



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



**EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE POTASIO EN LA CALIDAD
FISIOLÓGICA DE SEMILLA DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa*
Brot.) EN INVERNADERO**

Por:

JORGE GUERRERO SALAZAR

**Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista**



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA Y VETERINARIA



**EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE POTASIO EN LA CALIDAD
FISIOLÓGICA DE SEMILLA DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa*
Brot.) EN INVERNADERO**

Por:

JORGE GUERRERO SALAZAR

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Fitotecnista

Asesor:

Dr. José Marín Sánchez

Co-Asesores

Dr. Marco Antonio Rivas Jacobo

Dr. Ángel Natanael Rojas Velázquez

El trabajo titulado “**EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE POTASIO EN LA CALIDAD FISIOLÓGICA DE SEMILLA DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* BROT.) EN INVERNADERO**”, fue realizado por: “**Jorge Guerrero Salazar**” como requisito parcial para obtener el título de “**Ingeniero Agrónomo Fitotecnista**” y fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis.

Dr. José Marín Sánchez

Asesor

Dr. Marco Antonio Rivas Jacobo

Co-Asesor

Dr. Ángel Natanael Rojas Velázquez

Co-Asesor

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, San Luis Potosí a los 06 días del mes de Agosto, 2013.

DEDICATORIA

Principalmente a mis padres María Luisa Salazar Lugo y Macario Guerrero Avilés (QEPD). Especialmente a mi madre, por creer en mí y haberme apoyado durante todos mis estudios de mi formación académica, brindándome tu confianza, haciendo de mí una persona íntegra, de buena educación. Ya que sin tu apoyo no hubiese llegado hasta esta etapa de mi profesión, cada día me diste ejemplos dignos de entrega, de lucha por salir adelante en la labor del estudio. Te admiro por lo que representas a nivel familiar y a nivel humano, quiero compartir este logro contigo sé que es uno de tus principales anhelos verme graduado de una ingeniería se que estarás satisfecha por el final de un nuevo principio.

Papa a pesar de que no estás físicamente con nosotros quiero compartir la alegría que invade en mi persona por estar satisfecho con este logro en mi vida, uno de mis principales motivos y ejemplos has sido tú, dejando un legado de superación, fortaleza, y perseverancia por lo que ambicionamos, te llevo en mi recuerdo ya que siempre vives en mi corazón, Papa me escogiste al mejor guía, al principal ejemplo que puedo tener en mi vida y me dejaste en las mejores manos, esas manos de lucha y entrega para brindarme un apoyo incondicional infinitamente insustituible.

A mis hermanos, Lucia, Carolina y Antonio por estar conmigo y apoyarme siempre, ser una muestra de distinción, convicción y de convencimiento por demostrarme que las cosas por las cuales se lucha, siempre se tiene un estímulo al esfuerzo dedicado a llegar al objetivo final y que por más largo que se vea el camino es difícil, pero nunca imposible.

Mis palabras no bastarían para dedicarles su apoyo su comprensión y su infinita confianza depositada en mí, por haber formado el deseo de superación y anhelo de triunfo en la vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A mi madre: María Luisa.

Por haberme apoyado en todo momento, por sus consejos, sus valores, por la motivación constante que me ha permitido ser una persona íntegra, pero más que nada, por su amor. Gracias¡¡ MAMA¡¡

A mi padre: Macario (QEPD).

Por los ejemplos de perseverancia y constancia que lo caracterizaron que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante.

A mis hermanos.

Lucía, Carolina y Antonio por su gran apoyo y motivación para la culminación de mi formación académica.

A mis Tíos.

Virginia, Rafael y Jacinto, por hacerme sentir como en casa y brindarme su apoyo absoluto en todo momento.

A Haydee.

Por la comprensión, motivación y entusiasmo que me brinda para tener éxito profesional estando en todo momento demostrándome su apoyo incondicional.

A mi asesor principal.

Dr. José Marín Sánchez por su gran apoyo y motivación para la culminación de mis estudios profesionales y para la elaboración de esta investigación, por su valioso tiempo compartido por impulsar el desarrollo de mi formación profesional.

A mis asesores.

Dr. Ángel Natanael Rojas Velásquez y al Dr. Marco Antonio Rivas Jacobo por su apoyo para la realización de esta tesis.

A mis amigos

A mis amigos con quien conviví agradables momentos y buenas experiencias compartiendo valores de la vida y la mejor amistad que se pueda brindar.

A mis maestros

A los maestros, aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario, que me ayudaron en asesorías, dudas presentadas en el trayecto de mi carrera profesional.

Al personal de campo

Por su colaboración en la realización de esta investigación.

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS.....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
RESUMEN.....	xi
SUMMARY.....	xii
INTRODUCCIÓN.....	1
Hipótesis.....	4
Objetivos.....	4
REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
Generalidades del Tomate de Cáscara.....	5
Origen.....	5
Taxonomía.....	5
Morfología.....	5
Proceso de Producción de Semilla.....	6
Requerimientos ambientales.....	6
Almacigo.....	6
Edad al trasplante.....	6
Densidad de siembra en invernadero.....	6
Riegos.....	7
Fertilización.....	7
Sanidad.....	7
Enfermedades de origen fungoso.....	8
Plagas.....	9
Bacterias.....	11
Virus.....	11
Cosecha de Fruto.....	12
Índice de madurez fisiológica.....	12

Extracción de semilla.....	13
Acondicionamiento de semilla.....	13
Manejo Hidropónico del Tomate de Cascara en Invernadero.....	13
Sustratos empleados en hidroponía.....	14
Contenedores.....	15
Soluciones nutritivas.....	15
Macroelementos.....	15
Microelementos.....	15
Deficiencias y toxicidades nutricionales.....	16
Soluciones nutritivas empleadas en solanáceas.....	16
pH.....	17
Conductividad eléctrica.....	17
Calidad de Semilla.....	18
Calidad física.....	18
Calidad sanitaria.....	18
Calidad genética.....	18
Calidad fisiológica.....	20
MATERIALES Y METODOS.....	21
Localización del área experimental.....	21
Material genético.....	21
Acondicionamiento osmótico.....	21
Diseño experimental.....	21
Tratamientos.....	22
Producción de Semilla.....	23
Trasplante.....	23
Fertilización.....	23
Tutoreo.....	23
Polinización.....	24
Control de plagas y enfermedades.....	24
Obtención de semilla.....	24
Pruebas de calidad.....	24

Pruebas de calidad física.....	24
Pruebas de calidad fisiológica.....	25
Prueba de viabilidad con tetrazolio.....	26
Análisis estadístico.....	27
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
CONCLUSIONES.....	34
LITERATURA CITADA.....	35

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Soluciones nutritivas empleadas en solanáceas.....	17
2	Normas establecidas por el SNICS para la producción de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.).....	19
3	Normas establecidas por el SNICS para la producción de semilla de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.).....	19
4	Tratamientos con diferente concentración de potasio en la solución nutritiva para la producción de semilla de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.).....	22
5	Formula general para la elaboración de la solución nutritiva aplicada a (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.).....	22
6	Cuadrados medios de las variables evaluadas en las pruebas de calidad fisiológica en semilla de tomate de cáscara.....	28
7	Efecto promedio de las variables evaluadas en las pruebas de calidad fisiológica de tomate de cáscara.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Porcentaje de germinación de semilla de tomate de cáscara.....	30
2	Porcentajes de plántulas anormales.....	30
3	Porcentaje de semillas muertas.....	31
4	Porcentaje de semillas latentes.....	32
5	Peso de mil semillas.....	32
6	Peso volumétrico.....	33
7	Peso seco de plántula.....	33

RESUMEN

En el cultivo de tomate de cáscara la información sobre la producción y calidad de semilla en condiciones protegidas y el uso de sistemas hidropónicos es muy escasa. La calidad de la semilla involucra aquellos aspectos múltiples que determinan el potencial para originar una población de plantas homogéneas, el cultivo depende de gran medida de dicha calidad (física, genética, fisiológica y sanitaria). Es por ello que en el presente trabajo de investigación se estudió el efecto de la concentración de potasio de diferentes soluciones nutritivas en hidroponía evaluando la calidad fisiológica y física de la semilla de tomate de cáscara, para obtener un porcentaje superior al 85.0 % de germinación acorde a las normas establecidas para semilla comercial. Utilizando un diseño experimental de bloques completos al azar y 3 repeticiones. Se conformaron cuatro tratamientos con diferente concentración de potasio en la aplicación de la solución nutritiva en el TR1 (Testigo) con 300 ppm, TR2 250 ppm, TR3 con 350 ppm y TR4 500 ppm. Los resultados obtenidos reflejan que el tratamiento TR2 presenta una mayor calidad fisiológica con un porcentaje de germinación del 94.5 % así como el TR1 con un porcentaje de germinación del 89.2 %.

Palabras clave: *Physalis ixocarpa*, tomate de cáscara, calidad de semilla, calidad fisiológica, calidad física.

SUMMARY

In growing tomatillo the importance of producing quality seed in protected conditions and the use of hydroponic systems is scarce. The quality of seed those involving multiple aspects that determine the potential to cause a homogeneous population of plants , the crop largely depends on quality (physical , genetic , physiological and medical) . That is why the present research the effect of different potassium concentration in hydroponic nutrient solutions was evaluated by assessing the physical and physiological seed quality tomatillo , you will get a higher percentage than 85.0 % germination according to the standards set for commercial seed . Using an experimental design 4 randomized blocks and four treatments with 3 replications different concentration of potassium in the implementation of TR1 in the nutrient solution (control) to 300 ppm, 250 ppm TR2 , TR3 and TR4 with 350 ppm 500 ppm were formed. The results show that the TR2 treatment has a greater physiological quality with a germination rate of 94.5 % and the TR1 with a germination rate of 89.2 %.

Keywords: *Physalis ixocarpa*, husk tomato, seed quality, physiological quality, physical quality.

INTRODUCCION

En los últimos años las hortalizas han cobrado en México un auge desde el punto de vista de la superficie sembrada así como el aspecto social de la gran demanda de mano de obra que se genera (Valadez, 1996). Actualmente se siembran 512,000 ha de hortalizas de las cuales 43,183 ha corresponden a tomate de cáscara en el año 2012 (SIAP, 2012). El tomate de cáscara se produce en casi todo México, parte de Estados Unidos y Centro América. Durante el periodo de 1990 a 2000, la producción de tomate de cáscara representó el 4.25% de la superficie total de hortalizas en el país (López *et al.*, 2009) donde actualmente representa el 8.43 % del total de siembra de hortalizas durante el año 2012 (SIAP, 2012). Alrededor de un 81% de la producción del tomate se produce en condiciones de riego y el resto de temporal (López *et al.*, 2009).

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) es un cultivo hortícola de importancia económica en México y representa una alternativa para la agricultura. Durante el año 2010, el valor de la producción nacional de tomate de cáscara el cultivo fue de 2,532,464.29 pesos en una superficie sembrada de 48,475.17 ha con un rendimiento promedio de 15.58 ton.ha⁻¹ (SIAP, 2010). El incremento de la superficie cultivada (de 71 % entre 1982 y 2010) ha ubicado esta especie entre las principales cuatro hortalizas del país.

