



Universidad Autónoma Chapingo

"ENSEÑAR LA EXPLOTACIÓN DE LA TIERRA, NO LA DEL HOMBRE"

**Departamento de Fitotecnia
Instituto de Horticultura**

**DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA, NIVELES DE PODA Y
DENSIDADES DE POBLACIÓN EN TOMATE DE CÁSCARA
(*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.).**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

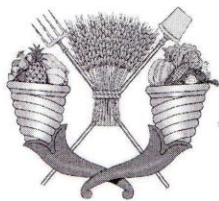
**DOCTOR EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA**

PRESENTA:

JUAN JOSÉ PONCE VALERIO

Chapingo, México. Agosto de 2010.





Universidad Autónoma Chapingo

"ENSEÑAR LA EXPLOTACIÓN DE LA TIERRA, NO LA DEL HOMBRE"

**Departamento de Fitotecnia
Instituto de Horticultura**

**DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA, NIVELES DE PODA Y
DENSIDADES DE POBLACIÓN EN TOMATE DE CÁSCARA
(*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.)**

TESIS

**QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**DOCTOR EN CIENCIAS
EN HORTICULTURA**

PRESENTA:

JUAN JOSÉ PONCE VALERIO

Chapingo, México. Agosto de 2010.



COMISIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES



**DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA, NIVELES DE PODA Y DENSIDADES DE
POBLACIÓN EN TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.)**

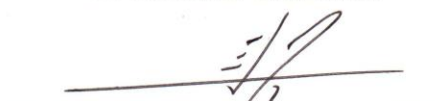
Tesis realizada por JUAN JOSÉ PONCE VALERIO bajo la dirección del Comité asesor indicado, aprobado por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR:


Dr. Aureliano Peña Lomelí

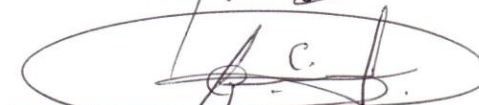
ASESOR:


Dr. Juan Enrique Rodríguez Pérez

ASESOR:


Dr. Rafael Mora Aguilar

ASESOR:


Dr. Rogelio Castro Brindis

LECTOR EXTERNO:


Dr. Juan Martínez Solís

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la vida y la oportunidad de salir adelante para realizar mis estudios.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, por el apoyo económico brindado durante la realización de mis estudios.

A la Universidad Autónoma Chapingo, por darme la oportunidad para realizar mis estudios y la oportunidad de superarme.

Al Dr. Aureliano Peña Lomelí, por su calidad humana, constante apoyo brindado, consejos y amistad que me ofreció desde mi llegada a la Universidad.

Al Dr. Juan Enrique Pérez, por sus grandes aportaciones y consejos tan acertados a este trabajo.

Al Dr. Felipe Sánchez del Castillo, por contribuir en mi formación académica, su valiosa sugerencia en la redacción del presente documento y por su amistad.

Al Dr. Rafael Mora Aguilar, por su valioso apoyo en lo laboral y en lo personal.

Al Dr. Rogelio Castro Brindis, por su gran apoyo en este trabajo.

Al Dr. Juan Martínez Solís, por su apoyo y cooperación en este trabajo.

Al M.C. Domingo Montalvo Hernández, por su amistad y sugerencias tanto en lo académico como en lo laboral.

Al Dr. Mario Pérez Grajales, por las orientaciones y amistad que me ha ofrecido.

Al Dr. Marco Antonio Gutiérrez C., por el valioso y constante apoyo brindado, por su ejemplo de profesionalismo e integridad moral, y sobre todo por su amistad.

A Profesores de Fitotecnia, de quienes recibí toda su ayuda y aprecio durante mis estudios: Dr. Alejandro Barrientos Priego, Dra. María Teresa Martínez D., Dr. Gustavo Almaguer, Dr. Jaime Sahagún C., Dr. Tito Vázquez Rojas, Dr. Héctor Lozoya Saldaña, Dra. María Teresa Colinas L., M. C. José Mejía M., M. C. Abelardo Barrientos V., Dr. Efraín Contreras M., Dr. Ana María Castillo G., Dr. Edilberto Avitia G., Antero, M.C. Claudio, Dr. Esaú Moreno.

A los Sres. Gabriel Ramírez C. (+) y Eusebio Moreno S., por su gran ayuda en las evaluaciones en campo y su amistad que hizo más liviano este trabajo y mi estancia en la Universidad.

A M.C. Natanael Magaña Lira, por su apoyo y la amistad brindada en mi fase de preparación.

A la generación 2004 – 2006, por la amistad que me ofrecieron, muchas gracias compañeros: Guadalupe, Toñita, Rocío, Vicente, Pablo, Gina y Fabiola.

Al Personal de la Coordinación, Sra. Alejandra, Sra. Gloria, Sra. Rocío y a José Luis.

A los Sres. Federico Ponce y Eduardo Ruiz Valerio, que me apoyaron incondicionalmente, muchas gracias.

A mi tío Jorge y Familia, mi tía kiro y familia, mi tía Gloria y familia, mi tía Fide y familia, a mi tío Emilio y familia, a mi tía Lolis y familia, a mi tío Chichi y familia, muchas gracias familia por el apoyo que hemos recibido de ustedes.

A Toño, Carlos, Sergio y Juan Ayala, muchas gracias por su amistad y el apoyo que me brindaron dentro y fuera de clases.

DEDICATORIA

A mi esposa Adriana, por su amor, fortaleza, comprensión y apoyo durante mi preparación académica y por el cúmulo de felicidad que ha traído a mi vida, muchas gracias Flaca.

A mis hijas Andrea y Ana Paula, por ser uno de los grandes motivos de superación, muchas gracias loquitas, las quiero mucho.

A mis padres Rafael Ponce Fonseca e Hilda Luz Valerio de Ponce, de quienes he aprendido el amor por trabajar, luchar día tras día y la ilusión de seguir siempre adelante.

A mi hermana y Carlos E. Acosta, de quienes he recibido su completo apoyo y confianza incondicional, muchas gracias.

A mi sobrinos Luis E. y Valeria Acosta Ponce, esperando que le sirva de ejemplo para su superación.

A la familia Valdez Vizcarra, por su gran amistad y por compartir gratos momentos a su lado.

A mis abuelitas Carmelita Fonseca (+) y Fidelia Castro, por darme los mejores padres y por ser tan buenas conmigo, muchas gracias.

A Juan Carlos Cárdenas, por todo su apoyo y confianza que me ha brindado en otra fase de mi vida, muchas gracias.

A la Familia Cárdenas Cevallos, por la confianza y amistad que me ha brindado.

A Desarrollos Tecnificados Agrícolas: Don Ramiro, Panchita, Mara, Jesús, Maribel, Juan Álvaro, Benito, Lupe, Abraham, Martín, Luis, Julio, Alberto, Epifanio, Fernando,

Choco, Don Beto, Ing. José Gómez, por darme su amistad, apoyo y el estar aprendiendo día tras días de ellos, muchas gracias.

A mis abuelos José Ponce y Juan Valerio (+), ejemplo de rectitud y humildad para con los que los rodearon.

A mi tía Martha, mi tío José Humberto y mi tío Teodoro (+), que yo sé que desde donde están me están echando porras, muchas gracias tíos.

A mi compadre Eduardo Gonzáles y Familia, por su gran apoyo y consejos que me ha brindado.

A todos los vecinos de la cuadra: Mi tía Rosalva, tío Oscar, Diana, Tere, Doña Tacha (t), Martha, Mi nino Talo, Mi nina Adriana, el perrón mi nino Victor, al soplete Armando Miranda, a los cuates Arat y Genadis, a Don Rey y familia, a Julián, gracias por su amistad.

A los compañeros de la preparatoria y licenciatura: Rodrigo Castro, Armando Godoy, Liberato Osuna, Gilberto Montoya, Daniel Arce, Vinicio Avendaño, Juan Fernando Rodríguez, Macedonio, mi compare Chichi, Arturo Chan, a mi compare Paúl Sañudo, José Luis Verduzco, Don Chuy, Marina Castro, Gabriela Vega, Teodoro Osben, Jesús Gerardo, Luis Ariel Lugo, gracias por su amistad.

