploide; por ejemplo, la no disyunción de los cromosomas en la meiosis lleva a la aparición de individuos ($4n$), los cuales estarán aislados reproductivamente de la especie, a pesar de poder reproducirse sexualmente.

La poliploidía se produce por irregularidades de la meiosis: en la primera división (profase), cuando los cromosomas homólogos se aparean en el proceso llamado sinapsis para formar tétradas, y no se separan durante la anafase I; esto origina una célula con todo el complemento cromosómico y la otra con ninguno, donde la primera pasa por la segunda

división meiótica y produce gametos diploides. Por lo tanto si este gameto se une con otro normal producirá un cigoto triploide (estéril). La poliplodía se divide en: Euploidía y aneuploidía.

Euploidía

Es la condición cromosómica de cada célula, tejido, órgano o individuo, que corresponde a la constitución numérica normal de la especie. La presentan 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). Se clasifica en:

Monoplóides. Organismo que contiene solo un complemento del juego básico de cromosomas de la especie, se expresa como n ó x .

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

Tetraplóides. 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.

Autotetraplóides. 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.

Alotetraplóides. Individuos que poseen cuatro juegos de cromosomas no homólogos ($4n$). Por lo general son fértiles, se forman al unirse dos gametos diploides de dos especies diferentes.

Aneuploidía

(Aneu=Impar; Ploidía=Unidad). Son organismos cuyo número de cromosomas no es múltiplo del número básico del grupo. Se dividen en:

Nulosómicos. Se presenta cuando un organismo ha perdido un par de cromosomas ($2n - 2$). Es mortal para los diploides; en poliplóides se pueden 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.

Monosómicos. Se presenta en organismos diploides cuando pierden un cromosoma de un par único ($2n - 1$). Se manifiesta con una alta mortalidad o reducción de la fertilidad.

Trisómico. Lo presentan individuos diploides que poseen un cromosoma extra ($2n+1$); es decir, uno de los pares de cromosomas tiene un miembro extra.

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

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

Importancia de los Niveles de Ploidía en Plantas

Imery (2001) analizó las características cromosómicas en los descendientes vegetativos de plantas de *Aloe vera* con tetraploidía completa y parcial inducida mediante la inmersión de rizomas en solución de colchicina. Los resultados cariológicos permitieron reconocer una completa estabilidad cromosómica en los descendientes de plantas tetraplóides, manteniéndose un cariotipo constante $2n=4x=28$ en todas las muestras analizadas, no observándose variaciones cromosómicas de naturaleza aneuplóide ni cambios estructurales atribuibles a los efectos de la colchicina o posibles accidentes celulares postratamiento en ambas generaciones.

Las semillas de 10 líneas diploides fueron tratadas con colchicina (0.2, 0.4 o 0.6 %) 2 veces por 3 días consecutivos hasta el surgimiento de hojas verdaderas. Las líneas de sandía respondieron diferente para cada

concentración de colchicina, mostrando una máxima mortalidad a concentración de 0.6 %. A concentración de 0.2 % se obtuvo el mayor número de poliploides. En plantas tetraplóides se observó una área foliar y tamaño de la flor mayor que en diploides (Jaskani et al., 2004)

Saravanan (2004) trabajó induciendo tetraplóides en *Gossypium arboreum* cv. DLSA 16, aplicando colchicina a 0.3 y 0.5 % por 12 h, a semillas, mostrando una brotación lenta, hojas grandes y color más intenso; excepto flores que se observaron más pequeñas. La floración se prolongó por un período más largo, una frecuencia más alta de bivalentes en metafase I, menos disyunción en anafase y un número variable de univalentes, trivalentes y cuadrivalentes dando un número más alto de tétradas normales e incremento en la fertilidad de polen.

Portaluppi et al. (2002) en su investigación trabajaron con la especie *H. martinezii* sumergiendo plántulas en solución acuosa de Colchicina al 0.02% durante 6,5 hs (pre-ensayo); al 0.05% durante 30 hs; al 0.1 % durante 24 hs; y un testigo: plántulas sin tratar, que se mantuvieron en inmersión en agua, esto fue cuando las raíces de las plántulas alcanzaron entre 0,5-1,5 cm de longitud y el tallo entre 1-1,5 cm. El número cromosómico se determinó a partir de ápices radicales provenientes de plántulas tratadas antes de los 10 meses de desarrollo y se repitió cuando las plantas alcanzaron 18 meses de vida. Los mismos se prepararon con colchicina al 0,2% durante 4 hs a 4°C, se fijaron en etanol absoluto: ácido acético glacial (3:1) y se tiñeron con colorante de Feulgen. Concluyó que la especie *H.*

martinezii no responde favorablemente a la inducción de poliploidía a las dosis estudiadas y se le puede considerar como una especie refractaria a la acción del alcaloide.

Beck et al., (2003) trabajando con la especie *Acacia mearnsi*, obtuvieron autotetraplóides escarificando semillas y dando tratamiento a diferentes concentraciones (0, 0.01, 0.03, 0.05, 0.07 y 0.1 %) de colchicina por periodos de exposición (6, 12, 24 y 48 h), enjuagó y germinó a 25 °C en oscuridad para inducir la duplicación cromosómica. Los tetraplóides fueron exitosamente inducidos a concentración de 0.01% y 6 h de exposición.