En México, el género *Physalis* comprende 36 especies, una de las cuales es *P. ixocarpa*, económicamente importante por sus frutos que son empleados en la cocina mexicana. La adaptación ecológica de esta especie es amplia, prácticamente en climas secos templados y húmedos (Santiaguillo *et al.*, 1994.). El tomate de cáscara se cultiva en 30 estados de la República Mexicana, entre los cuales destaca Sinaloa con una producción de 218,784.34 ton en un área de 11,052.71 ha y un rendimiento de 20.89 ton.ha⁻¹, seguido por Jalisco y Zacatecas con 64,645.71 y 61,044.92 ton respectivamente (SIAP, 2010).

En las últimas dos décadas, esta especie se ha consolidado como una de las principales hortalizas en México y como un cultivo potencial en diferentes países de América y Europa; aún con dicha importancia, su cultivo se realiza con base en

variedades nativas o criollas, por lo que es necesario generar variedades mejoradas cada vez de mayor rendimiento (Santiaguillo *et al.*, 2010).

La importancia de la calidad de las semillas es el punto de partida para la producción y es indispensable que tenga una buena respuesta en las condiciones de siembra y que produzca plántulas vigorosas, para alcanzar el máximo rendimiento (Doria, 2010). Desde un punto de vista sustentable, es imposible obtener una buena cosecha si no se parte de semilla de calidad, ya que el cultivo puede resultar de una calidad inferior a la semilla sembrada, pero nunca mejor que ella (Zocco, 1999). Indiscutiblemente, la semilla de alta calidad es una parte importante y costosa del componente tecnológico, por lo que su elección debe de ser cuidadosa para garantizar la obtención del producto con la calidad requerida en el mercado (Morales, 2003). Por tal motivo, son de gran interés científico-técnico los trabajos encaminados a estimular y mantener los niveles de germinación al conservar las semillas, para poder elevar la productividad de los cultivos de forma sostenible y enfrentar los cambios en el entorno de manera más apropiada (Doria, 2010).

En la producción comercial de semillas, la calidad está determinada por un conjunto de atributos, donde la calidad genética, física, sanitaria y fisiológica juega un papel importante (Besnier, 1989; Copeland y McDonald, 1995). La calidad fisiológica implica la integridad de las estructuras y procesos fisiológicos, siendo los principales indicadores: la viabilidad, germinación y vigor, que dependen del genotipo (Perry, 1972; Moreno *et al.*, 1998). Entre los factores que pueden tener efecto en la calidad de la semilla están el grado de madurez y tiempo de maduración de la semilla después de la cosecha (Randle y Honma, 1981), el desarrollo y maduración de la semilla son aspectos importantes que deben ser considerados en la producción de semillas. Los factores ambientales prevalecientes en la etapa de floración y formación de fruto determinan en gran medida la calidad de la semilla (Dias, 2001). Se debe cosechar cuando la semilla logre alcanzar su máxima calidad fisiológica (Copeland, 1976). Durante la producción es primordial que exista una adecuada disponibilidad de agua y de nutrientes para que la formación de semilla sea la adecuada. Es interesante conocer otros parámetros que permitan detectar la maduración fisiológica, correlacionándola con características morfológicas de la planta, de los frutos y/o semillas (Dias, 2001).

Para hortalizas de frutos carnosos, como pimiento o tomate, la maduración de las semillas generalmente coincide con el inicio de cambio de coloración de los frutos, es decir, frutos verdes con manchas rojizas. Es importante destacar que no siempre es necesario esperar la maduración completa de los frutos para retirar las semillas. Muchas veces, semillas provenientes de frutos en etapa de maduración ya alcanzaron la maduración fisiológica (Dias, 2001).

El desarrollo de la semilla esta normalmente acompañada por el desarrollo del fruto (FAO, 1991) y por una serie de importantes estados ontogénicos desde la fertilización en la acumulación de nutrimentos, hasta la madurez de ésta (Copeland y McDonald, 1985). La escasa germinación de semillas inmaduras ha sido atribuida a bajos niveles de nutrientes entre otras causas (Bradford, 2004). La calidad de la semilla puede ser afectada por diversos factores, entre los cuales cabe mencionar las condiciones climáticas como nutricionales, durante el desarrollo y formación de las mismas, los métodos de cosecha, contenido de humedad y condiciones de almacenamiento (Harrington, 1973). La nutrición durante el crecimiento del fruto constituye uno de los factores más importantes que afecta su calidad y comportamiento poscosecha (Duarte, 1991).

Los cultivos hortofrutícolas, requieren grandes cantidades de potasio acumulado en los frutos para incrementar su calidad (Adams, 1994). Aun cuando la calidad del fruto está definida por varios atributos que dependen del manejo cultural y del genotipo, la nutrición potásica constituye un aspecto de manejo agronómico que permite uniformizar la maduración y lograr un mejor fruto (Ho y Adams, 1995).

El potasio es considerado un fabricante de calidad (Minotti, 1975), aumenta la floración, influye en la precocidad, coloración y calidad de fruto (Domínguez, 1993). El potasio es requerido intensamente durante los estados fisiológicos de producción así como en el cuajado y llenado del fruto. Este elemento cumple un papel vital en el llenado de frutas, granos y semillas. Asimismo el potasio incrementa el rendimiento y calidad (Meléndez y Molina, 2002), por lo cual en esta investigación se plantearon los siguientes objetivos e hipótesis.

Hipótesis

- 1.- Aplicar 500 ppm de potasio durante el proceso de producción de semilla de tomate de cáscara genera la mejor calidad fisiológica.
- 2.- La semilla de tomate de cáscara producida con la aplicación de diferente concentración de potasio en la solución nutritiva alcanzará porcentajes superiores al 85% de germinación.

Objetivos

- 1.- Evaluar el efecto de diversas concentraciones de potasio sobre la calidad física y fisiológica de la semilla de tomate de cáscara.
- 2.- Producir semilla de tomate de cascara con calidad fisiológica acorde a las normas establecidas para semilla comercial.

REVISION DE LITERATURA

Generalidades del Tomate de Cáscara

Origen

El género *Physalis*, tiene su centro de origen en México (Vargas, 2003). Sánchez *et al.* (2006) mencionan que el tomate de cáscara, también llamado tomate verde, tomatillo o tomate de milpa, fue conocido desde tiempos remotos por los Aztecas y Mayas. La palabra tomate proviene del vocablo náhuatl “ayacachtomatl” cuyas etimologías corresponden a: ayacah (tli) = sonaja, cascabel y tomatl = tomate.

Taxonomía

Reino: Vegetal

Division: Tracheophyta

Clase: Dicoliledonea

Orden: Tubiflorae

Familia: Solanaceae

Género: *Physalis*

Especie: *ixocarpa*

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

Fruto: Baya

Fuente (Taboada y Oliver, 2004)

Morfología

El tomate de cáscara o tomatillo (*P. ixocarpa* Brot.) es una especie anual con tallo erecto y ramificado, de 0.9 a 1.2 m de altura. Su tallo es glabro o casi glabro, herbáceo o ligeramente leñoso en la base. Las hojas son delgadas ovaladas o lanceoladas, entre 5 y 7.5 cm de largo, dentadas y con peciolo largos de textura suave (Taboada y Oliver, 2004). Las flores son grandes y abiertas, de 1.8 cm de diámetro, con bordes amarillos brillantes, monopétalas con corola, presentan cinco manchas de color pardo negruzco, las anteras son purpuras; por lo general las flores están sobre pedicelos axilares o extraxilares, es cáliz es pentadentado, tiene cinco estambres; el estilo es delgado; el

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

Proceso de Producción de Semilla

Requerimientos ambientales

La temperatura óptima que requiere el cultivo de tomate de cáscara fluctúa entre 20 a 22°C. El nivel adecuado para la germinación es de 20 a 24°C; para el crecimiento vegetativo 22 a 25 ° C, ya que con temperaturas de 30° C el crecimiento disminuye y con 40° C o más se puede detener. Cuando la planta entra a floración requiere de 30 a 32° C. Con temperaturas arriba de estos valores, durante la floración, se puede provocar deshidratación del tubo polínico, provocando una polinización incompleta y frutos malformados (Saray, 1977; Loya, 1977).

Almacigo

Para la siembra de una hectárea, se requieren 140 charolas de poliestireno de 200 cavidades o 219 charolas de 128 cavidades, las cuales se rellenan de sustrato. 100 gramos de semilla de alta calidad son suficientes para el total de las charolas y se depositan dos semillas por cavidad (INIFAP, 2001).

Edad al trasplante

Las plantas deben trasplantarse al terreno definitivo cuando miden de 8 a 10 cm de altura, que es cuando presentan tres o cuatro hojas verdaderas, lo anterior ocurre a los 15 o 21 días después de la siembra en verano, y de los 18 a 21 días en siembras de invierno. Las plantas deben de estar sanas, de tallo grueso y conservar las hojas cotiledonares (INIFAP, 2001).

Densidad de siembra en invernadero

El tomate de cáscara es una hortaliza de fruto que actualmente no se cultiva en invernadero de forma intensiva debido a la falta de un paquete tecnológico adecuado. Bajo el supuesto de que un manejo basado en podas y densidades de población puede

incrementar el rendimiento, se estableció el propósito de generar un sistema de producción para tomate de cáscara cultivado hidropónicamente bajo condiciones de invernadero. Se ha demostrado que la densidad de población de 18 plantas·m⁻² presenta un mayor tamaño de fruto y consecuentemente mayor rendimiento (1,061g·m⁻²) (Ponce *et al.*, 2012).

Riegos

En siembras de riego es difícil establecer un calendario que abarque a las diferentes localidades, pues las necesidades que tiene la planta depende de la textura del suelo y la temperatura del lugar, sin embargo debe procurarse que el intervalo de los riegos permita que el terreno sea laborable (INIFAP, 2001).

Fertilización

Lazcano (2000) menciona que factores como la semilla, densidad de población, disponibilidad de agua, labores culturales, control de plagas, enfermedades y malezas, pueden afectar el resultado de la fertilización. Por ello Jorn (1999) afirma que el uso adecuado de ésta, influye en el rendimiento y calidad de la semilla.

La fertilización depende de la fertilidad del suelo, pero es importante destacar que se requiere de al menos 3.8 kg de nitrógeno aprovechable para producir una tonelada de fruto de tomate de cáscara (Castro *et al.*, 2001). Para las condiciones de Chapingo, México, la mejor fórmula de fertilización para producir semilla de tomate de cáscara a campo abierto es 160-80-80 ó 160-40-00, aplicando al trasplante todo el fósforo y potasio así como 50 % de nitrógeno; el 50 % de éste último se aplica a los 40 días después de la primera fertilización (Cruz, 2001).

Sanidad

El ataque de plagas y enfermedades puede representar pérdida total de la cosecha, por lo que se requiere tener particular cuidado al respecto. Es claro que la producción de semillas se debe realizar con un manejo estricto y eficaz, sobre todo con aquellos insectos vectores de virus, así como de patógenos transmitidos por semilla (Martínez *et al.*, 2004), buscando siempre su prevención en un programa de manejo, en donde el

método cultural, principalmente el preventivo, el control biológico y el control legal, sean en los que se base el programa y que el control químico sea, la última estrategia a considerar (FUNDACIÓN PRODUCE, 2005).