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor de la presente tesis, JUAN JOSÉ PONCE VALERIO, Ingeniero Agrónomo, es originario de Guasave, estado de Sinaloa, lugar donde nació el 13 de diciembre de 1976. Realizó sus estudios de bachillerato en el Colegio Guasave, del cual egresó en 1995. Estudió la licenciatura en el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON), en Ciudad Obregón, Sonora, del cual egresó en 1999, titulándose con la tesis "Evaluación de ácido salicílico en papa (*Solanum tuberosum*) en el Valle del Yaqui, Sonora Ciclo 1998 - 1999". Realizó sus estudios de Maestría en Ciencias en Horticultura en la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo Estado de México, de la cual egresó en el 2003, titulándose con la tesis denominada "Rendimiento y calidad de fruto de 40 variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en cuatro sistemas de producción". Actualmente labora como jefe de producción en la empresa Desarrollos Tecnificados Agrícolas, dedicada a producir tomate bola, tomate saladette, pepino europeo y pepino slicer en Magdalena, Sonora.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE CUADROS	iii
RESUMEN GENERAL	1
GENERAL ABSTRACT	3
INTRODUCCIÓN GENERAL	5
DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA EN TOMATE DE CÁSCARA (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot. ex Horm.) EN HIDROPONIA BAJO INVERNADERO	8
1.1. RESUMEN.....	9
1.2. ABSTRACT	10
1.3. INTRODUCCIÓN	11
1.4. MATERIALES Y MÉTODOS	15
1.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
1.6. CONCLUSIONES.....	23
1.7. LITERATURA CITADA.....	24
PODA Y DENSIDAD DE POBLACIÓN EN TRES VARIEDADES DE TOMATE DE CÁSCARA (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot. ex Horm.) CULTIVADO EN INVERNADERO	27
2.1. RESUMEN.....	28
2.2. ABSTRACT	30
2.3. INTRODUCCIÓN	31
2.4. MATERIALES Y MÉTODOS	35
2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
2.6. CONCLUSIONES.....	40
2.7. LITERATURA CITADA.....	41

EVALUACIÓN DE PODAS EN DOS VARIEDADES DE TOMATE DE CÁSCARA (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot. ex Horm.) CULTIVADO EN CAMPO	43
3.1. RESUMEN	44
3.2. ABSTRACT	45
3.3. INTRODUCCIÓN	46
3.4. MATERIALES Y MÉTODOS	49
3.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	52
3.6. CONCLUSIONES	59
3.7. LITERATURA CITADA	60
DISCUSIÓN GENERAL	63
DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA	63
PODA, DENSIDAD y VARIEDADES	64
CONCLUSIONES GENERALES	67
LITERATURA CITADA	68

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1.1. Variedades usadas en el ensayo de distribución de biomasa. Chapingo, México..	16
Cuadro 1.2. Cuadrados medios del análisis de varianza de caracteres evaluados, en cuarenta variedades de tomate de cáscara. Chapingo, México,	19
Cuadro 1.3. Comparación de medias para factor razas de tomate de cáscara evaluadas en Chapingo, México.....	20
Cuadro 1.4. Relación proporcional en la distribución de biomasa de diferentes estructuras para factor razas de tomate de cáscara, evaluadas en Chapingo, México.	22
Cuadro 2.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de caracteres evaluados en variedades de tomate de cáscara bajo tres densidades y tres sistemas de poda.	37
Cuadro 2.2. Comparaciones de medias de caracteres evaluados para el factor variedad de tomate de cáscara.	38
Cuadro 2.3. Comparaciones de medias de caracteres evaluados para el factor densidad de plantación en tomate de cáscara.	39
Cuadro 2.4. Comparación de medias de caracteres evaluados para el factor poda en tomate de cáscara.	39
Cuadro 3.1. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento por planta (g) por corte y en total de los cortes (RTP), peso promedio de 15 frutos,	

diámetro ecuatorial y polar, en dos variedades de tomate de cáscara, evaluadas con tres niveles de poda Chapingo, México..	53
Cuadro 3.2. Comparación de medias para factor variedad de tomate de cáscara evaluadas en Chapingo, México.	55
Cuadro 3.3. Comparación de medias para el factor niveles de poda para tomate de cáscara en los diferentes cortes realizados, evaluados en Chapingo, México.	57

DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA, NIVELES DE PODA Y DENSIDADES DE POBLACIÓN EN TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.)

RESUMEN GENERAL

La producción de tomate de cáscara en México ha evolucionado con el manejo convencional (sistema de riego por goteo, acolchado etc.); sin embargo, no hay antecedentes acerca de un manejo intensivo en invernadero como el que se da a otros cultivos, principalmente jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) y chile (*Capsicum annum* L.). La variedad y la densidad de población, junto con otras técnicas de manejo como la poda, tanto de ramas como de brotes laterales, pueden ser opciones para un sistema de producción de tomate de cáscara en invernadero. La práctica de despunte reduce la altura de la planta, modifica el hábito de crecimiento indeterminado a determinado y concentra la producción de frutos con menos entrenudos. Para compensar el menor rendimiento por planta es necesario incrementar la densidad de plantación. La manipulación de la densidad de población permite optimizar la radiación interceptada, por lo que es una buena estrategia para incrementar el rendimiento (Sánchez *et al.*, 1994) si se cuenta con una variedad adecuada a un sistema intensivo. Una alta densidad de plantas aumenta la tasa de desarrollo y reduce la duración del ciclo biológico en función de la variedad. Con base en lo anterior, la presente investigación se llevó a cabo con tres experimentos.

Se determinó la distribución de biomasa en órganos de la parte aérea de la planta de 40 variedades de cinco razas de tomate de cáscara cultivadas en invernadero con

hidroponia. El propósito fue identificar las diferencias entre razas en acumulación de biomasa y entre niveles de dosel de la planta, que se dividió en dos secciones: inferior (hasta el quinto nudo) y superior (a partir del sexto nudo). Se observó que la raza Salamanca tiene mayor crecimiento foliar en la parte baja del dosel y la raza Manzano y un compuesto interracial tuvieron mayor proporción de biomasa en la parte superior de la planta.

El segundo experimento se realizó en invernadero con hidroponía, con los objetivos siguientes: a) comparar tres cultivares de tomate de cáscara, b) comparar tres densidades de población y c) evaluar tres niveles de poda. Se observó que la Población Tecámac tuvo mejor comportamiento; el mayor rendimiento se obtuvo con la densidad más alta; y las podas en el cultivo de tomate de cáscara no influyeron significativamente en el rendimiento y calidad de fruto.

El tercer experimento consistió en la evaluación de dos variedades y cuatro niveles de poda en tomate de cáscara cultivado en campo. El objetivo fue determinar el efecto de la poda en las características morfológicas de tomate de cáscara (número de frutos por planta, tamaño de frutos, peso por fruto, rendimiento y altura a la primera bifurcación). El mayor rendimiento y mejor tamaño de fruto se obtuvo con la variedad CHF1-Chapingo, en tanto que la poda no influyó en el rendimiento ni en sus componentes.

**BIOMASS DISTRIBUTION, PRUNNING LEVELS AND PLANT DENSITIES IN HUSK
TOMATO (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.)**

GENERAL ABSTRACT

Husk tomato production has evolved with conventional handling. However, there are no antecedents of intensive handling under greenhouse conditions like that used in other crops, mainly tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and chili pepper (*Capsicum annum* L.). Variety, population density and pruning, both of branches and lateral shoots, can be options for a production system of husk tomato under greenhouse conditions. Pruning reduces plant height, modifies growth habit from indeterminate to determinate and concentrates fruit production in fewer internodes. To compensate the lower yield per plant, it is necessary to increase plant density. Modification of plant density allows optimizing interception of radiation, so it is a good strategy to increase yield (Sánchez *et al.*, 1999). A high plant density increases earliness and reduces biological cycle. Based on the above information, this research was carried out in three different experiments.

The first experiment was to determinate biomass distribution of the shoot system in 40 husk tomato varieties from five races. The main objective was to identify which race accumulates more biomass and the differences between the two levels in which the plant was divided: lower (until fifth node) and upper (from sixth node). It was observed that the Salamanca race had the highest leaf growth and stem dry weight accumulation in the

lower section. The Manzano race and inter-racial compound had the highest biomass ratio in the upper section.

The second experiment was carried out in greenhouse with the following objectives: a) to compare three husk tomato cultivars grown in hydroponics, b) to compare three population densities in the same system; and c) to evaluate three pruning. It was observed that the Population Tecámac has the best performance, the highest yield was obtained from the highest plant density and pruning in husk tomato did not significantly influenced fruit yield and quality.

The third experiment consisted of evaluating two varieties and four pruning levels in husk tomato cultivated in field. The objective was to determinate the effect of pruning on morphological characteristics of husk tomato (number of fruits per plant, fruit size, fruit weigh, yield, and plant height at first branching). The highest fruit yield and best size was obtained from CHF1 Chapingo, while pruning did not influence yield and its components.