Colchicina

Cólquico, nombre común de una hierba bulbosa, originaria de Europa, y utilizada en jardinería; se llama también azafrán bastardo, y sigue un ciclo de floración poco común. En primavera, brotan del bulbo varias hojas grandes acintadas, más o menos erectas, que se yerguen hasta una altura que supera los 60 cm. Cuando las hojas caen en otoño, aparecen ramilletes de flores de color púrpura o blanco parecidas a las del croco. Con los estambres secos se fabrica un tinte y un aromatizante parecido al azafrán. El tuberobulbo contiene varios alcaloides venenosos, el más conocido es la colchicina (Encarta, 2006).

Clasificación científica: el cólquico se clasifica como *Colchicum autumnale*, perteneciente a la familia de las Liliáceas (Encarta 2006).

Ciertos productos químicos, llamados venenos mitóticos, interfieren en una de las fases de la mitosis, impidiendo la división nuclear pero no la escisión de los cromosomas. Los venenos más estudiados son la colchicina y el acenafteno (Salazar, 1971).

La profase tiene lugar normalmente, pero la ordenación del huso cromático y la emigración no se realizan. Como consecuencia dan lugar a células que doblan la dotación normal ($2n$) de cromosomas. Estas células con $4n$ cromosomas son llamados tetraplóides. Existen también células $3n$, $6n$, $8n$, etc., cromosomas, llamados triploides, hexaploides, octaploides, etc.

Las plantas constituidas por células poliploides son generalmente de mayor tamaño que las diploides; tienen hojas, flores, frutos, y semillas más grandes, y muchas veces son más resistentes a plagas y enfermedades.

Según (Avery y Jonson), la mejor concentración y duración para el tratamiento de una especie dada sólo puede determinarse mediante experimentación. Lo que podría matar a una especie puede no tener efecto en otra.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Área de Estudio

El presente trabajo se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental del Departamento de Horticultura de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, en Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. Durante el ciclo primavera –verano del 2006. Ubicado en las coordenadas 25°23' de latitud norte y 101°00' latitud este, del meridiano de Greenwich y una altitud de 1737 m.s.n.m.

Clima

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

Material Genético

El material genético utilizado en el presente estudio constó de 4 genotipos mejorados, con 4 repeticiones, fueron transplantedos en camas con acolchado plástico y riego por goteo.

Descripción de tratamientos

En esta investigación se utilizaron 5 concentraciones de Colchicina (.04%, .08%, .12%, .16% y .2%) con 4 genotipos (Sel. AN-4, Sel. AN-20, Sel. AN-40, Sel. AN-50) respectivamente. Siendo 20 tratamientos (Cuadro 6) con 4 repeticiones, con un total de 80 unidades experimentales, cada tratamiento constó de 15 plantas con una separación de .30 m y 1 m de separación entre surcos.

Cuadro 6. Tratamientos utilizados en el estudio de germinación de semillas de *Physalis ixocarpa* en niveles de colchicina, en Saltillo, Coahuila, 2006.

Tratamiento	Factor A Genotipo	Factor B Concentración (%)
1	Sel. AN-4	0.04
2	Sel. AN-4	0.08
3	Sel. AN-4	0.12
4	Sel. AN-4	0.16
5	Sel. AN-4	0.20
6	Sel. AN-20	0.04
7	Sel. AN-20	0.08
8	Sel. AN-20	0.12
9	Sel. AN-20	0.16
10	Sel. AN-20	0.20
11	Sel. AN-40	0.04
12	Sel. AN-40	0.08
13	Sel. AN-40	0.12
14	Sel. AN-40	0.16
15	Sel. AN-40	0.20
16	Sel. AN-50	0.04
17	Sel. AN-50	0.08
18	Sel. AN-50	0.12
19	Sel. AN-50	0.16
20	Sel. AN-50	0.20

Establecimiento del Experimento

Siembra en Cajas Petri

Se llevó a cabo el día 12 de mayo del 2006, en el laboratorio de cultivo de tejidos del Departamento de Horticultura, usando papel filtro y agua destilada.

Aplicación de Colchicina

El día 16 de mayo del 2006, se prepararon las 5 concentraciones de colchicina y se aplicó el alcaloide a las semillas en proceso de germinación (ya se tenía la brotación de la radícula) y se volvieron a cerrar las cajas petri. El tiempo de siembra a aplicación de colchicina fue para promover la germinación y que al momento de aplicar la colchicina se favoreciera la penetración de la misma y actuara sobre las células en división.

Siembra en charolas

Se realizó 24 horas después de que las plántulas permanecieron en la solución de colchicina.

Transplante

Se realizó el 18 de Junio, existió riego abundante antes del trasplante; así que no se tuvieron fallas en la plantación.

Fertilización

Se realizó por medio de fertirriego y foliarmente aplicándose como se muestra en las fechas de los cuadros 7 y 8. Con las cantidades mostradas en el Cuadro 7, se preparó una solución concentrada en un tonel de 600 litros de agua para distribuir los fertilizantes en el agua de riego.

Riegos

Los riegos fueron aplicados con cintilla y cada riego en promedio de 3-5 horas cada 2-3 días, esto se realizaba con la ayuda de una bomba de ½ caballo de fuerza.

Deshierbes

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

Control de Plagas y Enfermedades

Se aplicaron productos preventivos tales como Tecto 60 a razón de 1 ml/litro de agua, Dithane M-45 (Mancozeb), para minadores Agrosulfan 35 CE a razón de 3 ml/litro de agua o para otros problemas con insectos.