El control de insectos vectores, la eliminación de plantas enfermas, evitar cosechar frutos dañados o provenientes de plantas con daños y el manejo de fechas de siembra pueden ser los mecanismos para prevenir la incidencia de enfermedades (Martínez *et al.*, 2004), que son la principal causa de pérdida total de la producción e incluso han propiciado que muchos agricultores hayan dejado de sembrar esta especie (INIFAP, 2004; FUNDACION PRODUCE, 2005; De la Torre *et al.*, 2002).

Enfermedades de origen fungoso

Cenicilla (*Oidium spp*)

La cenicilla, causada por el hongo *Oidium spp.*, una de las enfermedades más comunes en la etapa de fructificación y corte del tomatillo. Su ataque disminuye el rendimiento y la calidad de la cosecha hasta 50% (INIFAP, 2008).

Mancha de la hoja (*Cercospora physalidis* Ellis)

Puede provocar una fuerte defoliación y manchado de frutos cuando el ambiente es favorable, con pérdidas que llegan a alcanzar niveles del 20-30% (INIFAP, 2008).

Carbón blanco (*Entyloma australe* Speg.)

En Sinaloa es una enfermedad esporádica pero devastadora, con pérdidas que pueden superar al 50%, cuando ocurren abundantes lluvias invernales (INIFAP, 2008).

Moho blanco (*Sclerotinia sclerotiorum*) (Lib.)

El moho blanco es una enfermedad que puede ser devastadora en tomate de cáscara. Atacar a más de 500 especies de plantas de hoja ancha; tanto de maleza, como cultivos, entre los que destacan: frijol, garbanzo, papa, chile, tomate y berenjena (INIFAP, 2008).

Pudrición del tallo (*Cercospora* sp)

Esta enfermedad se detectó en el año 2005, en plantaciones ubicadas en Higuera de Zaragoza y en el Valle del Carrizo (Municipio de Ahome, Sinaloa), con pérdidas estimadas en 30-50% de la producción. En los tallos dañados generalmente se aprecia también el daño de *Trichobaris championi* (Barber) (Coleoptera: Curculionidae); este insecto es una plaga primaria del tomatillo y el ataque combinado con el hongo, deriva en daños más severos. En los tallos podridos también se detectan otros hongos y bacterias que agravan los daños (INIFAP, 2008).

Secadera (*Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Pythium* sp, *Macrophomina* y *Sclerotium*)

La secadera, también conocida como marchitamiento o marchitez, es causada por un complejo de hongos que habitan en el suelo, como lo son *Fusarium solani* (Wollenw) Gerlach, *Fusarium oxysporum* Schlech., *Rhizoctonia solani* (Frank) Donk, *Pythium* sp., *Macrophomina phaseolina* (Tassi) Goid y *Sclerotium rolfsii* Curzi. Se presenta en cualquier etapa de desarrollo del cultivo, con pérdidas que pueden superar 50% (INIFAP, 2008).

Plagas

Minador de la hoja *Liriomyza trifolii* (Burgess) (Agromyzidae: Diptera)

Está considerado como una plaga secundaria, sin embargo, en algunas ocasiones la incidencia se incrementa considerablemente, por la eliminación de los enemigos naturales que en condiciones normales mantienen reguladas sus poblaciones, debido a la aplicación temprana de insecticidas sintéticos de amplio espectro. En esta situación, la plaga causa severas defoliaciones que reducen el área foliar y con ello la actividad fotosintética de las plantas, y finalmente afecta el rendimiento (FUNDACION PRODUCE, 2005).

Gusano soldado *Spodoptera exigua* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae)

En los últimos ciclos agrícolas, el gusano soldado ha alcanzado el estatus de plaga principal en diferentes cultivos; esto se debe a que se presenta en poblaciones elevadas y

ocasiona defoliaciones que originan reducción en los rendimientos al no llevar a cabo normalmente el proceso fotosintético la planta (FUNDACION PRODUCE, 2005).

Gusano del fruto *Helicoverpa zea* (Boddie) y *Heliothis virescens* (Fabricius) (Lepidoptera: Noctuidae)

El gusano del fruto es una de las plagas principales del tomatillo, ya que daña directamente el producto a cosechar y frecuentemente rebasa el umbral de daño económico. Las fechas tardías generalmente son más atacadas (FUNDACION PRODUCE, 2005).

Ácaro blanco *Polyphagotarsonemus latus* (Banks) (Tarsonemidae)

A esta plaga se le ha reportado que ataca diferentes cultivos como papa, chile, tomate y algodón, entre otros y en los últimos años se ha incrementado su presencia. En ocasiones, no se diagnostica a tiempo su presencia, debido a que los síntomas de su ataque se asemejan a la de los virus (FUNDACION PRODUCE, 2005).

Mosquita blanca *Bemisia argentifolii* Bellows & Perring (Hemiptera: Aleyrodidae)

La mosquita blanca se presenta en altas poblaciones, ocasiona y un daño severo al cultivo al alimentarse de la savia de las plantas, pero es más importante su papel como vector de virus, pues afecta fuertemente al cultivo y causa siniestros parciales y totales (FUNDACION PRODUCE, 2005).

Trips *Frankliniella* spp. (Thysanoptera: Trhpidae)

El trips amarillo daña al insecto al raspar el tejido de las partes de crecimiento de las plantas para luego succionar la savia; sin embargo, su mayor importancia se debe a la transmisión del virus permanente del tomate, que se sospecha transmite también en tomatillo (FUNDACION PRODUCE, 2005).

Pulgones o áfidos *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae)

Aunque pueden presentarse varias especies de pulgones, *M. persicae* es la más importante por ser transmisora de más de 100 tipos de virus. Las poblaciones de áfidos

se pueden detectar en el tomatillo a partir de que las temperaturas bajan en noviembre, pero es a partir de la segunda quincena de febrero en que se inician a incrementar y en mayo presenta los picos poblacionales más altos (FUNDACION PRODUCE, 2005).

Picudo o barrenador del tomatillo *Trichobaris championi* Barber (Coleoptera: Curculionidae)

Este insecto se ha convertido en una plaga importante del tomatillo desde fines de los años 90, y origina daños hasta del 70% de plantas marchitas. El hospedero silvestre preferido del barrenador del tomatillo es el toloache, que se desarrolla en los terrenos baldíos y bordos de drenes próximos a cultivos de tomatillo, principalmente en suelos de aluvión (FUNDACION PRODUCE, 2005).

Bacterias

Mancha bacteriana (*Xanthomonas* y, o *Pseudomonas*)

La identificación del agente causal de la mancha bacteriana, está aún en proceso; se hallan asociadas una o dos especies que aparentemente pertenecen a los géneros *Xanthomonas* y, o *Pseudomonas*. La mancha bacteriana puede causar daños importantes (20%), particularmente en condiciones lluviosas y de neblinas prolongadas (INIFAP, 2008).

Virus

La enfermedad puede ser causada por diferentes virus, como lo son: Tobacco etch potyvirus (virus jaspeado del tabaco, TEV), Alfalfa mosaic alfamovirus (virus mosaico de la alfalfa, AMV), Cucumber mosaic cucumovirus (virus mosaico del pepino, CMV), Tobacco mosaic tobamovirus (virus mosaico del tabaco, TMV) y Tomato spotted wilt tospovirus (virus de la marchitez manchada del tomate, TSWV) y Geminivirus, entre otros. Estos agentes causales, también pueden afectar en mayor o menor grado, a otros cultivos importantes como lo son tomate, papa, chile, calabacita, pepino y sandía. Las enfermedades causadas por virus constituyen un factor que limita la producción de tomate de cáscara, con pérdidas frecuentes hasta el 100% (INIFAP, 2008).

Cosecha del Fruto

El número de cortes varía de cuatro a seis, dependiendo del vigor y la carga de la planta. El primer corte debe hacerse cuando hallan madurado los tres o cuatro primeros frutos en la mayoría de las plantas lo cual ocurre alrededor de los 45 a 50 días después del trasplante (INIFAP, 2001).

Cruz (2001) Señala que no existe un indicador preciso del momento óptimo de cosecha para el fruto del tomatillo, sin embargo, se consideran como frutos comercialmente maduros aquellos que llenaron o incluso rompieron la bolsa (cáliz) de protección y que además tienen una coloración amarillenta. En muchos casos la parcela de tomate de cáscara se utiliza para doble propósito es decir, parte de la cosecha que se utiliza para consumo en fresco y otra parte es destinada a la extracción de semilla. De esta forma aun cuando se realicen tres a cuatro cortes, solo el último se destina a la extracción de semilla (Osuna *et al.*, 1992; Cruz, 2001).

En las parcelas que son destinadas exclusivamente para producir semilla, la recomendación es llevar a cabo solamente dos cortes, el primero a los 56 días después del trasplante o bien 21 días después de que la planta tenga, en promedio tres frutos completamente maduros (Peña *et al.*, 1997; Güemes, 1999).

Índice de madurez fisiológica

La semilla de cualquier especie presenta un nivel más alto de vigor y potencial germinativo en la madures fisiológica, desde la cual se inicia un proceso continuo e irreversible de deterioro hasta perder su capacidad germinativa (Delouche, 2002).

Pérez *et al.* (2008) señalan que en la variedad CHF1-Chapingo de tomate de cáscara el máximo crecimiento de la semilla se observó a los 49 días de floración y a partir de esa fecha se mantuvo constante, por lo que consideraron esta fecha como la época de madurez fisiológica de la semilla.

También se ha establecido que madurez fisiológica de la semilla se obtiene cuando el fruto toma una coloración amarillenta (Güemes, 1999) y la semilla tiene un color parduzco y café, de ahí que estos sean un par de indicadores de madurez de semilla que se han aplicado recientemente en muchos lotes de producción de semilla en Chapingo y en el estado de Morelos (Martínez *et al.*, 2004). Durante el desarrollo y maduración en el

fruto las semillas alcanzan su óptima calidad, y las semillas que fisiológicamente no han completado la maduración, tienen una baja capacidad de germinación y presentan mayor número de plántulas anormales (Ohto *et al.*, 2007).

Extracción de semilla

El proceso consiste en extraer la semilla del fruto, lavarla con agua, eliminar las que flotan y se dejan a secar en la sombra, aquellas que quedaron al fondo se vuelven a seleccionar para obtener semillas de alto porcentaje de germinación (INIFAP, 2000).

Acondicionamiento de semilla

El objetivo del acondicionamiento de semilla es obtener, de la cantidad total de semilla disponible, solamente aquel volumen que cumpla con las normas de calidad vigentes. En este sentido después de realizar la molienda de los frutos en la despulpadora, las semillas útiles deben ser secadas a la sombra para que alcancen 11 % de humedad (Santiaguillo y López, 1992). A lo que sigue el empleo de una cribadora con una malla de perforaciones redondas de 1.5 mm, con lo cual se obtiene semilla de tamaño medio que tiene mejor calidad que aquella que logra pasar la misma criba y que finalmente se clasifica como pequeña; cuando el primer grupo de semillas es sometido a una clasificación por peso en una mesa de gravedad, en la que se eliminan las semillas medianas de peso ligero, también aumenta la calidad de semilla del lote, ya que se mejora el vigor (Martínez *et al.*, 2004). El uso de maquinaria para el acondicionamiento de semilla permite hacer más eficiente este proceso y mejora la calidad de los lotes; además de la limpieza, la clasificación de la semilla incrementa la calidad fisiológica (Villegas, 1995).