INTRODUCCIÓN GENERAL

La producción de hortalizas en México ha manifestado un importante impulso en el desarrollo del sector primario. Entre las múltiples hortalizas cultivadas está el tomate verde, más conocido como tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.). Se considera que el tomate de cáscara es una especie originaria de México, asociada a la vertiente del Pacífico, donde es posible encontrarlo en forma silvestre, en una franja que va desde Centroamérica (Guatemala) hasta California. Dentro del género *Physalis* se ha estimado que existen alrededor de 80 especies, confinadas en su gran mayoría a zonas templadas y tropicales de América y muy pocas especies en el Este de Asia, India, Australia, Europa y África Tropical. De todas las especies de este género, aproximadamente 70 se encuentran en México. La especie *P. ixocarpa* Brot. ex Horm. es una hortaliza cuyo uso más difundido en México es el alimenticio (Santiguillo *et al.*, 1996).

El tomate de cáscara en México ha tenido mucho auge en los últimos años (Peña *et al.*, 1999), en el año 2008 se establecieron aproximadamente 47,000 ha., con rendimiento promedio de 13 t ha⁻¹, lo cual ubicó al cultivo en cuarto lugar de superficie cultivada entre las hortalizas del país (SIAP, 2008).

Actualmente el tomate de cáscara tiene importancia nacional, ya que se cultiva en 26 de los 32 los Estados de la República Mexicana y sólo tres hortalizas se siembran en mayor superficie: papa (*Solanum tuberosum* L.), jitomate (*Lycopersicum esculentum*

Mill.) y chile (*Capsicum annum* L.). El incremento en la superficie cosechada se inició principalmente en la década de los setenta. Esto se debió a un aumento significativo en el consumo *per capita* a nivel nacional (7.1 kg actualmente), así como a la exportación hacia los Estados Unidos de Norteamérica y Canadá (Peña y Santiaguillo, 1999).

Una vez que emerge la plántula, ésta inicia un crecimiento lento, aproximadamente 1 cm d⁻¹, a los 24 días el crecimiento aumenta en forma considerable y se estabiliza cuando la planta tiene una altura de 90 cm. El crecimiento continúa de una forma más lenta. La planta puede llegar a medir más de 1 m de altura. Aproximadamente a los 70 días la planta empieza a envejecer rápidamente. La diferenciación de las primeras yemas florales ocurre entre los 17 y 20 días después de la siembra. La polinización natural es realizada principalmente por insectos, en su mayoría abejas (*Apis mellifera*). Una vez que la flor ha sido polinizada se cierra y no vuelve abrirse, luego inicia su marchitez y enseguida cae. Las primeras flores aparecen entre los 28 y 30 días y continúa la floración hasta la muerte de la planta (Pérez *et al.*, 1997). A los 30 días cuenta con seis flores, después hay una etapa con gran producción de éstas, a los 52 días se tiene cerca de 125 flores y posteriormente disminuyen en forma considerable.

Las plantas de tomate de cáscara producen mayor número de frutos grandes en el primer corte, medianos en el segundo y chicos en el tercero y cuarto. De igual forma, tienen mayor rendimiento de frutos grandes y medianos en los dos primeros cortes y medianos y chicos en los dos últimos (Cartujano *et al.*, 1985).

Saray (1982) señala que a pesar de que en México existen poblaciones de tomate de

cáscara en diversos grados de domesticación, su conocimiento es escaso, desconociéndose sus características agronómicas más importantes, así como su disponibilidad y variabilidad, lo que redunda en una incipiente contribución al fitomejoramiento (López *et al.*, 1994). Dicha variabilidad genética se ha agrupado en ocho razas: Milpero silvestre, Milpero cultivado, Arandas, Tamazula, Manzano, Rendidora, Salamanca y Puebla (Ayala *et al.*, 1992).

La dinámica agrícola del cultivo del tomate de cáscara demanda la generación de cultivares mejorados que se ajusten a las necesidades actuales del mercado nacional e internacional. Dentro de las características a mejorar destacan: rendimiento, hábito de crecimiento, distribución de la producción, así como color, forma, y tamaño del fruto. El concentrar la producción en un tiempo reducido debe ser uno de los objetivos del mejoramiento genético de la especie, al menos en regiones en donde las bajas temperaturas son limitantes para su siembra, como el altiplano mexicano, ya que esto, junto con la precocidad, permitiría llegar al mercado más pronto y reduciría los costos de recolección (Peña y Márquez, 1990).

La presente investigación se realizó con el propósito de estudiar la distribución de biomasa con el objetivo de generar un sistema, mediante podas y densidades, en la producción del cultivo de tomate de cáscara, tanto para en invernadero como para campo.

CAPITULO I

DISTRIBUCCIÓN DE BIOMASA EN TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) EN HIDROPONIA BAJO INVERNADERO

DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA EN TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) EN HIDROPONIA BAJO INVERNADERO

1.1. RESUMEN

Con el propósito de determinar la distribución de biomasa en órganos de la parte aérea de la planta de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.), 40 variedades de cinco razas (Rendidora, Tamazula, Puebla, Salamanca y Manzano) y dos híbridos interraciales se establecieron en invernadero en el año 2003, bajo un diseño experimental de bloques completos al azar, con tres repeticiones. Se evaluaron número de frutos, peso seco de frutos, número de flores, peso seco de flores, número de hojas, peso seco de hojas, área foliar y peso seco de tallo. Cada variable se evaluó en dos secciones de la planta; la parte inferior hasta el quinto nudo y la parte superior fue considerada a partir del sexto nudo. Se estimó la proporción de las secciones superior e inferior con respecto al total de la parte aérea de la planta para cada variable. La raza Salamanca tuvo mayor crecimiento foliar y acumulación de biomasa en el tallo en la porción inferior de la planta; la raza Tamazula mostró comportamiento similar al acumular mayor cantidad de biomasa en la sección inferior. En contraste, la raza Manzano y un híbrido interracial tuvieron mayor proporción de biomasa en la parte superior de la planta.

Palabras Claves: Biomasa, Hidroponía, Invernadero.

BIOMASS DISTRIBUTION OF HUSK TOMATO (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) IN HYDROPONICS UNDER GREENHOUSE

1.2. ABSTRACT

In order to determinate biomass distribution on the shoot system of husk tomato (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.), 40 varieties from five races (Rendidora, Tamazula, Puebla, Salamanca, and Manzano) and two inter-racial hybrids were sew under greenhouse conditions during 2003. It was used a random blocks experiment design, with three replications. The traits evaluated were: number of fruits, fruit dry weigh, number of flowers, flower dry weigh, number of leaves, leaf dry weigh, leaf area and steam dry weigh. Each trait was evaluated in two sections of the plant. The lower section was until the fifth node and the upper section was from sixth node. It was estimated the ratio of upper and lower section regarding total shoot system for each trait. Salamanca race had the highest leaf growth and stem biomass accumulation in the lower section. Tamazula race showed a similar performance, accumulating more biomass in the lower section. Manzano race and a inter-racial hybrid had high biomass ratio in the upper section.

Key words: Biomass, Hidroponics and Greenhouse.

1.3. INTRODUCCIÓN

El rendimiento de un cultivo está determinado por la capacidad de acumular biomasa (materia seca) en los órganos que se destinan a la cosecha. Un incremento proporcional de la biomasa destinada a estos órganos garantiza un incremento en el rendimiento. Así, la distribución de materia seca entre los diferentes órganos de la planta tiene un papel fundamental en la producción del cultivo.

Los asimilados, producidos por la fotosíntesis en los órganos “fuente” (principalmente las hojas), pueden ser almacenados o distribuidos a través del floema en los diferentes órganos de “demanda” de una planta. Para lograr un rápido crecimiento inicial de las plantas jóvenes, es importante un incremento significativo de la superficie foliar en esta etapa, debido a que gran parte de la radiación solar incidente no es interceptada. Por lo tanto, en esta etapa, la mayor parte de los asimilados deben ser destinados a la formación de hojas.

La distribución de materia seca entre los diferentes órganos de una planta es el resultado final de un conjunto ordenado de procesos metabólicos y de transporte que gobierna el flujo de asimilados a través de un sistema fuente-demanda. Las actividades involucradas en este proceso no son estáticas y pueden cambiar diariamente y a lo largo del periodo de desarrollo de la planta (Patrick, 1988). Los asimilados, producidos por la fotosíntesis en los órganos fuente (principalmente hojas), pueden ser almacenadas o translocados, por el floema, a los diferentes órganos demanda.

La tasa de translocación de los asimilados en el floema es determinada frecuentemente por gradientes de concentración de solutos o de turgencia potencial entre la fuente y la demanda ubicada al final del floema (Lang y Thorpe, 1986). A pesar de que el sistema de translocación puede afectar la distribución de materia seca, estos efectos disminuyen al incrementarse la demanda (Wardlaw, 1990).