Cuadro 7. Solución Nutritiva para fertilización vía riego del estudio de *Physalis ixocarpa* en niveles de colchicina, en Saltillo, Coahuila, 2006.

Fechas de aplicación de los fertilizantes usados en tomate:

11 de Agosto; 18 de Agosto; 25 de Agosto; 01 Septiembre; 08 Septiembre y 15 Septiembre

Fertilizantes (gr) aplicados en cada ocasión en el cultivo de tomate.

Acido fosfórico al 85% para llevar el pH a 5.5

Sulfato de potasio	600	Sulfato de manganeso	3.0
Sulfato de magnesio	738	Sulfato de zinc	1.2
Nitrato de potasio	450	Sulfato de cobre	1.2
Nitrato de calcio	1560	Borax	6.0
Sulfato ferroso	30		

Cuadro 8. Fertilización Vía Foliar (Fertridip 20-30-10) aplicado en el estudio *Physalis ixocarpa* con niveles de colchicina, en Saltillo, Coahuila, 2006.

Fechas de aplicación de los fertilizantes usados en tomate:

09 de Agosto, 13 de Agosto, 21 de Agosto, 23 de Agosto, 30 de Agosto

La fertilización foliar fue a razón de 2 gr por litro de agua, la garantía de composición es la siguiente:

N Total	20%	Mg	532ppm
N Amoniacal	4.4%	Fe	1500ppm
N Amidico	15.6%	Zn	3500ppm
P Asimilable (P ₂ O ₅)	30%	Mn	400ppm
K Soluble (K ₂ O)	10%	Cu	200ppm
AC. Fúlvicos y Húmicos	2%	B	600ppm
Ca	80ppm	Mo	30ppm
S	3600ppm		

Cosecha

Se realizaron tres cortes como se indica a continuación: primero (18/08/06), segundo (01/09/06) y tercero (14/09/06).

Variables Evaluadas

Las variables evaluadas y la forma de medición se citan a continuación.

Rendimiento por planta (RPP)

Para esta variable, se pesó el total de frutos de cada una de las plantas por tratamiento o genotipo, posteriormente se obtuvo el peso promedio por planta, por tratamiento y por repetición, en cada uno de los cortes.

Frutos por Planta (FPP)

Para esta variable, se contó el total de frutos de cada una de las plantas por tratamiento o genotipo, posteriormente se obtuvo el número promedio por planta, por tratamiento y por repetición, en cada uno de los cortes.

Diámetro Ecuatorial (DEF)

Para esta variable, con la ayuda del vernier con escala en mm se midieron tres frutos con los cuales se obtuvo el diámetro ecuatorial promedio.

Diámetro Polar (DPF)

Para esta variable, con la ayuda del vernier con escala en mm se midieron tres frutos con los cuales se estimó el diámetro polar promedio.

Preparaciones Meióticas

Los datos de ploidía fueron tomados en el Laboratorio de Citogenética del Departamento de Fitomejoramiento de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

a) Obtención del Material. Los microsporocitos en desarrollo son células en las que se puede encontrar la división meiótica, en ocasiones es difícil seleccionar flores en estado apropiado de desarrollo donde pueda observarse la división meiótica. Flores inmaduras fueron colectadas de cada una de las plantas entre 10 AM y 11 AM. Ya que los factores ambientales como la temperatura y la humedad tienen gran influencia en la actividad metabólica de la planta, por lo que puede variar su período de división celular.

b) Fijación. Al colectarse las florecillas, se colocaron en pequeños frascos con fijador Farmer (75 por ciento de alcohol etílico y 25 por ciento de ácido acético) con la finalidad de matar instantáneamente el tejido y fijar las fases de la división celular sin que se deterioren los tejidos. Las florecillas permanecieron en fijador Farmer hasta su análisis.

c) Procedimiento. De las flores que se encontraban en fijador Farmer, se tomaron botones de diferentes tamaños y se colocaron sobre una caja Petri para enjuagarlas con agua destilada, se disectó un botón floral para extraerle las anteras, se colocaron en un porta objetos, se agregó una gota de colorante carmín propiónico. Con una aguja de disección curva se cortaron las anteras a la mitad y se aplastaron para liberar los microsporocitos y se quitaron los residuos de las envolturas de las anteras, se mantuvieron en reposo durante 2 minutos hasta que se colorearon.

Se colocó un cubreobjetos sobre los microsporocitos disueltos en la gota de colorante, se calentó la preparación con un mechero de alcohol y se presionó suavemente, sin movimientos laterales sobre un papel filtro en seguida se observó al microscopio, si el aplastado no fuese suficiente se vuelve a presionar, si los microsporocitos estaban sobre coloreados se agregaba una gota de ácido propiónico por los bordes del cubreobjeto y se volvía a presionar y a dar calor.

Esto se hace varias veces hasta que se obtiene una buena diferenciación de color entre los cromosomas y el citoplasma. Se eligieron

las mejores células en las diferentes fases de la meiosis donde se pudiera observar el nivel de ploidía, de las diferentes preparaciones, se tomaron alrededor de 10 microfotografías por cada material, donde se realizó el conteo de los cromosomas y se determinó el nivel de ploidía (Hernández, 1984).