Manejo Hidropónico del Tomate de Cáscara en Invernadero

El tomate de cáscara es una hortaliza de fruto que actualmente no se cultiva en invernadero de forma intensiva debido a la falta de un paquete tecnológico adecuado (Ponce *et al.*, 2012). Adicionalmente se ha desarrollado investigación en tomate de cáscara en relación a su cultivo en hidroponía bajo invernadero (Castro *et al.*, 2000). Sin embargo, actualmente no existen informes acerca de su comportamiento en diferentes sistemas de producción convencional o en sistema con cultivo protegido. No obstante,

experiencias previas en invernadero mostraron que bajo crecimiento libre, la productividad es baja y presenta un alto desarrollo vegetativo (Ponce *et al.*, 2012).

La dinámica agrícola del cultivo del tomate de cáscara demanda la generación de cultivares mejorados que cubran las necesidades actuales del mercado nacional e internacional. Dentro de estas características destacan: rendimiento, hábito de crecimiento y distribución de la producción, así como color, forma y tamaño del fruto. Concentrar la producción en un periodo reducido debe ser uno de los objetivos del mejoramiento genético de la especie en regiones donde las bajas temperaturas son limitantes para su siembra, como el Altiplano Mexicano, ya que esto, junto con la precocidad, permitiría aprovechar en forma más rápida las oportunidades de mercado y reduciría los costos de recolección (Peña y Márquez, 1990). De lograr un manejo agronómico en condiciones de invernadero e hidroponía, estas ventajas podrían potenciar la productividad a través de prolongar el ciclo de esta especie, como es el caso del jitomate y el chile.

Sustratos empleados en hidroponía

Abad *et al.* (2004) mencionan que sustrato es todo material sólido distinto del suelo *in situ*, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocado en un contenedor, en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular, desempeñando, por tanto, un papel de soporte para la planta y que este puede intervenir o no en la nutrición vegetal. Es el material que permite un óptimo desarrollo de las plantas, al darle a la raíz la suficiente aireación, disponibilidad de agua y sanidad (es biológicamente estéril en un inicio y el mantener esta característica depende del manejo del cultivar que en él se desarrolle), así como facilitar la acción y efecto de la solución nutritiva, ya que el sustrato es químicamente inerte (SAGARPA, 2010).

Existe una gran cantidad de sustratos que se pueden utilizar en hidroponía, como arena, grava, tezontle, ladrillo quebrado y/o molido, agrolita, vermiculita, turba vegetal (Peat Moss), aserrín, resinas sintéticas (poliuretano) y cascarilla de arroz, entre otros. Estos materiales se pueden utilizar en forma individual o en mezclas de dos o más de ellos de acuerdo a su compatibilidad y disponibilidad (SAGARPA, 2010).

Contenedores

En todo sistema hidropónico de producción es necesario el uso de recipientes y/o contenedores para el sustrato en donde se van a desarrollar los cultivos, estos pueden ser: cubetas, ollas, macetas, bolsas de polietileno, huacales, láminas acanaladas. Estos recipientes tienen distintos tamaños y formas y los materiales que se pueden utilizar son el concreto, asbesto, madera, lámina galvanizada, ladrillo, polietileno, cartón asfaltado, fibra de vidrio (SAGARPA, 2010).

Soluciones Nutritivas

Una solución nutritiva (SN) consta de agua con oxígeno y de todos los nutrimentos esenciales en forma iónica y, eventualmente, de algunos compuestos orgánicos tales como los quelatos de fierro y de algún otro micronutriente que puede estar presente. Una SN verdadera es aquella que contiene las especies químicas indicadas en la solución, por lo que deben de coincidir con las que se determinen mediante el análisis químico correspondiente. La pérdida por precipitación de una o varias formas iónicas de los nutrimentos puede ocasionar su deficiencia en la planta. Además, de este problema se genera un desbalance en la relación mutua de los iones (Steiner, 1961).

Macroelementos

Dentro del grupo de los macronutrientes, necesarios para el crecimiento de las plantas en grandes cantidades, los nutrientes primarios son, nitrógeno, fósforo, potasio, los nutrientes secundarios son magnesio, azufre, calcio (FAO, 2002).

Microelementos

Los micronutrientes o microelementos son requeridos sólo en cantidades ínfimas para el crecimiento correcto de las plantas y tienen que ser agregados en cantidades muy pequeñas cuando no pueden ser provistos por el suelo. Los micronutrientes o microelementos son el hierro (Fe), manganeso (Mn), zinc (Zn), el cobre (Cu), el molibdeno (Mo), el cloro (Cl) y el boro (B). Ellos son parte de sustancias claves en el crecimiento de la planta, son absorbidos en cantidades minúsculas, su rango de provisión óptima es muy pequeño (FAO, 2002).

Deficiencias y toxicidades nutricionales

La nutrición vegetal pretende establecer con qué capacidad actúan cada uno de los elementos esenciales para la planta; también en qué cantidad son necesarios como asegurar que las plantas reciban estos elementos en la proporción y cantidad adecuada diagnosticar y evitar problemas nutrimentales (Castro, 1998).

Una deficiencia nutrimental ocurre cuando un nutrimento es insuficiente o no puede ser asimilado por la planta. De manera similar, una toxicidad nutrimental ocurre cuando existen condiciones de exceso, desbalance o condiciones ambientales desfavorables (Fageria *et al.*, 1997). Desde el punto de vista nutrimental, las plantas cultivadas pueden manifestar deficiencia o exceso del nutrimento. Los síntomas visibles de la deficiencia de un nutrimento son más específicos que los de su toxicidad (Garate y Bonilla, 2001).

Soluciones nutritivas empleadas en solanáceas

Los nutrimentos que demandan las plantas en la relación mutua entre aniones y entre cationes, dependen de la etapa fenológica. Con base en lo reportado por Resh (1991), Valenzuela *et al.* (1993) y Gertsson (1995), el paso de una etapa fenológica a otra se caracteriza por cambios en la actividad bioquímica y en la reestructuración del metabolismo primario. Estas fluctuaciones influyen en toda la planta y en la composición química de sus órganos en cada etapa.

A lo largo del desarrollo de la planta se presentan cambios en la composición química en algunos nutrimentos con relación a la materia seca producida principalmente en las hojas. Los niveles de N, P y K^+ muestran una tendencia a disminuir durante el ciclo vegetativo, mientras que Ca^{2+} y Mg^{2+} tienden a incrementar. Con el fin de proveer información acerca de la actividad metabólica de las plantas a través de su ciclo de desarrollo (Valenzuela *et al.*, 1993).

Cuadro 1. Soluciones nutritivas empleadas en solanáceas.

Solución	NO ₃ ⁻	H ₂ PO ₄ ⁻	SO ₄ ²⁻	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	NH ₄ ⁺
	Relación porcentual en mol _c m ⁻³						
	----- Aniones -----			----- Cationes -----			
Knop	79	10	11	23	66	11	+
Robbins	74	5	21	26	53	21	+
Hoagland y Arnon	74	5	21	32	42	21	5
Steiner	60	5	35	35	45	20	+
Resh	44	8	48	40	40	12	8
Graves	5	6	44	40	44	16	+

pH

El pH de la SN se determina por la concentración de los ácidos y de las bases. El pH se define una vez que se establece la proporción relativa de los aniones y los cationes, y la concentración total de ellos en meq l⁻¹, lo cual significa que el pH es una propiedad inherente de la composición química de la SN y no puede cambiar independientemente (De Rijck y Schrevens, 1998).

Conductividad eléctrica

La salinidad se calcula mediante la conductividad eléctrica (CE) de la solución (Lannetta y Colonna, 2006), en este caso la salinidad es la medida de la concentración de sales disueltas en agua (Abad y Noguera, 2000) y se expresa en gramos (o mg l⁻¹) de iones disueltos por litro de agua. La conductividad eléctrica de la solución nutritiva es función directamente proporcional de la concentración de los solutos.

La conductividad eléctrica (CE) es la medida del potencial osmótico (Bautista, 2010). Este potencial siempre posee valores negativos y está determinado por la concentración de solutos o sustancias osmóticamente activas y forma parte del potencial hídrico. El potencial hídrico total se define como la capacidad de moléculas de agua para removerse en un sistema particular (Sánchez-Díaz y Aguirreola, 2008).

La conductividad eléctrica tiene una estrecha relación con la concentración total de sales de la solución nutritiva (Lara, 1999). Es un estimador indirecto del potencial osmótico y determina el crecimiento, rendimiento y calidad de los cultivos (Bugarín *et al.*, 1998), parámetro que debe ser monitoreado a lo largo del ciclo de producción (Carrasco e Izquierdo, 1996).

Calidad de Semilla

La calidad de la semilla es un concepto múltiple que involucra todas aquellas características que determinan su valor para la siembra (Hampton, 2002). Sánchez (2004) define la calidad de semilla como conjunto de atributos que involucran cuatro factores: genético (genotipo); físico (aspecto general); fisiológico (germinación, vigor) y sanitario (carencia de enfermedades transmisibles).

Calidad física

Son las características físicas consideradas como factores de calidad tales como: contenido de humedad, peso por volumen y pureza de la semilla. Adicionalmente se puede considerar: color, tamaño de semilla y peso de mil semillas (Hernández, 2003).

Calidad sanitaria

Se refiere a que las semillas estén libres de microorganismos, ya que presentan una amenaza para la producción de semilla de alta calidad. Los microorganismos más comunes en las semillas son, hongos, bacterias, virus, nematodos, los cuales pueden encontrarse como contaminantes en diversas formas; mezclados con las semillas pero no unidos a ellas como esclerocios y esporas de hongos, asociados superficialmente como los hongos de almacén y portados internamente en las semillas, los cuales pueden ser transmitidos a la plántula (Hernández, 2003).

Calidad genética

Se refiere a la calidad obtenida por el fitomejorador mediante la introducción, cruzamiento y selección para identificar el material genético sobresaliente, por lo tanto, la calidad genética está determinada por el genotipo, la variedad o híbrido. La calidad genética de las semillas es la más importante de las cuatro porque garantizan características deseables de las plántulas (Hernández, 2003). Para mantener la calidad genética en tomate de cáscara, se deben seguir las indicaciones que aparecen en los cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Normas establecidas por el SNICS para la producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).

Factor	Categoría		
	Básica	Registrados	Certificada
Aislamiento	100 metros	75 metros	25 metros
Plantas fuera de tipo y de otras variedades	Ninguna	1 en 300	1 en 500
Plantas enfermas	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Plantas de hierbas nocivas	Ninguna	Ninguna	Ninguna

Cuadro 3. Normas establecidas por el SNICS para la producción de semilla de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.).