Wolswinkel (1985) indica que la distribución de materia seca entre los órganos demanda es primeramente regulada por la fuerza de demanda de estos órganos. La capacidad potencial para acumular asimilados o la demanda potencial de asimilados en un demanda pueden ser cuantificados mediante la tasa potencial de crecimiento, cuando el suministro de asimilados no es limitante (Ho, 1988). Bajo esta perspectiva, la distribución de materia seca está determinada por su fuerza de demanda con relación a la potencia total de la fuente del conjunto de órganos de la planta.

La distribución de materia seca puede cambiar durante el desarrollo de un cultivo, debido a cambios en la fuerza de demanda de un órgano individual y alteraciones del número de órganos creciendo en la planta (Marcelis, 1994). Asimismo, el crecimiento potencial de un órgano podría ser determinado durante el periodo de división celular, en la fase inicial de desarrollo de este órgano (Patrick, 1988).

Entre otros factores que están involucrados en la regulación de la distribución de la materia seca están las hormonas, que podrían afectar la fuerza de demanda de un órgano (Kuiper, 1993).

Los factores climáticos pueden influir en la distribución a corto plazo de asimilados, como consecuencia de la respuesta de la fuerza de la demanda de los órganos individuales a los cambios de las condiciones externas, y también, a largo plazo, a través del efecto que ejercen sobre el número de órganos demandas que crecen en la planta (Marcelis, 1993).

En el caso del jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), la fracción de materia seca destinada a las raíces varía entre 17 y 20 % en el estado inicial y entre 1 y 10 % en el estado generativo. En el caso de las hortalizas de fruto, el crecimiento radical se reduce de manera significativa, dándose incluso la muerte de cierta proporción de las raíces al iniciarse el período generativo (Van Der Vlugt, 1987).

El tomate de cáscara es una hortaliza de gran importancia en México y por ahora sólo se cultiva en campo abierto. En el año 2008 se sembraron 47,097 ha; los principales estados productores en el sistema de riego fueron: Sinaloa, Puebla, Sonora, Michoacán, Estado de México, Guanajuato, Zacatecas, Hidalgo y Jalisco; en el sistema de temporal fueron: Jalisco, Morelos y Estado de México. En ese año ocupó el cuarto lugar en superficie cultivada, con respecto a las demás hortalizas, con 74 % bajo riego y 26 % bajo temporal (SIAP, 2008).

El cultivo de tomate de cáscara se ha incrementado por ser una hortaliza que no requiere muchos cuidados, aunque el rendimiento promedio nacional es bajo con relación al potencial productivo del cultivo, que se estima en $40 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Peña y Santiaguillo, 1999). Tal incremento es posible con el uso de mejores variedades y

técnicas del cultivo. Además, tiene grandes perspectivas en el mercado donde, incluso, puede ser un sustituto del jitomate, cotizándose a buen precio y en ocasiones superiores al de éste. También tiene la ventaja de poseer un ciclo de producción relativamente corto (80 días), ya que su fruto se consume cuando aún se encuentra fisiológicamente inmaduro (Sigala *et al.*, 1994).

El tomate de cáscara se cultiva casi exclusivamente en campo abierto; no obstante, su cultivo en invernadero representa una posibilidad de manejo para incrementar el rendimiento y reducir el impacto de problemas fitosanitarios, mismos que en la actualidad reducen significativamente la producción en campo abierto (Ponce, 2003).

En general existen pocos estudios básicos sobre las relaciones fuente demanda y el crecimiento en tomate de cáscara (Cartujano *et al.*, 1985). En particular, debido a que prácticamente no se cultiva en invernadero, no existe información al respecto bajo este sistema de producción.

Con base en lo anterior, en el presente trabajo se estudiaron 40 variedades de tomate de cáscara, cultivadas en hidroponía bajo invernadero, con el objetivo de determinar la distribución de biomasa en cada órgano de la parte aérea de la planta, a fin de generar información que permita seleccionar material genético factible de ser utilizado bajo condiciones en invernadero.

1.4. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo durante el ciclo Primavera – Verano de 2003.

Se estudiaron 40 materiales de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.), de los cuales 14 son variedades comerciales, 26 son variedades generado por el Programa de Mejoramiento Genético de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y ocho son poblaciones conservadas por el Banco Nacional de Germoplasma de la UACH. Los materiales estudiados pertenecen a cinco de las ocho razas de tomate de cáscara existentes en México (Peña y Santiaguillo, 1999), como se muestra en el Cuadro 1.1. (Página 16).

La siembra se realizó el día 26 de febrero del 2003, en charolas de poliestileno de 200 cavidades. Se empleó turba canadiense (peat-moss®) como sustrato. Se transplantó 30 días después de la siembra. Se utilizaron bolsas de polietileno negro de 40 x 45 cm; éstas se llenaron con sustrato inerte (arena de tezontle). Se utilizaron cintas regantes cuya separación fue de 50 cm entre los emisores y la distancia entre las hileras fue de 80 cm. Se colocaron estacas de 2.5 m de alto como sostén para el tutoreo, mismo que se mantuvo hasta el último corte. Se usó un diseño experimental en bloques completos al azar con tres repeticiones. La unidad experimental fue de cinco plantas.

Cuadro 1.1. Variedades usadas en el ensayo de distribución de biomasa en materiales de tomate. Chapingo, México. 2003.

VARIEDAD	RAZA	ORIGEN^a
1.- CHF1-Chapingo	(Rendidora) ^a	UACH
2.- Sintético Interfamiliar	(Rendidora)	UACH
3.- Familia 130	(Rendidora)	UACH
4.- Población 8	(Rendidora)	UACH
5.- Población 5	(Rendidora)	UACH
6.- Población 3	(Rendidora)	UACH
7.- Población 2	(Rendidora)	UACH
8.- Sintético Intervarietal	(Inter Racial)	UACH
9.- Manzano Sm2r	(Manzano)	UACH
10.- Puebla Sm1	(Puebla)	UACH
11.- Esmeralda	(Rendidora)	CS
12.- Verde 3000	(Puebla)	CS
13.- Verde Supremo	(Rendidora)	CS
14.- Yoreme	(Tamazula)	CS
15.- Súper Morado	(Tamazula)	CS
16.- Súper Cerro Gordo	(Salamanca)	CS
17.- Tamazula Sm2	(Tamazula)	UACH
18.- San Mateo	(Puebla)	UACH
19.- Diamante	(Inter Racial)	UACH
20.- Puebla Sm2	(Puebla)	UACH
21.- Tamazula Sm2r	(Tamazula)	UACH
22.- Tamazula Sm3	(Tamazula)	UACH
23.- 19 Jal.74	(Tamazula)	BNG
24.- 185 Jal.68	(Tamazula)	BNG
25.- 12 Usa02	(Rendidora)	BNG
26.- Puebla Verde	(Puebla)	CS
27.- 128 Bcn01-Elsa	(Rendidora)	BNG
28.- 124 Usa 03	(Rendidora)	BNG
29.- 127 Usa 03	(Rendidora)	BNG
30.- 129 Bcn 02	(Rendidora)	BNG
31.- Mahume	(Puebla)	CS
32.- Cerro Gordo	(Salamanca)	CS
33.- San Ramón	(Puebla)	UAAAN 2002
34.- Rendidora Mejorada	(Rendidora)	CS
35.- Salamanca	(Salamanca)	CS
36.- Cerro Gordo	(Salamanca)	UAAAN 2002
37.- Boyeros	(Inter Racial)	UACH
38.- Tecamachalco	(Puebla)	UACH
39 - 126 Usa 02	(Rendidora)	BNG
40 - Haz	(Rendidora)	CS

^a UACH = Programa de Mejoramiento Genético de Tomate de Cáscara de la Universidad Autónoma Chapingo; CS = Compañía semillera; BNG = Banco Nacional de Germoplasma de la UACH; UAAAN = Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

A los 90 días después del trasplante se extrajeron cuatro plantas de cada variedad, las cuales fueron llevadas al laboratorio para un muestreo destructivo. Se dividió cada planta en dos secciones: a partir del sexto nudo (A) y hasta el quinto nudo (B).

Para cada una de las secciones (A y B) de la planta se evaluaron las variables siguientes: Número de frutos (NF), se hizo un conteo de frutos; peso seco de frutos (PSF), se introdujeron a la estufa por tres días a 75°C; número de flores (NLF), se hizo un conteo de flores; peso seco de flores (PSFL), se hizo el mismo procedimiento que en el peso seco de frutos; número de hojas (NH); peso seco de hojas (PSH) y área foliar hasta el quinto nudo (AF). De la suma de ambas secciones se obtuvo el total por planta para cada variable (A+B). Se midió, además, el peso seco del tallo (PST). Adicionalmente se calculó para cada variable la proporción que representa cada una de las secciones (A y B) con respecto al total (A + B).