Microfotografía

Después de la elaboración de las preparaciones. Las microfotografías son una herramienta de gran utilidad para imprimir en papel lo que estamos observando en el microscopio y facilitar su análisis.

Las fotografías se tomaron a color en un microscopio con cámara digital Pixera Viewfinder conectada a la computadora, verificándose la intensidad de luz y el contraste. Se tomaron las fotografías con 1000 aumentos.

Análisis Estadístico

En este trabajo de investigación se utilizó el diseño de bloques al azar con arreglo factorial donde el factor A, genotipos (g1, g2, g3, y g4) y factor B, las concentraciones de cochicina (c1,c2,c3,c4 y c5), los 20 tratamientos resultantes fueron establecidos en 4 repeticiones.

A los valores medios de las variables estimadas se les aplicó el análisis de varianza, considerado el modelo lineal aditivo siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + \rho_i + \alpha_j + \gamma_{ij} + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

La observación en el bloque i -ésimo de un diseño de bloques completos al azar, bajo el tratamiento j -ésimo de la unidad completa con el K -ésimo tratamiento de la subunidad. Sean $i = 1, \dots, r$ bloques, $J = 1, \dots, a =$ tratamientos de las unidades completas y $K = 1, \dots, b =$ tratamientos de subunidades. Sean γ_{ij} y ε_{ijk} que están distribuidos normal e independiente en torno a medias cero, con σ^2_γ como varianza común de los γ , es decir los componentes aleatorios de unidades enteras, y con σ^2_ε , es decir de los componentes aleatorios de subunidades.

Los datos se analizaron en el programa estadístico de la Universidad Autónoma de de Nuevo León, tanto el análisis de varianza como la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del análisis de varianza (ANVA) realizado a la variable rendimiento por planta, se puede indicar que sí se encontraron diferencias altamente significativas, indicando que por lo menos un genotipo se comportó de manera diferente a los tres restantes, sin embargo no se encontraron diferencias significativas para las variables frutos por planta, diámetro ecuatorial de fruto y diámetro polar de fruto indicando los valores medios de estas variables de los diferentes genotipos no difieren estadísticamente. El análisis antes citado se observó que las cuatro variables antes mencionadas sí mostraron diferencias altamente significativas a los niveles de colchicina estudiados (Cuadro 9).

Cuadro 9. Análisis de varianza aplicado a cuatro características de tomate de cáscara estimadas en diferentes genotipos y niveles de colchicina estudiados en saltillo, Coahuila, 2006.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	C u a d r a d o s M e d i o s			
		RPP	FPP	DEF	DPF
Repeticiones	3	1456140.0**	2967.1**	944.3**	654.7**
Factor A	3	59043.3*	118.0ns	2.6ns	2.6ns
Factor B	4	100646.5**	215.0**	117.0**	97.5**
Interacción AxB	12	131327.0**	220.1**	170.3**	122.4**
Error	57	21035.1	50.7	20.4	13.8
Total	79				
C.V. (%)		30.62	31.48	16.94	16.66

En el caso del rendimiento por planta el mayor rendimiento fue obtenido con la concentración de 0.04% de colchicina con 563 gr por planta y fue estadísticamente igual a la concentración de 0.08, 0.12 y 0.16%, pero diferente estadísticamente de la concentración de .20%. Respecto a la

variable frutos por planta, dado que sí se encontraron diferencias altamente significativas para el factor B o niveles de colchicina se encontró que con el nivel 1 se obtuvo el mayor número de frutos por planta con 25.98 frutos y de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.01$) esta concentración tuvo rendimientos estadísticamente iguales a los obtenidos con los niveles 0.4, 0.12 y 0.16%, pero diferente estadísticamente a los obtenidos con la concentración de 0.20% que fue la que presentó el menor valor (16.51 frutos). La variable diámetro ecuatorial si respondió de manera altamente significativa al factor B, de acuerdo a la prueba de Tukey ($\alpha=0.01$), encontrando que con el nivel de 0.04% fue con el que se obtuvo el mayor diámetro de fruto (28.84mm), valor estadísticamente igual a los diámetros obtenidos con el nivel de 0.08, 0.12 y 0.16%, pero fue estadísticamente diferente del diámetro obtenido con el 0.2% de colchicina. En el caso del diámetro polar la mayor respuesta o diámetro, fue observada con la concentración más baja de colchicina y fue estadísticamente igual a las concentraciones de 0.08, 0.12 y 0.16% de colchicina y estadísticamente diferente del diámetro obtenido con la concentración de 0.20% de colchicina.

Cuadro 10. Respuesta de cuatro variables al uso de cinco niveles de colchicina en el cultivo de tomate de cáscara en Saltillo, Coahuila, 2006.

Factor B Niveles de Colchicina (%)	Rendimiento por Planta (gr)	Frutos por Planta	Diámetro Ecuatorial (mm)	Diámetro Polar (mm)
0.04	563.02 A	25.98 A	28.84 A	26.33 A
0.08	514.71 AB	24.85 AB	27.83 A	25.19 A
0.12	497.37 AB	22.91 AB	27.68 A	23.54 A
0.16	435.26 AB	22.81 AB	26.93 AB	17.59 A
0.20	357.67 B	16.51 B	21.97 B	17.05 B

Valores medio con la misma letra en la columna indica que son estadísticamente iguales ($\alpha=0.01$).