Factor	Categoría		
	Básica	Registrados	Certificada
Semilla pura	99.00%	99.00%	99.00%
Materia inerte	1.00%	1.00%	1.00%
Semillas de otras variedades (máxima)	Ninguna	2 en 100 gramos	4 en 100 gramos
Semillas de otros cultivos	Ninguna	Ninguna	Ninguna
Semillas de hierbas nocivas	Ninguna	Ninguna	Ninguna

Germinación (minutos)	85.00%	85.00%	85.00%
Humedad (máxima)	45.00%	45.00%	45.00%

Calidad fisiológica

Evans y Turnbull (2004) consideran que semillas con buena calidad, es aquella que tiene alto porcentaje de germinación y vigor; además tiene ventajas como la mejora de vida de almacenamiento, un mínimo desperdicio de semilla y plantaciones en viveros y semilleros. Para Elevitch (2004) la calidad fisiológica se refiere a características de la semilla como madurez, contenido de humedad y la habilidad para germinar.

MATERIALES Y METODOS

Localización del Área Experimental

Esta investigación se desarrolló durante el ciclo otoño-invierno 2012-2013, en el área de invernaderos del campo experimental y laboratorio de Parasitología de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP, ubicada en el ejido de la Palma de la Cruz, municipio de Soledad de Graciano Sánchez, SLP, (México) en el km.14.5 de la carretera de la carretera San Luis Potosí-Matehuala. Sus coordenadas Geográficas 22° 13' 39.8" de latitud norte y 100° 50' 58.3" de longitud oeste, con una altitud de 1835 msnm.

Material Genético

Para el desarrollo del experimento, se empleó semilla de tomate de cáscara variedad CHF₃, producida en invernadero e hidroponía y cosechada en el año 2007, misma que se mantuvo conservada en refrigeración a -4°C, proporcionada por el Dr. José Marín Sánchez.

Sus características distintivas son: planta vigorosa de gran desarrollo con diámetro del tallo principal de 12 mm, ramas primarias de 9 mm, hojas son grandes y ovaladas de 11 cm de largo y seis de ancho. La altura promedio es de 80 cm la flor es grande. Color amarillo, produce aproximadamente 10 g de semilla por kilogramo de fruto.

Acondicionamiento Osmótico

Antes de la siembra del almácigo, la semilla se sometió a un proceso de acondicionamiento osmótico con ácido giberélico a una concentración de 500 ppm para mejorar el porcentaje de germinación, ya que la semilla tenía 7 años de haberse cosechado. Este tratamiento se ha reportado como un método eficaz sobre las semillas, práctica comercial exitosa que mejora el proceso de germinación (Bruggink *et al.*, 1999).

Diseño Experimental

La producción de semilla en invernadero se realizó a través de un diseño de bloques completos al azar (Martínez, 1994) con cuatro tratamientos y tres repeticiones, con lo cual se conformaron 12 unidades experimentales. Cada una de ellas conformada por 4

bolsas de polietileno negro de 5 litros de capacidad y como sustrato la mezcla peat moss 60%, vermiculita 20% más perlita 20%.

Tratamientos

Los tratamientos consistieron en utilizar cuatro concentraciones de potasio partiendo de la fórmula general para la producción de tomate de cáscara.

Cuadro 4. Tratamientos con diferente concentración de potasio en la solución nutritiva para la producción de semilla de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa Brot.*).

Tratamiento	Dosis K	Kg/ha
1 (Testigo)	300 ppm	16.0
2	250 ppm	13.3
3	350 ppm	18.7
4	500 ppm	26.8

Cuadro 5. Formula general para la elaboración de la solución nutritiva aplicada a (*Physalis ixocarpa Brot.*) (Rosas, 1997).

Elemento	ppm
Nitrógeno	250
Fosforo	60
Potasio	300
Calcio	350
Azufre	200
Magnesio	75
Fierro	3
Manganeso	0.05
Boro	0.05
Cobre	0.1
Zinc	0.1

Se utilizó la siguiente ecuación con diferentes concentraciones de potasio:

$$\text{Gramos Requeridos} = \frac{\text{Partes por millom}}{\text{Porcentaje de elemento}} (100)$$

Fuente (Sánchez y Escalante, 1988)

Producción de Semilla

Siembra en almacigo. La siembra en el almacigo se efectuó el 29 de agosto del 2012 en el invernadero de producción de plántula de la Facultad de Agronomía y Veterinaria de la UASLP utilizando charolas de poliestireno de 338 cavidades provistas de peat moss (Kekkila garden). La siembra se realizó colocando una semilla por cavidad.

Trasplante

De las plantas producidas y destinadas a ser trasplantadas en invernadero se eligieron aquellas que visualmente presentaban mayor vigor y sanidad, para evitar contaminaciones fungosas y transmisión de virus. Antes del trasplante, las plántulas se sometieron a un proceso de desinfección aplicando captan a una dosis de 1gr lt⁻¹ de agua, el trasplante se realizó a los 29 días después de la siembra (Peña *et al.*,1991) en bolsas de polietileno negras de 5 kg provistas de una mezcla de sustratos: peat moss (50%), vermiculita (25%) y perlita (25%).

Fertilización

La fertilización consistió en aplicar la fórmula propuesta para tomate de cáscara, más las concentraciones de potasio de cada tratamiento (200, 250, 350 y 500 ppm). Así se efectuó a diario suministrando 500 ml de cada solución nutritiva durante 26 días, posteriormente se aplicó 1 lt de solución nutritiva por 30 días antes de la floración y después se suministró 1.5 lt de solución nutritiva, ya que la planta demandó mayor absorción de agua y nutrientes.

Tutoreo

El tutoreo se realizó a los 38 días después del trasplante, para guiar las ramas y ápice de la planta, así como evitar que los frutos tocan el suelo y prevenir incidencia de patógenos.

Polinización

Debido a que no hubo abejas o abejorros en el interior del invernadero, la polinización se realizó de forma manual, ya que en tomate de cascara no hay autofecundación pues presenta autoincompatibilidad gametofítica (Pandey, 1957). El proceso consistió en coleccionar el polen de las anteras de las flores y se agregó a los estigmas, logrando la fecundación y posterior desarrollo del fruto y semilla.

Control de plagas y enfermedades

El control de plagas se realizó mediante aspersiones del insecticida Biorrhine Flow ($2 \text{ ml}\cdot\text{lt}^{-1}$) a los 15 días después del trasplante ya que se encontró presencia de pulgones *Myzus Persicae* (Hemiptera: Aphididae). Para el control de enfermedades se realizaron aspersiones de Captan® ($2 \text{ gr}\cdot\text{l}^{-1}$ de agua) y Sulfocop-f® ($2 \text{ ml}\cdot\text{l}^{-1}$ de agua).

Obtención de semilla

Se seleccionaron 3 frutos por planta y se cosechó cuando éstos tomaron una coloración amarillenta (Güemes, 1999), alcanzando su madurez fisiológica y mayor calidad (Copeland, 1976). Posteriormente se extrajo la semilla en forma individual por tratamiento, utilizando agua y una licuadora doméstica, eliminando la pulpa, semilla no desarrollada, quebrada y otras impurezas por decantación. Una vez extraída la semilla, se dejó secar a la sombra y se almacenó a $4 \text{ }^\circ\text{C}$ para conservar su calidad fisiológica.

Pruebas de calidad

Con las semillas cosechadas de cada tratamiento (testigo, 250 ppm, 350 ppm y 500 ppm de potasio) se realizaron pruebas de calidad física y fisiológica (ISTA, 2004).

Pruebas de calidad física

Para la calidad física de la semilla se consideraron las siguientes evaluaciones:

a) Peso volumétrico (PV). Se expresó en gramos; es la relación que guarda el peso de la semilla en un volumen, se obtuvo a partir del peso de 1,000 semillas sumergidas en 6

ml de agua sobre una probeta de 10 ml, con el aumento del volumen de agua se calculó el peso volumétrico.

b) Peso de mil semillas (PMS). Se tomaron 1000 semillas por tratamiento y se obtuvo su peso en una báscula digital marca Sartorius.

Pruebas de calidad fisiológica

Con la finalidad de determinar la calidad fisiológica de la semilla se realizaron pruebas de germinación y vigor.

a) Prueba de germinación

Para esta prueba se formó un compuesto de 400 semillas de cada tratamiento, mismas que fueron distribuidas en cajas petri, las cuales previamente se desinfectaron con una solución al 5 % de cloro, para enseguida colocar el papel filtro. Las cajas petri se regaron con agua destilada diariamente. La prueba de germinación se realizó en presencia de luz las 24 horas del día, con una temperatura de 25 °C (ISTA, 2004) en una germinadora marca Seedburo. Durante esta prueba se realizaron dos recuentos, el primero al 7° día y el segundo 28 días después (ISTA, 2004) y se consideraron las siguientes variables:

Porcentaje de germinación (PG). Se obtuvo sumando el total de las plántulas normales del primer y segundo conteo.

Porcentaje de plántulas anormales (PPAN). Aquellas que presentaron malformaciones en sus estructuras esenciales como raíz y plúmula, lo que impide su desarrollo normal.

Sobre aquellas semillas que no emitieron radícula al finalizar este lapso, se realizó la prueba de viabilidad con tetrazolio para determinar el porcentaje de semillas muertas y latentes; proceso que consistió en realizar un corte transversal en cada semilla y se colocaron en cajas petri, en una solución de tetrazolio a una concentración de 0.1% con agua destilada, las cuales se mantuvieron en oscuridad durante 12 horas. Las semillas

cuyos embriones y cotiledones colorearon por completo se consideraron latentes, y las no teñidas se consideraron muertas (ISTA, 2004).

Porcentaje de semillas latentes (PSL). Aquellas que al final de la prueba permanecieron sin emitir la radícula, ni alguna otra estructura. Para lo cual se realizó la prueba de viabilidad con tetrazolio al 0.1 % (ISTA, 2004).

Porcentaje de semillas muertas (PSM). Se consideraron todas aquellas que presentaron ataque por hongos o bacterias, además de las resultantes de la prueba de viabilidad con tetrazolio.

b) Prueba de vigor

Para esta prueba se evaluó el peso de materia seca de las plántulas.

Peso seco. Las plántulas de cada unidad experimental fueron secadas en una deshidratadora durante 72 horas a 70 °C en una estufa marca Felisa y se registró su peso (g), para conocerla cantidad de materia seca (ISTA, 2004).

Prueba de viabilidad con tetrazolio

Para realizar esta prueba se consideraron los siguientes pasos:

a) Acondicionamiento de la semilla. Consistió en imbibir la semilla para permitir seccionarlas y hacerlas permeables al paso de la solución de tetrazolio.

b) Preparación de la solución de tetrazolio. Se preparó a una concentración del 0.1 % con agua destilada.

c) Preparación de la semilla para su tinción. Para lograr una buena tinción del embrión, se realizó bisección de la semilla para exponer los tejidos embrionarios al contacto con la solución de tetrazolio.

d) Tinción. Las semillas seccionadas se colocaron en cajas Petri, sobre las cuales fue vertida la solución de tetrazolio y se mantuvieron en obscuridad durante 12 horas.

e) Interpretación de la prueba. Los embriones completamente coloreados se consideraron como semillas latentes; mientras que las semillas con vitalidad declinante (muertas) fueron aquellas que no presentaron manchas coloreadas, o aquellas no teñidas en el ápice de la radícula.