El análisis estadístico se realizó considerando los factores bloque, raza y variedad anidada en raza. Se empleó el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, V.09). Se hizo análisis de varianza y prueba de comparaciones de medias de Tukey ($\alpha=0.05$) para razas.

1.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza se observó diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) en el factor raza para las variables peso seco de flores hasta el quinto entre nudo [PSFL (B)], peso seco total de flores [PSFL(A+B)], número de hojas a partir del sexto entrenudo [NH(A)], número de hojas hasta el quinto entrenudo [NH(B)], número de hojas totales [NH(A+B)], peso seco de hojas hasta el quinto entrenudo [PSH(B)], el total de peso seco de hojas [PSH(A+B)], área foliar hasta el quinto entrenudo [AF(B)], el total de área foliar [AF(A+B)] y el peso seco de tallo [PST] (Cuadro 1.2). Estos resultados indican que existe variación entre razas para las variables evaluadas.

El factor variedad, considerando como anidado en raza, causó variaciones ($\alpha = 0.05$) en los caracteres peso seco de flores a partir del sexto entrenudo [PSFL(A)], peso seco total de flores [PSFL(A+B)], número de flores hasta el quinto entrenudo [NFL(B)], número de hojas hasta el quinto entrenudo [NH(B)], número de hojas totales [NH(A+B)] y peso seco de tallo [PST] (Cuadro 1.2). De acuerdo con lo anterior, las variedades dentro de raza presentaron diferencias para las variables evaluadas.

No obstante que en el análisis de varianza se encontraron diferencias significativas para el factor raza en diez variables de las 22 evaluadas, la prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0.05$) solo arrojó diferencias para cinco de ellas (Cuadro 1.3).

La raza Manzano tuvo el mayor valor (169) en la variable número de flores a partir del sexto nudo, mientras que en el grupo interracial fue el menor valor (82.78). Para la variable número total de hojas la raza Salamanca fue superior (718.2) y el menor valor

correspondió al grupo interracial; en tanto que el mayor valor para peso seco de hojas hasta el quinto nudo lo presentaron las variedades de la raza Tamazula y el menor valor lo tuvo el grupo de los híbridos interraciales.

Cuadro 1.2. Cuadrados medios del análisis de varianza de caracteres evaluados, en 40 variedades de tomate de cáscara evaluadas en Chapingo, México. 2003.

FV ²	GL	NF(A)	NF(B)	NF(A+B)	PSF(A)(g)	PSF(B)(g)	PSF(A+B)(g)
Blo	2	23127.7	227.3	27565.0	236.8	7.2	258.3
Raza	5	3034.2	547.9	3008.8	343.6	8.0	431.8
Var(Raza)	34	1844.7	340.3	2424.7	159.7*	11.4	176.4 *
Error	78	2559.5	237.5	3136.0	87.7	11.2	96.1
CV (%)		59.6	117.6	57.1	61.9	247.6	59.4
		NFL(A)	NFL(B)	NFL(A+B)	PSFL(A)(g)	PSFL(B)(g)	PSFL(A+B)(g)
Blo	2	3745.6	2233.2	11713.2	8.1	0.5	12.9
Raza	5	6271.5	2319.1	10902.6	1.2	0.5*	2.0*
Var(Raza)	34	3202.7	767.8 *	4943.8	0.6	0.1	23.6
Error	78	2713.6	443.3	3140.8	0.6	0.09	0.6
CV(%)		49.7	94.9	44.1	45.1	92.5	39.8
		NH(A)	NH(B)	NH(A+B)	PSH(A)(g)	PSH(B)(g)	PSH(A+B)(g)
Blo	2	113748.3	3920.9	148883.0	92.8	5.5	142.1
Raza	5	82569.7*	35222.3**	161739.7**	75.8	26.1*	109.3*
Var(Raza)	34	25370	8764.6*	28056.6*	35.5	7.3	41.3
Error	78	16994.3	5462.5	16965.4	25.3	5.9	28.7
CV (%)		30.8	75.3	25.0	29.9	85.1	27.2
		AF(A)(cm ²)	AF(B)(cm ²)	AF(A+B)(cm ²)	PST(g)		
Blo	2	11954925	215198.6	13911038.0	1172.7		
Raza	5	4287468	3299935.0**	9080416.8*	1065.3*		
Var(Raza)	34	3059899.5	877693.0	3028324.1	177.5*		
Error	78	2227554.6	670057.8	1967881.6	91.1		
CV (%)		33.4	86.4	25.9	24.7		

²FV = Fuentes de Variación; Blo: Bloque; Var(Raza): Variedad anidado en raza; CV: Coeficiente de Variación, GL: Grados de Libertad; NF(A): Número de frutos a partir del sexto nudo; NF(B): Número de frutos hasta el quinto nudo; NF(A+B): Número total de frutos; PSF(A): Peso seco de frutos a partir del sexto nudo; PSF(B): Peso seco de frutos hasta el quinto nudo; PSF(A+B): Peso seco total de frutos; NFL(A): Número de flores a partir del sexto nudo; NFL(B): Número de flores hasta el quinto nudo; NFL(A+B): Número total de flores; PSFL(A): Peso seco de flores a partir del sexto nudo; PSFL(B): Peso seco de flores hasta el quinto nudo; PSFL(A+B): Peso seco total de flores; NH(A): Número de hojas a partir del sexto nudo; NH(B): Número de hojas hasta el quinto nudo; NH(A+B): Número total de hojas; PSH(A): Peso seco de hojas a partir del sexto nudo; PSH(B): Peso seco de hojas hasta el quinto nudo; PSH(A+B): Peso seco total de hojas; AF(A): Área foliar a partir del sexto nudo; AF(B): Área foliar hasta el quinto nudo; AF(A+B): Área foliar total; PST(A): Peso seco de tallo. = significativo con $\alpha = 0.05$, = significativo con $\alpha = 0.01$.

Cuadro 1.3. Comparación de medias para factor razas de tomate de cáscara evaluadas en Chapingo, México. 2003.

RAZA	NF(A)	NF(B)	NF(A+B)	PSF(A), (g)	PSF(B), (g)	PSF(A+B), (g)
Manzano	89.3 a ^z	9.0 a	98.3 a	22.5 a	0.9 a	23.4 a
Interracial	114.6 a	2.2 a	116.8 a	15.8 a	1.3 a	17.2 a
Puebla	71.7 a	8.3 a	80.1 a	14.0 a	0.7 a	14.7 a
Rendidora	84.3 a	13.7 a	98.0 a	18.6 a	2.0 a	20.7 a
Tamazula	78.9 a	19.1 a	98.0 a	11.5 a	0.9 a	12.4 a
Salamanca	97.1 a	17.6 a	114.7 a	8.6 a	0.9 a	9.5 a
DMS	58.9	25.3	67.6	17.3	4.6	18.2

RAZA	NFL(A)	NFL(B)	NFL(A+B)	PSFL(A), (g)	PSFL(B), (g)	PSFL(A+B), (g)
Manzano	169.6 a	11.3 a	181.0 a	2.4 a	0.1 a	2.6 a
Interracial	82.7 b	6.5 a	89.3 a	1.5 a	0.08 a	1.5 a
Puebla	105.2 ab	15.7 a	121.0 a	1.8 a	0.2 a	2.1 a
Rendidora	97.4 ab	18.4 a	115.8 a	1.6 a	0.2 a	1.9 a
Tamazula	101.0 ab	38.1 a	139.1 a	1.5 a	0.5 a	2.1 a
Salamanca	132.4 ab	33.7 a	166.2 a	2.1 a	0.5 a	2.7 a
DMS	77.7	38.0	96.5	1.1	0.5	1.1

RAZA	NH(A)	NH(B)	NH(A+B)	PSH(A), (g)	PSH(B), (g)	PSH(A+B), (g)
Manzano	476.3 a	43.6 a	520.0 ab	17.2 a	1.4 ab	18.6 a
Interracial	405.1 a	26.8 a	432.0 b	19.3 a	0.7 b	20.0 a
Puebla	379.6 a	79.9 a	459.5 b	15.2 a	2.4 ab	17.7 a
Rendidora	407.6 a	83.8 a	491.4 ab	16.1 a	2.4 ab	18.6 a
Tamazula	397.8 a	155.3 a	553.1 ab	16.1 a	4.5 a	20.6 a
Salamanca	571.7 a	146.4 a	718.2 a	20.7 a	3.9 ab	24.6 a
DMS	218.7	128.5	230.0	8.1	3.7	8.8