En el análisis de varianza realizado las cuatro variables estudiadas mostraron diferencias altamente significativas a la interacción de AXB, indicando que los genotipos responden de manera diferencial a los niveles de colchicina estudiados, como se puede ver en el cuadro 11, donde el nivel de 0.08 % de colchicina contribuyó a tener los mejores rendimientos de fruto. En la variable frutos por planta (Cuadro 12) los genotipos se muestra que tuvieron una respuesta diferencial a los niveles de colchicina.

Cuadro 11. Interacción de los genotipos de tomate de cáscara con los niveles de colchicina en la variable rendimiento por planta (gr), en Saltillo, Coahuila, 2006.

Factor A Genotipos	Niveles de colchicina (%)				
	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20
Sel. AN-4	578.5 A	600.4 A	282.5 A	583.58A	437.16A
Sel. AN-20	845.1 A	450.1 B	458.12 B	179.66B	409.75B
Sel. AN-40	439.25A	461.0 A	402.5 A	470.83A	230.8 A
Sel. AN-50	389.16B	547.4 AB	846.37 ^a	506.9AB	352.9 B

Valores medio con la misma letra en la columna indica que son estadísticamente iguales (A=.0.01)

Cuadro 12. Interacción de los genotipos de tomate de cáscara con los niveles de colchicina en la variable número de frutos por planta, en Saltillo, Coahuila, 2006.

Factor A Genotipos	Niveles de colchicina (%)				
	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20
Sel. AN-4	30.00AB	26.85 AB	15.08 B	33.20 A	20.87 AB
Sel. AN-20	32.40 A	22.62 AB	22.37 AB	8.54 B	15.25 AB
Sel. AN-40	20.87 A	28.37 A	20.25 AB	23.12 AB	11.75 A
Sel. AN-50	16.12 B	26.09 AB	33.55 A	26.77 AB	18.17 AB

Valores medio con la misma letra en la columna indica que son estadísticamente iguales (A=.0.01)

En el cuadro 13 también es posible ver que algunos genotipos presentaron altos diámetros ecuatoriales en el nivel de 0.04% de colchicina, otros con el 0.08, o bien con 0.12 ó 0.16%, indicando que existe variabilidad entre los genotipos respecto al uso de colchicina. En relación al diámetro polar (cuadro 14) la concentración de colchicina que aparentemente tuvo mejor respuesta fue la de 0.16%. Aunque se conoce que la colchicina afecta el comportamiento del huso acromático durante la división celular, induciendo poliploidía, lo cual sí sucedió en el presente trabajo, es posible observar que los niveles de colchicina estudiados, también afectaron las cuatro variables estudiadas en esta investigación.

Cuadro 13. Interacción de los genotipos de tomate de cáscara con los niveles de colchicina en la variable diámetro ecuatorial de fruto (mm), en Saltillo, Coahuila, 2006.

Factor A Genotipos	Niveles de colchicina (%)				
	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20
Sel. AN-4	27.33AB	30.11 AB	20.61 B	31.59 A	21.57 AB
Sel. AN-20	36.07 A	23.91 BC	26.56 ABC	17.67 C	29.56 AB
Sel. AN-40	26.66AB	33.53 A	26.21 AB	29.54 AB	19.51 B
Sel. AN-50	21.27BC	27.80 ABC	37.35 A	28.91 AB	17.23 C

Valores medio con la misma letra en la columna indica que son estadísticamente iguales

(A=.0.01)

Cuadro 14. Interacción de los genotipos de tomate de cáscara con los niveles de colchicina en la variable diámetro polar de fruto (mm), en Saltillo, Coahuila, 2006.

Factor A Genotipos	Niveles de colchicina (%)				
	0.04	0.08	0.12	0.16	0.20
Sel. AN-4	23.54AB	25.19 AB	17.05 B	26.32 A	17.59 AB
Sel. AN-20	31.98A	19.61 B	21.07 B	15.02 B	23.45 AB
Sel. AN-40	22.34AB	27.05 A	22.52 AB	25.77 A	16.37 B
Sel. AN-50	18.13BC	23.29 ABC	31.36 A	24.49 AB	14.62 C

Valores medio con la misma letra en la columna indica que son estadísticamente iguales

(A=.0.01)

En un muestreo realizado al azar en cada tratamiento y repetición se seleccionaron 35 plantas (Cuadro 15) de éstas, resultaron 14 diploides y 21 tetraplóides, en dicho cuadro se muestra que la variable más importante en la producción de cultivos, que es el rendimiento de frutos por planta, fue superior en los tetraplóides en un 70.92% en comparación con los diploides, lo cual refleja la importancia que juega el nivel de ploidía en el incremento de algunas características de la planta, como tamaño de hojas, tamaño de flor y sobre todo rendimiento, coincidiendo con lo reportado por Jaskani et al., (2004) quienes reportan que en sandía tetraploide observó una área foliar y tamaño de flor mayor que en diploides.

Cuadro 15. Cuadro comparativo de cuatro variables de tomates de cáscara diploides y tetraploides estudiados en Saltillo, Coahuila, 2006.