Análisis estadístico

Con los datos obtenidos se realizaron análisis de varianza y posterior comparación de medias mediante Tukey ($\alpha = 0.05$) con el paquete estadístico SAS 2002 (Statistical Analysis System).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza definió diferencias estadísticas significativas entre tratamientos para las variables porcentaje de germinación, porcentaje de semillas muertas, porcentaje de semillas latentes, peso de mil semillas, peso volumétrico y peso seco de plántula. El mayor porcentaje de germinación, menor número de semillas latentes y muertas se obtuvo al aplicar 250 ppm de potasio con diferencias estadísticas respecto de los tratamientos 350 ppm (Cuadro 6).

Cuadro 6. Cuadrados medios de las variables evaluadas en las pruebas de calidad fisiológica en semilla de tomate de cáscara.

Fuente	G.L.	PG	PPA	PSM	PSL	PMS	PV	PSP
Tratamiento	3	427.5*	1.22	32.16*	318.89*	.01*	.01*	.05*
Error	12	5.04	0.60	.45	2.43	.00	.00	.00
Total	15							
C.V.		2.68	37.68	12.30	18.23	.21	.01	.02

(G.L.) Grados de libertad; (C.V.) Coeficiente de variación; (PG), Porcentaje de germinación; (PPA) Porcentaje de plántulas anormales; (PSM) Porcentaje de semillas muertas; (PSL) Porcentaje de semillas latentes; (PMS) Peso de mil semillas; (PV) Peso volumétrico; (PSP) Peso seco de plántula; *significativo con una $P < 0.05$;

La calidad fisiológica implica integridad de las estructuras y procesos fisiológicos que permiten a la semilla mantener altos índices de viabilidad (Moreno *et al.*, 1998) y puede ser alterada por el manejo de la planta madre durante su desarrollo, en las operaciones de cosecha, procesamiento y las condiciones de almacenamiento hasta que las semillas sean sembradas (Sawan *et al.*, 1999). La calidad de la semilla comprende varios atributos deseables como su capacidad de establecerse en campo, su poder de germinación y vigor apropiado (Basra, 1995).

Cuadro 7. Efecto promedio de las variables evaluadas en las pruebas de calidad fisiológica de tomate de cáscara.

Tratamiento	PG	PPA	PSM	PSL	PMS	PV	PSP
300 ppm (Testigo)	89.25 b	1.75 a	5.75 b	3.25 c	1.35 a	.99 a	.62 b
250 ppm	94.50 a	1.50 a	2.50 c	1.50 c	1.28 c	.88 d	.71 a
350 ppm	80.25 c	2.25 a	9.25 a	8.25 b	1.21 d	.85 c	.49 c
500 ppm	71.00 d	2.75 a	4.50 b	21.25 a	1.31 b	.90 b	.46 d
DMS	4.71	1.63	1.42	3.27	.0057	.0003	.0003

Medias con letras iguales no son estadísticamente diferentes (Tukey, 0.05), (DMS) Diferencia mínima significativa; (PG) Porcentaje de germinación; (PPA) Porcentaje de plántulas anormales; (PSM) Porcentaje de semillas muertas; (PSL), Porcentaje de semillas latentes; (PMS) Peso de mil semillas; (PV) Peso volumétrico; (PSP) Peso seco de plántula.

El tratamiento de 250 ppm generó el mayor porcentaje de germinación, con valores promedio de 94.5 %, (Figura 1). Valores similares a los registrados en semilla de tomate de cáscara de la misma variedad, producida durante el ciclo primavera- verano del 2005 en el campo experimental de la Universidad Autónoma Chapingo cuyos valores superaron el 90 % (Pérez *et al.*, 2008).

Los porcentajes de germinación alcanzados al aplicar 250 ppm y 300 ppm (Figura 1) de potasio al cultivo de tomate de cáscara, con valores superiores al 85 %, indica que reúnen los estándares de calidad requerido para el comercio de semillas, ya que de acuerdo con el Sistema Nacional de Inspección y Certificación de Semillas (SNICS), se requiere de un 85 % como mínimo para las categorías de semilla básica, registrada y certificada (Cuadro 3) (FUNDACION PRODUCE, 2005). La capacidad de la semilla para germinar y producir una plántula normal es el principal atributo para evaluar su calidad y potencial agrícola (Moreno, 1984). Con las aplicaciones de 350 ppm y 500 ppm de potasio, la calidad de la semilla obtenida no cumple con la calidad fisiológica

requerida para su comercialización al obtener como máximo un 70% de plántulas normales (Figura 1).

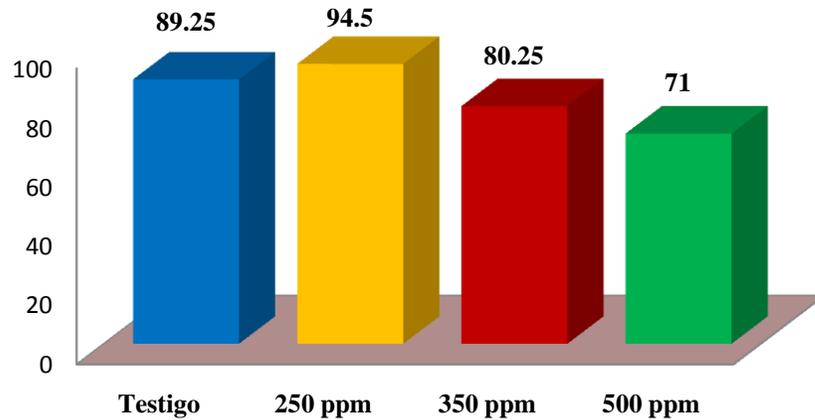


Figura 1. Porcentaje de germinación de semilla de tomate de cáscara.

Al realizar la comparación de medias para las variables porcentaje de plántulas anormales se formó un grupo estadísticamente igual, (Cuadro 6). Aunque numéricamente el menor porcentaje de plántulas anormales con un promedio de 1.5 correspondió al aplicar 250 ppm de potasio, y 1.75 para el testigo, mientras que al aplicar 350 ppm y 500 ppm se obtuvieron porcentajes de plántulas anormales de 2.25 y 2.75; respectivamente (Figura 2).

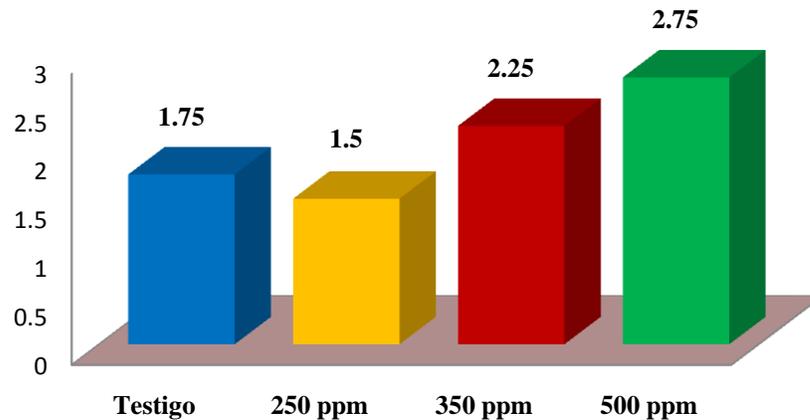


Figura 2. Porcentaje de plántulas anormales.

En la variable porcentaje de semillas muertas, se formaron tres grupos estadísticamente diferentes (Cuadro 6). El grupo con menor porcentaje de semillas muertas fue el generado al aplicar 250 ppm, con una media de 2.5, el tratamiento de 500 ppm presentó una media de 4.5, mientras el que el testigo obtuvo un valor medio de 5.75 y por último el tratamiento de 350 ppm con una media de 9.25 (Figura 3). Durante el desarrollo y maduración del fruto las semillas alcanzan su óptima calidad, y aquellas, que fisiológicamente no han completado la maduración, tienen una baja capacidad de germinación y presentan mayor número de plántulas anormales (Ohto *et al.*, 2007).

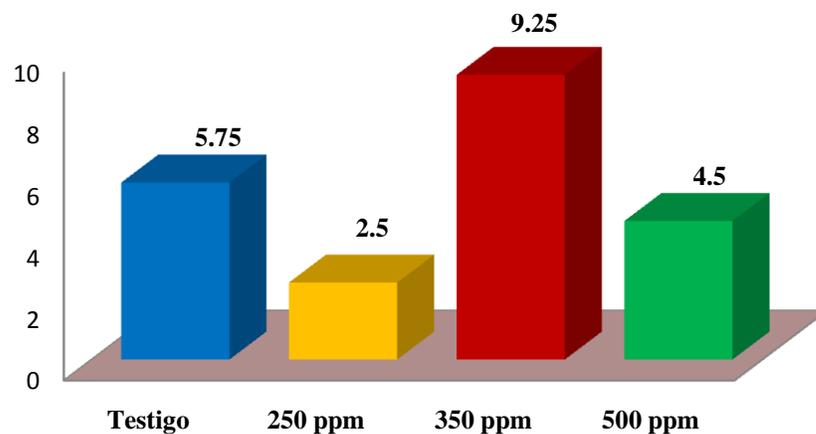


Figura 3. Porcentaje de semillas muertas.

Al realizar la prueba de comparación de medias en la variable porcentaje de semillas latentes, se conformaron tres grupos estadísticamente diferentes (Cuadro 6). El grupo con menor porcentaje de semillas latentes se obtuvo al aplicar 250 ppm presentando una media de 1.5 (Figura 4).

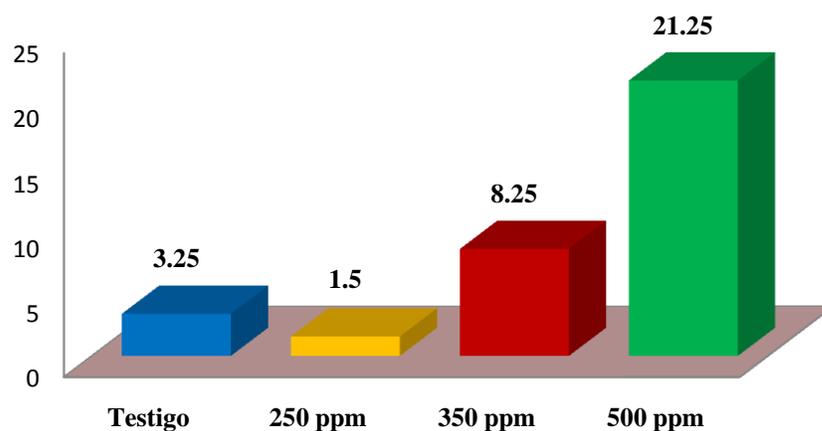


Figura 4. Porcentaje de semillas latentes.

Pruebas de calidad física

En esta prueba se encontraron diferencias significativas entre tratamientos para las variables peso de mil semillas y peso volumétrico.

Con la variable peso de mil semillas se formaron cuatro grupos estadísticamente diferentes (Cuadro 6). De manera general se obtuvo mejor calidad física en el testigo y con 500 ppm presentando medias de 1.35 g y 1.31 respectivamente (Figura 5).