RAZA	AF(A) (cm ²)	AF(B) (cm ²)	AF(A+B) (cm ²)	PST, (g)
Manzano	4771.8 a	402.0 ab	5173.8 a	34.0 b
Interracial	5075.9 a	226.3 b	5302.2 a	36.4 ab
Puebla	3998.3 a	806.0 ab	4804.3 a	37.9 ab
Rendidora	4365.4 a	802.9 ab	5168.2 a	33.2 b
Tamazula	4300.8 a	1411.9 ab	5712.7 a	41.9 ab
Salamanca	5341.6 a	1519.8 a	6861.3 a	54.1 a
DMS	2402.6	1286.7	2390.1	18.3

NF(A) = Número de frutos a partir del sexto nudo; NF(B) = Número de frutos hasta el quinto nudo; NF(A+B) = Número total de frutos; PSF(A) = Peso seco de frutos a partir del sexto nudo; PSF(B) = Peso seco de frutos hasta el quinto nudo; PSF(A+B) = Peso seco total de frutos; NFL(A) = Número de flores a partir del sexto nudo; NFL(B) = Número de flores hasta el quinto nudo; NFL(A+B) = Número total de flores; PSFL(A) = Peso seco de flores a partir del sexto nudo; PSFL(B) = Peso seco de flores hasta el quinto nudo; PSFL(A+B) = Peso seco total de flores; NH(A) = Número de hojas a partir del sexto nudo; NH(B) = Número de hojas hasta el quinto nudo; NH(A+B) = Número total de hojas; PSH(A) = Peso seco de hojas a partir del sexto nudo; PSH(B) = Peso seco de hojas hasta el quinto nudo; PSH(A+B) = Peso seco total de hojas; AF(A) = Área foliar a partir del sexto nudo; AF(B) = Área foliar hasta el quinto nudo; AF(A+B) = Área foliar total; PST(A) = Peso seco de tallo. DMS = Diferencia mínima significativa (Tukey, $\alpha = 0.05$).

^z = Cifras con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales.

La raza Salamanca también sobresalió en área foliar hasta el quinto nudo (1519.8 cm^2), donde los menores valores correspondieron al grupo interracial (226.3 cm^2) y la raza Manzano (402.0 cm^2). El peso seco del tallo fue superior en la raza Salamanca (54.1 g), que superó a las razas Rendidora (33.2 g) y Manzano (34.1 g). De lo anterior se puede observar que la raza Salamanca tiene un crecimiento foliar superior, con respecto a las demás razas, en la parte baja de la planta y presentó la mayor acumulación de peso seco en el tallo. Por su parte, la raza Manzano presentó un alto número de flores, pero su área foliar y su peso seco del tallo son los más bajos (Cuadro 1.3).

El hecho de que la prueba de comparación de medias de Tukey no haya detectado diferencias entre las medias de razas para el resto de las variables que fueron significativas, puede deberse a los altos coeficientes de variación encontrados (superiores a 30 %). Estos valores en los coeficientes de variación son explicables debido a la variabilidad del material genético utilizado, ya que las poblaciones de tomate de cáscara no son homogéneas debido a su condición de alógama obligada.

La relación proporcional en cada sección de la planta, en cada órgano estudiado, no fue la misma en las diferentes razas (Cuadro 1.4), ya que la raza Manzano y el grupo interracial tuvieron menos de 10 % de sus frutos en la parte baja (hasta el quinto nudo), mientras que la raza Tamazula presentó 21 % de frutos en la misma sección de la planta.

La proporción de peso seco de fruto hasta el quinto entrenudo osciló desde 4 % en la raza Manzano hasta 16 % en el grupo interracial. Si bien el grupo interracial fue el que menor número de frutos presentó, éstos tuvieron mayor acumulación de materia seca.

Por su parte, la raza Tamazula que presentó la mayor proporción en el número de frutos no lo reflejó en el peso seco de los mismos.

Cuadro 1.4. Relación proporcional en la distribución de biomasa de diferentes estructuras para factor razas de tomate de cáscara evaluadas en Chapingo, México. 2003.

RAZA	PNF(A) ^z	PNF(B)	PPSF(A)	PPSF(B)	PNFL(A)	PNFL(B)	PPSFL(A) (g)
Manzano	0.93	0.07	0.96	0.04	0.92	0.08	0.93
Interracial	0.97	0.03	0.84	0.16	0.91	0.09	0.95
Puebla	0.90	0.10	0.93	0.07	0.87	0.13	0.88
Rendidora	0.85	0.15	0.89	0.11	0.83	0.17	0.83
Tamazula	0.79	0.21	0.92	0.08	0.74	0.26	0.76
Salamanca	0.86	0.14	0.91	0.09	0.80	0.20	0.78

Cuadro 1.4 Continuación

RAZA	PPSFL(B) (g)	PNH(A)	PNH(B)	PPSH(A) (g)	PPSH(B) (g)	PAF(A) (cm ²)	PAF(B) (cm ²)
Manzano	0.07	0.90	0.10	0.92	0.08	0.91	0.09
Interracial	0.05	0.92	0.08	0.95	0.05	0.95	0.05
Puebla	0.12	0.81	0.19	0.86	0.14	0.83	0.17
Rendidora	0.17	0.82	0.18	0.86	0.14	0.83	0.17
Tamazula	0.24	0.73	0.27	0.79	0.21	0.76	0.24
Salamanca	0.22	0.79	0.21	0.84	0.16	0.77	0.23

^z PNF(A) = Proporción del número de frutos a partir del sexto nudo; PNF(B) = Proporción del número de frutos hasta el quinto nudo; PPSF(A) = Proporción del peso seco de frutos a partir del sexto nudo; PPSF(B) = Proporción del peso seco de frutos hasta el quinto nudo; PNFL(A) = Proporción del número de flores a partir del sexto nudo; PNFL(B) = Proporción del número de flores hasta el quinto nudo; PPSFL(A) = Proporción del peso seco de flores a partir del sexto nudo; PPSFL(B) = Proporción del peso seco de flores hasta el quinto nudo; PNH(A) = Proporción del número de hojas a partir del sexto nudo; PNH(B) = Proporción del número de hojas hasta el quinto nudo; PPSH(A) = Proporción del peso seco de hojas a partir del sexto nudo; PPSH(B) = Proporción del peso seco de hojas hasta el quinto nudo; PAF(A) = Proporción del área foliar a partir del sexto nudo; PAF(B) = Proporción del área foliar hasta el quinto nudo.

Las mayores proporciones de flores, en número y peso para la sección inferior de la planta, correspondieron a la raza Tamazula, mientras que la raza Manzano junto con el grupo interracial fueron las más bajas. La misma tendencia se conserva para la proporción de número de hojas, peso seco de hojas y área foliar.

1.6. CONCLUSIONES

La raza Salamanca tiene mayor crecimiento foliar en la parte baja de la planta con respecto al resto de las razas estudiadas, lo que se ve reflejado en un peso seco superior de tallo y una mayor proporción de biomasa en la sección que comprende hasta el quinto nudo.

La raza Tamazula también tiende a acumular mayor cantidad de biomasa en la parte baja de la planta.

La raza Manzano y los compuestos interraciales tienden a presentar una mayor proporción de biomasa en la parte superior que el resto de las razas estudiadas.

1.7. LITERATURA CITADA

- Ayala P., J. A.; A. Peña L. y J. Mulato B. 1992. Caracterización de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. Revista Chapingo 78 – 80 : 128-137.
- Cartujano, E. F., L. Jankiewicz, V. M. Fernández O. and J. Mulato B. 1985. The development of the husk tomato plant (*Physalis ixocarpa* Brot.) II. Reproductive parts. Acta Soc. Bot. Poloniae 54: 339-349.
- Díaz-Pérez, J. C.; Granberry, D.; Bertrad, D.; Giddings, D. 2004. Tomato plant growth during establishment as affected by root zone temperature under colored mulches. Acta Horticulturae 631: 121-126.
- Escalante E., J. A. 1992. Interacción entre el nitrógeno y la densidad de siembra en el cultivo de girasol (*Helianthus annus* L.) bajo suministro limitado de agua. Tesis Doctoral. Escuela Superior de Ingenieros Agrónomos. Universidad de Córdoba, España. 122 p.
- Ho, L. C. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. Annual Review of Plant Physiology 39: 355-378.
- Kuiper, D. 1993. Sink strength: established and regulated by plant growth regulators. Plant Cell and Environment 16: 1025-1026.
- Lang, A.; Thorpe, M. R. 1986. Water potencial, translocation and asimilate partitionong. Journal of Experimental Botany 37: 495-503.
- López M., R.; J. F. Santiaguillo H.; A. Peña L.; J. A. Cuevas S. y J. Sahagún C. 1994. Evaluación de 60 colectas de tomate de cáscara (*Physalys ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 1(2): 131 – 134.