<i>Planta</i>	<i>Genotipo</i>	<i>Colchicina (%)</i>	<i>Ploidía</i>	<i>Rend. Por planta (gr)</i>	<i>Frutos por planta</i>	<i>Diam. Ecuat. (mm)</i>	<i>Diam. Polar (mm)</i>
22	Sel. AN-4	0.16	Diploide	240.83	9.33	36.71	32.77
33	Sel. AN-40	0.08	Diploide	307.5	36.25	35.45	29.51
38	Sel. AN-50	0.04	Diploide	152.5	9	23.08	20.27
65	Sel. AN-4	0.20	Diploide	122.5	3.5	14.22	10.75
80	Sel. AN-4	0.16	Diploide	70	4	12.21	9.86
104	Sel. AN-40	0.20	Diploide	190	11	20.26	16.44
123	Sel. AN-4	0.16	Diploide	541.5	54.5	23.67	20.76
106	Sel. AN-20	0.20	Diploide	370	13	42.94	33.37
179	Sel. AN-40	0.16	Diploide	325	15.17	35.9	29.84
136	Sel. AN-50	0.04	Diploide	392.5	20	23.28	19.86
327	Sel. AN-50	0.04	Diploide	391.67	16	12.31	10.76
52	Sel. AN-50	0.08	Diploide	235	14	21.1	19.86
42	Sel. AN-4	0.12	Diploide	185	12.5	22.63	20.07
144	Sel. AN-4	0.12	Diploide	435.83	23.83	33.65	28.43
Media				282.845	17.291	25.529	21.610
17	Sel. AN-50	0.16	Tetraploide	875.83	35.08	37.23	33.14
26	Sel. AN-20	0.12	Tetraploide	155	7.5	25.8	19.23
50	Sel. AN-20	0.16	Tetraploide	65	5	10.57	8.94
92	Sel. AN-20	0.08	Tetraploide	355	17	23.1	20.96
89	Sel. AN-50	0.20	Tetraploide	95	7	10.72	9.22
74	Sel. AN-20	0.04	Tetraploide	577.71	22.54	35.22	31.12
111	Sel. AN-4	0.04	Tetraploide	452.5	25.5	23.01	19.51
128	Sel. AN-20	0.12	Tetraploide	215	12.5	21.34	17.13
118	Sel. AN-50	0.16	Tetraploide	140	9	22.21	17.95
131	Sel. AN-40	0.08	Tetraploide	255	12.17	26.36	19.68
147	Sel. AN-20	0.16	Tetraploide	136.67	6.67	11.6	9.73
170	Sel. AN-50	0.12	Tetraploide	590.83	26.83	35.86	29.3
182	Sel. AN-4	0.08	Tetraploide	425	16.5	23.72	20.04
218	Sel. AN-4	0.16	Tetraploide	760	31	25.86	22.23
205	Sel. AN-40	0.20	Tetraploide	35	2	11.33	9.95
332	Sel. AN-4	0.12	Tetraploide	440	21	13.33	9.66
368	Sel. AN-40	0.16	Tetraploide	605	36	32.48	31.24
210	Sel. AN-20	0.20	Tetraploide	250	10	38.16	29.49
175	Sel. AN-20	0.04	Tetraploide	228.75	10.75	32.76	28.8
78	Sel. AN-40	0.16	Tetraploide	70	4	12.21	9.86
361	Sel. AN-20	0.04	Tetraploide	1647.5	62	38.62	33.45
Media				398.800	18.097	24.357	20.506

En un muestreo realizado al azar dentro de cada una de las cuatro repeticiones y considerando todos los tratamientos, se encontró que la planta 106 correspondiente al genotipo Sel. AN-20 que recibió el nivel de colchicina 0.20% fue un diploide, esto demostrado en la microfotografía celular en diacinesis (Figura 1a), en la figura 1c se muestra una célula diploide en telofase de la meiosis I, donde se cuentan los doce cromosomas en cada polo de la célula, esta fotografía corresponde al genotipo Sel. AN-50 y nivel 0.04% de colchicina, en dicha foto se muestra que el genotipo no fue afectado por la colchicina aplicada, sin embargo en la Figura 1b se muestra que el genotipo Sel. AN-50 con un nivel de 0.12% de colchicina sí fue afectado en el nivel de ploidía, ya que esta microfotografía la célula se encuentra en diacinesis y muestra un número duplicado de cromosomas lo cual indica que este nivel de colchicina sí afectó el comportamiento del huso acromático generando una planta tetraploide. Como se observó también en la planta 118 cuya fotografía es en telofase de la meiosis 1, donde se muestran 48 cromosomas en el polo de la célula, comprobándose en este caso que el genotipo Sel. AN-50 con un nivel de colchicina de 0.16% fue afectado por la colchicina, formando un tetraploide. Así como estos casos se seleccionaron otras 30 plantas más en las cuales se identificaron diploides y tetraplóides con los diferentes niveles de colchicina aplicados.