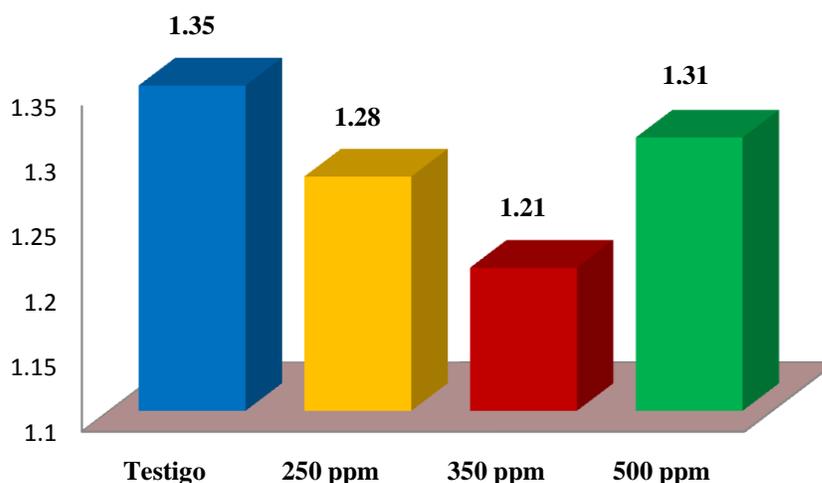


Figura 5. Peso de mil semillas.

La comparación de medias para la variable de peso volumétrico generó cuatro grupos estadísticamente diferentes (Cuadro 6). El grupo con mayor peso volumétrico se

obtuvo en el testigo, así como con 500 ppm presentando una media de 0.99 y 0.90 respectivamente (Figura 6).

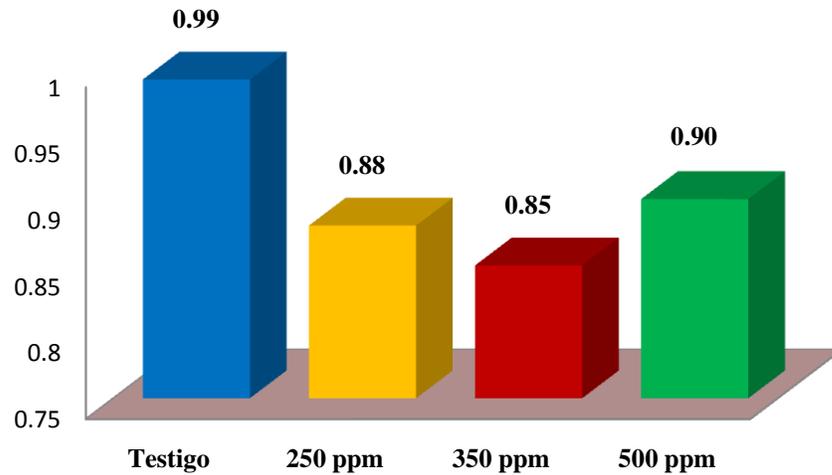


Figura 6. Peso volumétrico.

Al realizar la prueba de comparación de medias para la variable peso seco de plántula se formaron cuatro grupos estadísticamente diferentes (Cuadro 6). El grupo con mayor peso seco de plántula estuvo conformado por el tratamiento de 250 ppm con media de 0.71 así como el testigo con variable de peso seco de 0.62 las variables para los tratamientos 350 ppm y 500 ppm representando una variable media de 0.49 y 0.46 respectivamente (Figura 7).

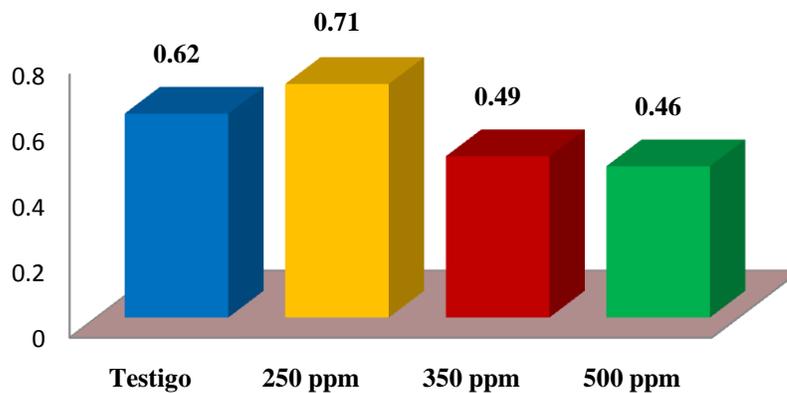


Figura 7. Peso seco de plántula.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los objetivos planteados en este trabajo y los resultados que se obtuvieron se llegó a las siguientes conclusiones:

Aplicar 250 ppm de potasio durante el ciclo de producción de semilla de tomate de cáscara generó la mayor calidad fisiológica con un porcentaje de germinación ligeramente superior al 90%. A mayor concentración de potasio no genera la mejor calidad, puesto que al aplicar 500 ppm y 350 ppm se obtuvo un porcentaje de germinación del 71 % y 80 % de calidad fisiológica no acorde a las normas establecidas para semilla comercial.

La calidad fisiológica obtenida al aplicar 250 ppm de potasio es la requerida a nivel comercial en tomate de cáscara.

LITERATURA CITADA

- Abad, B. M, Noguera M. P., y Carrión B. C. 2004. Los sustratos en los cultivos sin suelo. En: Urrestarazu-Gavilán. Cultivo sin suelo. Madrid: Mundi Prensa. 113-158 p.
- Abad, B. M. y Noguera M. P. 2000. Sustratos para el cultivo sin suelo y Fertirrigación. *In: Fertirrigación. Cultivos hortícolas y ornamentales.* C. Cadahia L. (ed) 2ª edición Madrid, España. pp: 287-342.
- Adams, P. 1994. Nutrition of greenhouse vegetables in NFT and hydroponics systems. *Acta Horticulturae* 361: 245-257.
- Basra, A. S. 1995. *Seed Quality: Basic Mechanisms and Agricultural Implications.* Food Products Press. New York, United States of America. 389 p.
- Bautista, C. M. 2010. Potencial osmótico en la absorción nutrimental y calidad de fruto en chile manzano (*capsicum pubescens* R. y P.). Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de posgraduados. Montecillo estado de México. 64 p.
- Besnier, R. F. 1989. *Semillas: biología y tecnología.* Editorial Mundi-Prensa. Madrid, España. 637 p.
- Bradford, K. J. 2004. *Seed production and quality.* 1st edition. Department of vegetable crop and weed science. University of California. Davis, USA. 134 p.
- Bruggink, G. T., Ooms J. J., and Van der Toorn. 1999. Induction of longevity in primed seeds. *Seed Sci. Res.* 9:49-53.
- Bugarín, M., R., Baca C. G., Martínez H. J., Tirado T. J., y Martínez G. A. 1998. Amonio/Nitrato y concentración iónica total de la solución nutritiva en crisantemo. I. Crecimiento y floración. *Terra* 16: 113-124.
- Carrasco, G., y J. Izquierdo. 1996. La empresa de hidropónica mediante escala: la técnica de la solución nutritiva recirculante NFT. Universidad de Talca. Chile. pp: 31-40.
- Castro, B. R. 1998. Índices nutrimentales de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Tesis de Maestría. Colegio Postgraduados Montecillo, Texcoco, Estado de México.
- Castro, B. R., P. Sánchez., S. A. Galvis., L. A. Peña., V. M. Sandoval. 2001. Demanda de Nitrógeno en Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Mex.* Vol. 8 (3): 18-26.
- Castro, B. R.; P. G. Sánchez, P.; Peña-Lomelí, A.; Alcantar-González, G.; Baca-Castillo, g.; López-Romero, R. M. 2000. Niveles críticos de suficiencia y toxicidad de N-

- N03 en el extracto celular de peciolos de tomate de cáscara. Revista Terra 18(2): 141-146.
- Copeland, L. O. 1976. Principles of Seed Science and Technology. Burgess Publishing Company, Minnesota, United States of America. 343 p.
- Copeland, L. O. and M. B. McDonald. 1995. Principles of Seed Science and Technology. Third edition. Chapman and Hall. New York, United States of America. 321 p.
- Copeland, L.O. and M.B. McDonald. 1985. Principles of seed Science and Technology. Second Edition. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota, United States of America. pp 121-144.
- Cruz L., B. 2001. Fertilización y manejo de cosecha en la producción de fruto y semilla de tomate de cáscara. Tesis M.C. IREGEP. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. 155 p.
- De La Torre, A. R.; R Valverde J.; Méndez L.; J. T. Ascencio I. y R. F. Rivera B. 2002. Caracterización Preliminar de Geminivirus en Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* B.) en la Región Centro de México. Agroc. 36(4): 471-481.
- De Rijck, G. y E. Schdrevens. 1998 b. pH influence by the elemental composition of nutrient solution. J. Plant Nutr. 20 (7&8): 911-923.
- Delouche, J.C. 2002. Germinación deterioro y vigor de semillas. Seed News. 6:6
- Dias, C. F., Denice. 2001. Maduración de la semilla. Universidad Federal Vicosa M.G. Brasil. http://www.seednews.inf.br/espanhol/seed56/artigocapa56_esp.shtml.
- Domínguez, V. A. 1993. Fertirrigación. Ed. Mundi prensa. Madrid, España. 217 p.
- Doria, J. 2010. Generalidades sobre la semilla; su producción, conservación y almacenamiento. Cultivos tropicales vol. 31, no. 1, p 74 85.
- Duarte, U.M.A. 1991. Factores de precosecha que afectan la fisiología y manejo poscosecha de frutas y hortalizas. In: Memorias del Simposio Nacional Fisiología y Tecnología Poscosecha de productos Hortícolas en México. De Limusa, México. pp. 31-36.
- Elevitch, R. C. 2004. The overstory book. Cultivating connections with trees. Second edition. Permanent Agriculture Resources. Holualoa, Hawaii, USA, 526 p.
- Evans, J. and W. J. Turnbull. 2004. Plantation forestry in the tropics. Third edition. Oxford University Press. New York, United States. 467 p
- Fageria N., V. Baligar and C.H, Jones. 1997. Growth and mineral nutrition of field crops. Ed. Marcel Decker. Inc. New Cork, USA. 476 p.