- Marcelis, L.F.M. 1993. Simulation of biomass allocation in greenhouse crops. *Acta Horticulturae* 328: 49-67.
- Marcelis, L.F.M. 1994. Simulation model for dry matter partitioning in cucumber. *Annual of Botany*, v.74,p. 43-52, 1994c.
- Patrick, J.W. 1988. Assimilate partitioning in relation to crop productivity. *HortScience* 23: 33-40.
- Pérez G. M.; F. Márquez S. y A. Peña L. 1997. Mejoramiento Genético de Hortalizas. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo México. Pp 217 – 229.
- Peña L.,A.; F. Márquez S. 1990. Mejoramiento genético del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo* 71 - 72: 84-88.
- Peña L.,A.; J.F. Santiaguillo H. 1999. Variabilidad Genética de Tomate de Cáscara en México. *Boletín Técnico # 2*. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 26 p.
- Peña L., A.; J. D. Molina G.; F. Márquez S.; J. Sahagún C.; J. Ortiz C. y T. Cervantes S. 1999. Heterosis intravarietal en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Fitotecnia Mexicana* 22: 199-213.
- Ponce V., J. J. 2003. Rendimiento y precocidad de 40 variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en cuatro sistemas de producción. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 88 p.
- Santiaguillo H., J. F., J. Sahagún.; A. Peña L., A.; J. A. Cuevas S. 1996. Estabilidad del rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) I. Criterio de medidas de dispersión. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 2(2): 135-139.

- Saray M., C. R. 1982. Importancia de la precosecha (calentamiento) en el rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot). Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados, Chapingo, Estado de México. Pp 9 – 23.
- SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera). 2008. Avances de siembra y cosecha. Año agrícola 2008. www.siap.sagarpa.gob.mx
- Sigala M., T.; C.E. Ramírez B.; A. Peña L. 1994. Determinación de azúcares simples y ácidos en colectas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 2: 141-143.
- Van Der Vlugt, J.L.F.1987. The Case: roots vs. Fruits in cucumber. The effect of the nitrogen concentration in the recirculating nutrient solution on root death in cucumber. Plant and Soil 98: 229-301.
- Wardlaw, I. F. 1990. The control of carbon partitioning in plants. New Phytologist 116: 341-381.
- Wolswinkel, P. 1985. Phloem unloading and turgor-sensitive transport: factors involved in sink control of assimilate partitioning. Physiologia Plantarum 65: 331-339.

CAPÍTULO II

PODA Y DENSIDAD DE POBLACIÓN EN TRES VARIEDADES DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) CULTIVADO EN INVERNADERO

PODA Y DENSIDAD DE POBLACIÓN EN TRES VARIEDADES DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) CULTIVADO EN INVERNADERO

2.1. RESUMEN

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. Sin embargo, experiencias previas en invernadero mostraron que, bajo crecimiento libre, la productividad es baja, acompañada de un alto desarrollo vegetativo. Bajo el supuesto de que un manejo basado en podas y densidades de población puede incrementar el rendimiento, se estableció el presente experimento con el propósito de generar un sistema de producción para tomate de cáscara cultivado en invernadero e hidroponía. Se estudió el efecto de tres tipos de podas (cuarto entrenudo, sexto entrenudo y sin poda) y densidades de población (5, 10 y 18 plantas m^{-2}), en tres variedades de tomate de cáscara (Población 3, Tamazula SM2 y Población Tecamac) bajo condiciones de invernadero con sistema hidropónico, con el fin de generar información referente al manejo del cultivo en un ambiente protegido. El experimento se estableció durante el ciclo Verano – Otoño de 2004 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, México, con diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones bajo un arreglo de parcelas subdivididas. El mayor rendimiento por planta y tamaño de fruto se obtuvo en la Población Tecamac. La poda no modificó la productividad del cultivo; sin embargo, conforme aumentó la densidad de población también aumentó el rendimiento, de tal forma que con 18 plantas m^{-2} se obtuvo el mayor rendimiento (1.06 kg m^{-2}). Este rendimiento es bajo si se compara con los rendimientos que se obtienen en campo, por lo que la producción bajo invernadero no

se considera una alternativa adecuada para tomate de cáscara, al menos que se resuelva el problema de polinización derivado de la autoincompatibilidad que presenta la especie.

Palabras clave adicionales: Rendimiento, sistema hidropónico, invernadero.

PRUNING AND PLANT DENSITY IN THREE VARIETIES OF HUSK TOMATO (*Physalis ixocarpa* Brot. ex. Horm.) GROWN IN GREENHOUSE CONDITIONS

2.2. ABSTRACT

Husk tomato is a fruit vegetable which currently is not intensively cultivated under greenhouse due to the lack of an adequate technology. However, previous experiences showed that, in free growth, fruit productivity is low and vegetative development is high. Assuming that a handling based in pruning and population densities can increase the yield, this experiment was carried out with the purpose of generate a production system for husk tomato cultivated under greenhouse with hydroponics. Effect on crop productivity of pruning (fourth internode, sixth internode and without pruning) and population densities (5, 10 and 18 plants m⁻²) was studied in three husk tomato varieties (Población 3, Tamazula SM2 y Población Tecamac), under greenhouse with hydroponics, with the purpose of generate information concerning to the handling of this crop. The experiment was established during cycle summer-autumn 2004 at Experimental Field of the Universidad Autónoma Chapingo, in Chapingo, Mexico, with random blocks design, four replications in a subdivided plot arrangement. The highest yield per plant and fruit size was obtained in Población Tecamac. Prunning do not modified crop productivity; however, as population density was increased yield increased too. Density of 18 plants m⁻² has the highest yield (1.06 kg m⁻²). This performance is low compared to field yields, so that it is not considered an appropriate alternative for the production of husk tomato greenhouse conditions, unless it resolved the problem of pollination for consequential that this species self in compatibility.

Key words: yield, hydroponic system, greenhouse.

2.3. INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) tiene gran importancia en México. En el año 2008 se sembró en 47,097 ha, en las cuales se obtuvo rendimiento promedio de 13.14 t ha⁻¹. Ese año fue la cuarta hortaliza más sembrada a nivel nacional y su cultivo se desarrolló bajo condiciones de riego (74 %) y de temporal (26 %) (SIAP, 2008).

El cultivo de tomate de cáscara ha aumentado en México debido, principalmente, al incremento de su consumo *per capita* al año (3.5 kg); sin embargo, el rendimiento es bajo (13.14 t ha⁻¹ en 2008) con relación al potencial de 40 t ha⁻¹ (Peña y Santiaguillo, 1999), posible de alcanzar con el empleo de variedades mejoradas y técnicas de cultivo adecuadas. Su ciclo biológico es corto (80 días), ya que su fruto se cosecha y consume cuando aún se encuentra fisiológicamente inmaduro (Sigala *et al.*, 1994). Este cultivo posee grandes perspectivas en el mercado, ya que, al ser un sustituto del jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.), puede cotizarse a un alto precio, en ocasiones superiores al de éste, debido al aumento de su exportación hacia Estados Unidos de Norteamérica y Canadá (Peña y Santiaguillo, 1999).

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, 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 en 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 bajo condiciones de invernadero e hidroponía, estas ventajas podrían potenciar la productividad a través de prolongar el ciclo de esta especie, como es el caso de jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) y el chile (*Capsicum annum* L.).

La expresión del potencial del rendimiento de los cultivos depende tanto de su constitución genética como de factores ambientales (clima, suelo, nutrición), factores biológicos y la técnica de producción (Sánchez y Escalante, 1988). Por otra parte, la poda, entendida como la remoción de partes de la planta (yemas, brotes desarrollados, raíces o frutos), sirve para mantener una forma y crecimiento adecuado, siempre y cuando se realice sin afectar el desarrollo de la planta (Halfacre, 1979). Sin embargo, en el caso de tomate de cáscara, el efecto de esta práctica no ha sido reportado.

La importancia de la poda radica en que el crecimiento rápido de algún órgano, en ocasiones puede competir con las hojas por nutrientes removilizables, lo que provoca senescencia foliar y reducción en su capacidad fotosintética. Asimismo, existe competencia entre los órganos cuyo crecimiento y desarrollo son simultáneos; tal es el caso del crecimiento del ápice con la diferenciación floral, proceso que ocurre a muy temprana edad en muchas plantas. El crecimiento resultante de una poda es bastante rápido porque se altera, temporalmente, la relación raíz/parte aérea. Además, la remoción de follaje y ramas reduce la cantidad de carbohidratos almacenados y, lo que

es aún más importante, reduce el área foliar disponible para su producción (Salisbury y Ross, 1994).