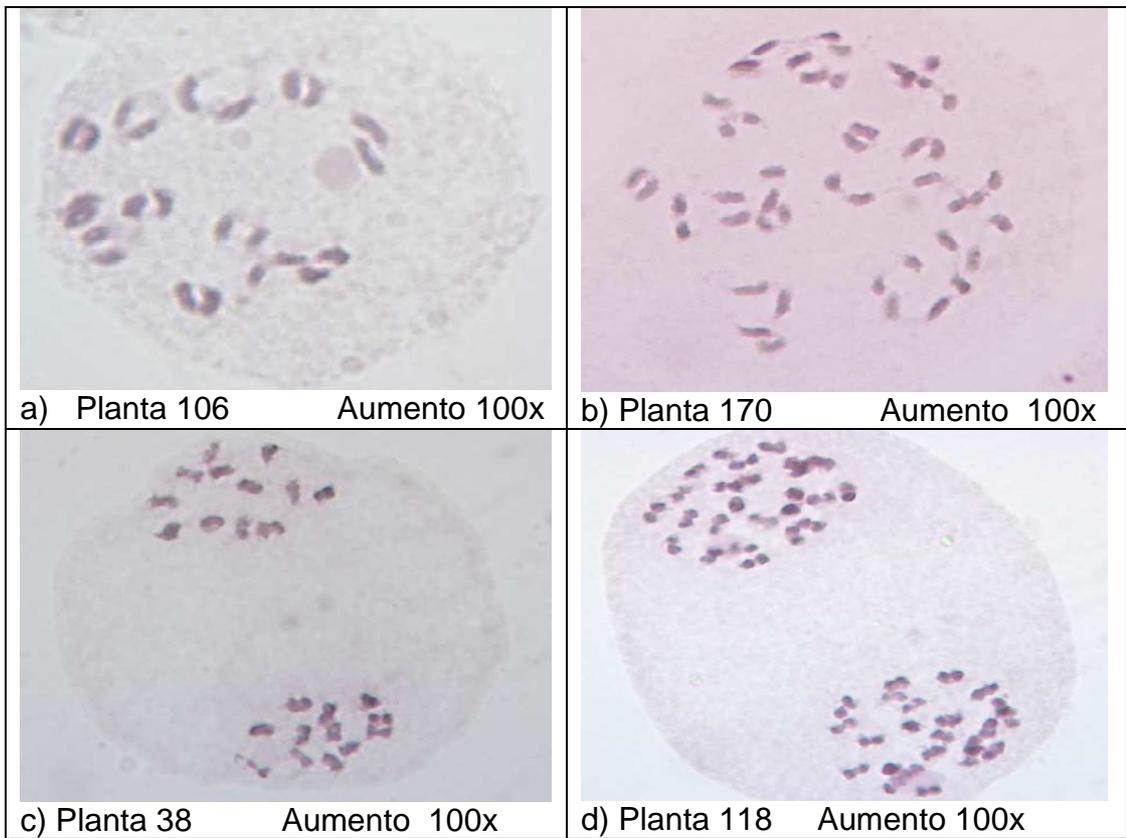


Figura 1. Niveles de ploidía en tomate de cáscara : a) diploide en diacinesis $2n = 2x=24$, b) tetraplóide en diacinesis $2n = 4x = 48$, c) diploide en telofase I $2n = 2x = 24$, d) tetraplóide en telofase I $2n = 2x= 48$.

CONCLUSIÓN

- Con el uso de colchicina sí fue posible obtener tetraplóides, aunque se encontró que cada genotipo responde de manera diferente a una misma dosis o concentración de colchicina.
- De acuerdo a los tetraplóides muestreados se encontró que estos superaron en un 70.92 por ciento a los diploides.
- Con las dosis de colchicina solo se obtuvieron tetraplóides y no otros niveles de ploidía.
- En esta investigación se encontró que en el cultivo de tomate de cáscara el rendimiento sí está estrechamente relacionado con el nivel de ploidía, así como el tamaño de hoja, flor y fruto.
- Se recomienda dar seguimiento a los tetraplóides formados con fines de mejoramiento genético o formación de híbridos.

LITERATURA CITADA

- Avery, G.S and Elizabeth B Jonson 1947.** Hormones and Horticulture. Mcgraw Hill Book Company. New York. First edition, second impression.
- Beck, S. L. ; Dunlop, R. W. ; Fossey, A. ;** *South African Journal of Botany* , 2003 , 69 , 4 , 563-567 , 28 ref. Evaluation of induced polyploidy in *Acacia mearnsii* through stomatal counts and guard cell measurements.
- Cárdenas Ch. I. 1981.** Algunas técnicas experimentales con tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). Tesis de maestría. Colegio de Posgraduados, Chapingo, México.
- Fernández O., V. y J. Garza L. 1982.** Apuntes de la cátedra de hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Inédito Chapingo, México. S/p.
- García, V.A 1975-1976.** Citotaxonomía del Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot). Avances en la enseñanza y la investigación. ENA. Chapingo, México.
- García L., W. Jiménez, A. Peña L. y E. Rodríguez P. 2002.** Propagación vegetativa de tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) Mediante Enraizamiento de Esquejes. www.inifap.gob.mx/publicaciones/cientifica/vol_27num1.htm-42k
- Hernández, F. 1946.** Historia de las Plantas de la Nueva España, Volumen 11 de la UNAM. México, D.F. p. 701-706.
- Hernández, F. 1949.** Historia de las plantas de Nueva España. Vol. 11 de UNAM. México, D.F. p. 101-106.
- Imery-Buiza, José y Cequea-Ruíz, Hernán.** *Revista Científica UDO Agrícola* Vol. 1, No. 1, 2001, pp. 29-33. Evaluación citogenética de la generación M_1V_2 de tetraplóides experimentales en sábila (*Aloe vera* L.)
- Jones, S. B. Jr. 1987.** Sistemática Vegetal. 2da Ed. Mc GRAW- HILL de México.
- Jaskani, M. J. ; Kwon SungWhan ; Koh GabCheon ; Huh YunChan ; Ko BokRai ;** *Journal of the Korean Society for Horticultural Science* , 2004 , 45 , 2 , 60-65 , 25 ref. Induction and characterization of tetraploid watermelon.