- FAO, 1991. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Guía para la manipulación de semillas forestales. Compilado por R. L. Willan. Centro de Semillas Forestales de DANDINA. Viale delle Terme di Caracalla, 00100 Roma, Italia.
- FAO, 2002. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Asociación Internacional de la Industria de los Fertilizantes Roma. Los fertilizantes y su uso. Cuarta edición, revisada, FAO e IFA. Roma, ISBN 92-5-304414-4.
- FUNDACION PRODUCE, 2005. Memoria: Jornada de Tecnología de Producción de Tomatillo. Fundación PRODUCE, Sinaloa A. C. Culiacán, Sinaloa, México. 72 p.
- Gárate, A. y Bonilla, I. 2001. Nutrición mineral y producción vegetal, In: Azcon, J. y Talon, M. (coordinadores). Fundamentos de Fisiología Vegetal. Ed. McGraw-Hill e Interamericana de España, S. A. U. Madrid España pp: 113-130.
- Geterrtsson, U.E. 1995. Nutrient uptake by tomatoes grown in hydroponics. Acta Hort. 401: 351-356.
- Güemes, G. M. J. 1999. Producción de Semilla de Tomate de Cáscara Variedad Rendidora en el Estado de Morelos. *In*: 500 Tecnologías Llave en Mano. División Agrícola Tomo II Ed. SAGAR. INIFAP. Pp. 102-103.
- Hampton, J. G. 2002. What is Seed Quality. Seed Sci. and Technol. 30: 1-10.
- Harrington, J.F. 1973. Biochemical basis of seed longevity. Seed Science and Technology 1(2):453-461.
- Hernández, L. A. 2003 Apuntes del curso de Análisis de Semillas. (SEM-601) Programa de Semillas (PROSEM). IREGEP. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. (inédito).
- Ho, L.C. y P. Adams. 1995. Nutrient uptake and distribution in relation to crop quality. Acta Hort. 396: 33-44.
- INIFAP, 2000. Producción de semilla de tomate de cáscara en cultivo de fruto comercial. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación del Centro. Campo experimental Zacatepec, Morelos, México. Desplegable Informativo No. 18
- INIFAP, 2001. Guía para cultivar tomate de cáscara en el estado de Morelos (*Physalis ixocarpa* Brot.) Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro. Campo Experimental Zacatepec, Morelos.

- INIFAP, 2004. El Amarillamiento en el Cultivo de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) y Medidas Para su Manejo. Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Centro de Investigación Regional del Centro. Campo Experimental Zacatepec, Morelos. 23 p.
- INIFAP, 2008. Enfermedades del Tomate de Cáscara en Sinaloa. Centro de Investigación del Noroeste Campo Experimental Valle del Fuerte. Los Mochis, Sinaloa, México. Folleto Técnico No. 31
- ISTA, 2004. International Rules for Seed Testing. The International Seed Testing Association. Bassersdorf, CH-Switzerland. 700 p.
- Jorn, N. S. 1999. Nitrogen Effect on Vegetable Crop Production and Chemical Composition. *Acta Hort.* 506: 41-48.
- Lannetta, M. y M. Colonna. 2006. Salinisation. ENEA. Serie B. Folleto 3. Italia 18 p.
- Lara, H., A. 1999. Manejo de solución nutritiva en la producción de tomate en hidroponía. *Terra* 17: 221-229.
- Lazcano, F. I. 2000. Nuevos Criterios en la Recomendación de Fertilizantes en Sistemas de Alta Productividad Agrícola en México. *Rev. TecnoAgro.* pp 5-8.
- López, L. R., Arteaga-Ramírez R, Vázquez-Peña, López Cruz IL, Sánchez-Cohen I (2009) Producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) basado en láminas de riego y acolchado plástico. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15(1): 83-89.
- Martínez, G. A. 1994. Experimentación Agrícola. Métodos Estadísticos. Universidad Autónoma Chapingo, México. 357 p.
- Martínez, S. J., Peña L. A. y Montalvo H. D. 2004. Producción y Tecnología de Semilla de Tomate de Cáscara. Universidad Autónoma Chapingo, México. 36 p.
- Meléndez, G. y Molina. E. 2002. Memoria. Fertilización foliar: principios y Aplicaciones. Universidad de Costa Rica. Centro de Investigaciones Agronómicas. Laboratorio de Suelos y Foliares.
- Minotti, P.L. 1975. Plant nutrition and vegetative crop quality. *Hort. Sci.* 10:16-19.
- Morales, B.G. 2003. Nuevos Chiles y Tomates de Seminis en Yurécuaro, Michoacán. Hortalizas, Frutas y Flores. Agrosíntesis, S.A. de C.V. México. D.F. 29-34.
- Moreno, M. E.; Vásquez, E. M.; Rivera, A.; Navarrete, R. and Esquivel, F. 1998. Effect of seed shape and size on germination of corn (*Zea mays* L.) stored under adverse conditions. *Seed Sci. Technol.* 26: 439-448.

- Moreno, M.E. 1984. Análisis Físico y Biológico de Semillas Agrícolas. Edit. UNAM, México, D.F. 383 p.
- Ohto, M. A.; Stone, S. L. and Harada, J. J. 2007. Genetic control of seed development and seed mass. *In: seed development, dormancy and germination* Bradford, K. and Nonagaki, H. (eds.). Blackwell publishing. Iowa. USA. 1-49 pp.gf
- Osuna, H. M.; A. Peña L.; R. A. Cruz G. and L. M. Serrano C. 1992. Manejo Poscosecha de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) para Producción de Semilla. *Rev. Chapingo*. 78: 82-85.
- Pandey, K. K. 1957. Genetics of Self Incompatibility; (*Physalis ixocarpa* Brot.) A New System. *Amer. J. Bot.* 44: 879-887.
- Peña, L. A.; F. Ramírez P.; R. A. Cruz G. 1991. Edad al Trasplante de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. *Rev. Chapingo* 73: 57-60.
- Peña, L. A.; J. F. Santiaguillo H.; D. Montalvo H. y M. Pérez G. 1997. Intervalos de Cosecha en la Variedad CHF₁-Chapingo de Tomate de Cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Rev. Chapingo. Serie Hort.* 3(3): 31-38.
- Peña, L., A.; F. Márquez S. 1990. Mejoramiento genético del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo* 15(71-72): 84-88.
- Pérez, C. I.; Ayala, G. O. J.; González, H. V.; Carrillo, S. J. A; Peña, L. A. y García, S. G. 2008a. Indicadores morfológicos y fisiológicos del deterioro de semillas de tomate de cáscara. *Agrociencia*. 42:891-900.
- Pérez, C. I.; V. A. González H.; J. C. Molina M.; O. J. Ayala G y A. Peña L. 2008. Efecto de Desarrollo y Secado de Semillas de *Physalis ixocarpa* Brot., en Germinación, Vigor y Contenido de Azúcares. *Interc.* 33(10): 762-766.
- Perry, D. A. 1972. Seed vigour and field establishment. *Horticultural Abstracts*. 42:334–342.
- Ponce, V., Juan José; Peña Lomelí, Aureliano; Rodríguez-Pérez, Juan Enrique; Mora-Aguilar, Rafael; Castro-Brindis, Rogelio; Magaña Lira, Natanael. 2012. Densidad y poda en tres variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. *ex Horm.*) Cultivado en invernadero. *Revista Chapingo serie horticultura*, Universidad Autónoma de Chapingo, México.
- Randle, W. M. and Honma, S. 1981. Dormancy in peppers. *Scientia Horticulturae* 14:19–25.
- Resh, H. M. 1991. *Hydroponic food production*. 4th edition. Woodbridge Press Publishing Company. Santa Barbara, Ca, USA.

- Rosas, M. A. 1999. Respuesta de Germoplasma de Tomate de Cáscara (*Physalis Ixocarpa* Brot.) a Virus que Provocan la Enfermedad "Chino del Tomate". Tesis. Maestría en Ciencias en Horticultura. Chapingo, México. 72 p.
- SAGARPA, 2010. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Hidroponía Rustica.
- Sánchez, C. F., y Escalante, R. E. 1988. Un sistema de producción de plantas hidroponía principio y métodos de cultivo. Tercera edición. Universidad Autónoma de Chapingo, México. 194p.
- Sánchez, H. 2004. Manual tecnológico del maíz amarillo duro y de buenas prácticas agrícolas para el valle de Huaura. Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura (IICA). Lima, Perú. 139 p.
- Sánchez, M. J., Padilla G. J., Bojorquez M. B., Arriaga R. C., Arellano R. J., Sandoval I. E., Sánchez M. E. 2006. Tomate de cáscara cultivado y silvestre del occidente de México. SAGARPA, SNICS y Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Departamento de Producción Agrícola. Guadalajara, Jalisco. México. 176 p.
- Sánchez, D, M. y Aguirreolea, J. 2008. El agua en la planta. Movimiento del agua en el sistema de suelo - Planta – atmosfera. *In:* J. Azcon-Bieto y M. Talon (eds) Fundamentos de Fisiología Vegetal. Madrid, España pp: 25-39.
- Santiaguillo, H., J. F., R. López M., A. Peña L., J. A. Cuevas S. y J. Sahagún C. 1994. Distribución, colecta y conservación de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo Serie Horticultura, 2: 125-129.
- Santiaguillo, Hernández, J. F; Sánchez Martínez, J; Vargas Ponce, O; García Sahagún, L; Magaña Lira, N; Grimaldo Juárez, O; Caro Velarde, F. J y Peña Lomelí, A. 2010. Estudio, conservación, protección y uso de los recursos genéticos de tomate de cáscara (*Physalis* spp.) en México.
- Santiaguillo, H. J. F. y R. López M. 1992. Colecta, Conservación y Evaluación de Germoplasma de Tomate de Cáscara (*Physalis* spp) en México. Tesis Profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 107 p.
- Saray, M. C. R. y J. L. Loya. 1997. El cultivo del Tomate de Cáscara en el Estado de Morelos. SARH, INIA, CIAMEC, CAEZACA. México. Pp 3-11.
- SAS, Institute. 2002. User's Guide of SAS (Statistical Analysis System). SAS Institute Inc. Cary, N.C. United States of America. 550 p.
- Sawan, M. Z, Gregg, R.B., And Yousef, E.S. 1999. Effect of Phosphorus, Chelated Zinc and Calcium on Cotton Seed Yield, Viability and Seedling Vigor. Seed Sci. and Technol. 27:329-337.

- SIAP, (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera). 2010. Avances de Siembra y Cosecha. Año Agrícola 2010. México, D.F. SIAP. [http México D.F. SIAP. www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx)
- SIAP, (2012). Tomate verde. [Base de datos en línea]. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=265 &Itemid=101](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=265&Itemid=101). SIAP. [17 abr 12].
- Steiner, A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. *Plant Soil*. 15: 134-154.
- Taboada, M.S. y R. Oliver G. (eds) 2004. Cultivos alternativos en México. Primera Edición Editorial AGT Editor, S.A. México, D.F. 169 P.
- Valadéz, L. A. 1996. Producción de Hortalizas. UTEHA, Noriega Editores, México, D. F. 298 p.
- Valenzuela, J.L., M. Guzmán, A. Sánchez, A. del Río y L. Romero. 1993. Relationship between biochemical indicators and physiological parameters of nitrogen and physiological plant age. pp: 215-257. *In*: M.A.C. Fragoso y M.L. van Beusichem (eds.). Optimization of Plant Nutrition. Kluwer Academic Publishers. The Netherlands.
- Vargas, P. O., Martínez D., y Dávila A. P. 2003. La familia Solanaceae en Jalisco, El género *Physalis*. Ed. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.
- Villegas, O. G. 1995. Beneficio de Semilla de Tomate (*Physalis ixocarpa* Brot.) y su Relación con la Calidad Física y Fisiológica. Tesis Profesional. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 74 p.
- Zocco, J. L. 1999. Producción artesanal de semilla de variedades de maíz. Boletín Informativo DANAC 5 (2): 2.