- Jose Julian Español Salazar 1971.** Efectos de la colchicina en germinación y crecimiento de las especies *Echimus Molle*, *Crataegus pyracanta*, *Cupressus spp.* y *Pinus cembroides*. Universidad de Coahuila, Escuela superior de agricultura "Antonio Narro" 1971 p 14-17.
- Menzel, Y.M.1951.** The Cytotaxonomy and Genetices of *Physalis*. Reprint From Proc. Amer. Philos. Soc. 95 (2): 132-183.
- Pandey, K. K. 1957.** Genetics of self incompatibility in *Physalis ixocarpa* Brot: a new system. Am. J. Bot. 44: 879-887.
- Pérez González M.,F. Márquez Sánchez y A. Peña Lomelí 1997.** Mejoramiento Genético de Hortalizas. Chapingo, México. UACH. p.211-239.
- Peña Lomelí A y F. Márquez S. 1990.** Mejoramiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot). Resumen del XIII Congreso de la Sociedad Mexicana de Fitogenética. Cd. Juárez Chihuahua. p.320.
- Peña L., A., J. Mulato B., J. P. Ayala P. y D. Montalvo H. 1992.** Caracterización de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). In: Memoria del XIV Congreso Nacional de Fitogenética. 4-9 de octubre. Tuxtla Gutierrez, Chis., México. p. 511.
- Peña L., A. 1994.** Hibridación en Tomate de Cáscara. (*Physalis ixocarpa* Brot.). In: Memoria de la XL Reunión Anual. Interamerican Society for Tropical Horticulture. 13 al 19 de noviembre. Tuxtla Gutierrez, Chis., México. p. 67.
- 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. p 151.
- Peña L., A. y J. F. Santiaguillo H. 2000.** Híbridos planta a planta en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). In: Resúmenes del III Congreso Agronómico. 3 a 5 de abril del 2000. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p 20.
- Portaluppi Beatriz S., Frayssinet Nora, Lucero Marina, Roitman Germán 2002.** Facultad de Agronomía, UBA. Av. San Martín 4453, 1417. Buenos Aires. Argentina. Inducción de poliploidía en *Habranthus martinezii* (AMARYLLIDACEAE).
- Ramírez Rojas S., Tervo Nakagome y Hiroshi Nishino 2001.** Amarillamiento en el cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).
[http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2002\(jul-ago/art-8.pdf](http://www.colpos.mx/agrocien/Bimestral/2002(jul-ago/art-8.pdf)

- SAGARPA, 2003.** Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesca. www.Siea.sagarpa.gob.mx
- SAGARPA, 2005.** Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesca. <http://www.siea.sagarpa.gob.mx>
- SARH. 1978.** El cultivo del tomate de cáscara en el estado de Hidalgo, Editorial Instituto de investigaciones Agrícolas. Circular CIAMEC. No. 109. México
- Saray, M.C. y R J. Loya.1977.** Tomate de Cáscara, Algunos Aspectos sobre su Fisiología e Investigación. Campo Agrícola Experimental Zacatepec, Morelos, México.
- Saray, M.C. y R J. Loya. 1978.** Cultivo del Tomate de Cáscara en el Estado de Morelos. Revista Campo. México.
- Saray M, C. R., A. Palacios A. y E. Villanueva. 1978.** Rendidora: Una Nueva Variedad de Tomate de Cáscara. El Campo 54 (1041):17-21.
- Saray, M.C.R 1982.** Importancia en la precosecha (calentamiento) en el Rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa*, Brot).Tesis de Maestría. C.P Instituto de enseñanza e Investigación de Ciencias Agrícolas. Chapingo, México.
- Santiaguillo M. C. R 1977.** Tomate de Cáscara. Algunos Aspectos sobre su Fisiología e Investigación. Campo agrícola Experimental Zacatepec, Morelos. México.
- Santiaguillo H.J.F. 1994.** Distribución, Colecta y Conservación de Germoplasma de Tomate de Cáscara (*Physalis*, spp), en México; Revista Chapingo. Serie Horticultura. UACH. Chapingo, México.
- Santiaguillo H.J.F. y A. Peña, L. 1997.** Tomate de cáscara. Revista Chapingo. Serie Horticultura. UACH. Chapingo, México.
- Santiaguillo H., J. F. 2001.** Heterosis en híbridos intervarietales planta a planta. Tesis de Doctorado en Ciencias. Genética. Colegio de Postgraduados. Montecillo Edo. De México. En proceso de escritura.
- Saravanan, S. ; Koodalingam, K.** Research on Crops , 2004 , 5 , 1 , 77-80 , 4 ref. Colchicine-induced tetraploidy in *Gossypium arboreum* var. DLSA 16.
- Semillas Río Fuerte 2004.** Empresa Productora y Comercializadora de Semillas Mejoradas. <http://www.semillasriofuerte.com.mx>

Síntesis Hortícola. 1989. Síntesis Hortícola de Enero. Editorial Año 2000.

SIEA-SIACON 1980-2004. Subsistema de información Agrícola

Página web Consultadas

(http://fai.unne.edu.ar/biologia/cel_euca/mitosis.htm)

("<http://es.wikipedia.org/wiki/Poliploid%C3%ADa>")

<http://www.ucm.es/info/genetica/grupod/mutacionescro/mutacionescrosomaticas.htm>