En términos generales, la poda puede influir en el número y calidad de las flores y los frutos. Por ejemplo, si se reduce el número de frutos, los remanentes serán de mayor tamaño y calidad. Por otra parte, una poda terminal excesiva estimula el crecimiento vegetativo y puede suprimir la floración, ya que al remover los ápices los meristemas laterales dispondrán de mayor abastecimiento de agua, nitrógeno y otros elementos vitales para el crecimiento vegetativo (Halfacre, 1979).

A pesar de no haber trabajos reportados sobre poda en tomate de cáscara, se puede tomar como referencia los realizados en chile manzano (*Capsicum pubescens* L.), ya que su hábito de crecimiento y biología productiva son similares en dos aspectos fundamentales. Además de ser solanáceas, ambas tienen una ramificación dicotómica y tienen una flor, y por lo tanto un fruto potencial, en cada bifurcación. En el caso del chile manzano la mejor poda de ramas para aumentar calidad de frutos, en términos de su volumen y grosor de pericarpio, es la de diez entrenudos; con ello se reduce el número de frutos por planta y los remanentes son más grandes y de mejor calidad (Pérez y Castro, 1998). Las plantas con crecimiento libre (sin poda) desarrollan mayor crecimiento vegetativo, el cual evita la transmisión de luminosidad en la parte media baja del cultivo.

Con el fin de disminuir el crecimiento de la planta en chile manzano y obtener frutos tardíos, se eliminan brotes del tallo principal; esta poda favorece la ventilación y

disminuye la humedad relativa y, como consecuencia, la incidencia de enfermedades fungosas como *Alternaria* spp. y *Phytophthora* spp. Por otra parte, es posible practicar despuntes sobre plantas vigorosas para acelerar la formación y maduración de los frutos (Rico, 1983).

Adicionalmente se ha desarrollado investigación en tomate de cáscara con 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, por lo cual el objetivo del presente trabajo es comparar tres cultivares de tomate de cáscara, mediante su cultivo con diferentes densidades de población y niveles de poda, en hidroponía bajo invernadero, para generar información que permita diseñar tecnología para un manejo agronómico en dicho sistema.

2.4. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en invernadero en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo (19° 29' LN, 98° 53' LO, a 2250 msnm), durante el ciclo Verano-Otoño del 2004. Se emplearon tres variedades de tomate de cáscara: Población 3, Población Tecamac y Tamazula SM₂, desarrolladas por el Programa de Mejoramiento Genético de la Universidad Autónoma Chapingo. Se estudiaron tres densidades de población (5, 10 y 18 plantas m⁻²) y tres variantes de poda (despunte de la planta al sexto entrenudo, al cuarto entrenudo y sin poda).

El diseño de tratamientos consistió en un factorial completo 3 x 3 x 3. Se empleó el diseño experimental bloques completos al azar con cuatro repeticiones en arreglo de parcelas subdivididas; la parcela grande, mediana y chica correspondió con los factores poda, densidades y variedades, respectivamente.

La parcela experimental constó de tres hileras con 9, 18 y 27 plantas distanciadas a 0.5, 0.25 y 0.17 m, respectivamente, de acuerdo con las tres densidades bajo estudio. Los caracteres evaluados fueron: rendimiento (g m⁻²); altura de planta (cm); promedios de diámetro de tallo (mm) a partir de cinco plantas; longitud promedio de hoja (mm), de cinco hojas de la parte intermedia de la planta; promedio de diámetro ecuatorial y polar del fruto (mm), a partir de diez frutos. Adicionalmente se determinó la intensidad lumínica incidente en la planta en tres niveles del dosel (alto, medio y abajo). El análisis estadístico consistió en análisis de varianza de acuerdo con el diseño y arreglo experimental utilizado, así como la prueba de comparación de medias de Tukey.

La siembra se realizó el día 20 de julio del 2004, en charolas de poliestireno de 200 cavidades, se uso sustrato inerte; los riegos fueron diarios con una solución nutritiva (Pérez y Castro, 1999) a 25 % de concentración, misma que semanalmente se aumentó 25 % hasta llegar a 100 %.

Veintiséis días después de la emergencia se realizó el transplante bajo invernadero en camas de 46 x 1.20 x 0.30 m, rellenas con arena de tezontle con partículas de diámetro menor a 3 mm. En cada cama se colocaron tres cintas regantes separadas a 0.3 m con un emisor cada 0.10 m. La distancia entre hileras fue de 0.40 m y entre plantas fue variable (0.50, 0.25 y 0.17 m) de acuerdo con la densidad. A los 45 días después del transplante se colocaron estacas de 2.5 m de altura y rafia como sistema de sostén del cultivo.

La fertilización se aplicó durante todo el ciclo del cultivo por medio de la solución nutritiva Steiner mediante riego por goteo, cuya frecuencia varió de acuerdo con la temperatura en el interior del invernadero. Regularmente se proporcionaron cuatro riegos diarios con duración de 15 minutos y un gasto de 1.0 litro por emisor.

La incidencia de mosquita blanca (*Bemisia tabaci* Gennadius) y minador (*Liriomyza munda*) fue controlada con extracto de ajo (Biocrak, 3 ml Litro⁻¹) de acción repelente contra insectos plaga, extracto de Neem (3 ml Litro⁻¹), Imidacloprid (Confidor, 0.5 ml Litro⁻¹). El control de cenicilla (*Oidium spp.*) se realizó con Triademefon (Bayleton, 1 g Litro⁻¹).

2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis de varianza mostró efectos significativos debido a la densidad de población en rendimiento de frutos, altura de planta y diámetro ecuatorial y polar del fruto (Cuadro 2.1). El factor variedades influyó en la longitud de la hoja, rendimiento de frutos y diámetro ecuatorial y polar del fruto. La poda afectó altura de planta y longitud de la hoja. De las interacciones ocurridas entre los factores de estudio, sólo el diámetro ecuatorial del fruto fue afectado por la interacción poda x variedad.

Cuadro 2.1. Cuadrados medios del análisis de varianza de caracteres evaluados en tres variedades de tomate de cáscara bajo tres densidades y tres sistemas de poda.

FV ^z	GL	Cuadrados Medios					
		REND	DE	DP	AP	DT	LH
Bloque	3	764189.13	23.66	4.51	338.48	1.05	0.23
Variedad	2	1395415.63*	1311.30*	377.47*	386.16	2.16	7.09*
Error a	6	624896.85	75.96	24.06	143.11	1.74	0.88
Densidad	2	299693.31*	401.18*	344.95*	1962.35*	2.66	2.59
Variedad*Densidad	4	100316.02	10.47	2.88	223.16	2.66	2.34
Error b	18	328502.04	27.30	14.45	323.37	1.58	2.24
Poda	2	302768.87	67.39*	19.17	10452.21*	1.58	9.10*
Variedad*Poda	4	470354.87	94.87	16.29	55.32	2.93	4.08
Densidad*Poda	4	449212.45	46.23	16.23	42.08	2.10	1.68
Variedad*Densidad*Poda	8	214934.98	14.98	17.21	155.08	1.16	2.09
Error c	54	170992.76	17.46	10.05	203.91	1.90	1.82
CV (%)		54.93	10.34	10.25	16.81	13.83	11.95
Media		752.72	40.40	30.91	84.93	9.97	11.30

(FV^z), Fuentes de variación, Grados de libertad (GL), CV = Coeficiente de Variación; REND = Rendimiento; DE = Diámetro ecuatorial; DP = Diámetro polar; AP = Altura de planta; DT = Diámetro de tallo; LH = Longitud de la hoja; * Significativo con $\alpha \leq 0.05$

La Población Tecamac tuvo comportamiento sobresaliente (963 g m⁻²) (Cuadro 2.2), seguida por la Población 3 y la variedad Tamazula SM2. El rendimiento de la Población Tecamac se debió al mayor tamaño del fruto, pues éste alcanzó 46.6 y 34.6 mm de

diámetro ecuatorial y polar, respectivamente, atribuido a que este material pertenece a la raza Puebla (Peña *et al.*, 1999). La altura media de la planta y el diámetro de tallo fue similar entre variedades; sin embargo, la longitud de la hoja fue mayor en Población 3 y Población Tecamac.

Cuadro 2.2. Comparaciones de medias de caracteres evaluados para el factor variedad de tomate de cáscara.

VARIEDAD	REND (g m ⁻²) ^x	DE (mm)	DP (mm)	AP (cm)	DT (cm)	LH (cm)
Población 3	721.6a ^y	40.0b	28.9b	83.2a	10.2a	11.6a
Tamazula SM2	573.3a ^y	34.5b	29.1b	82.8a	9.8a	10.7b
Población Tecamac	963.3a ^y	46.6a	34.6a	88.7a	9.7a	11.5a
DMSH ^z	571.67	6.30	3.54	8.65	0.95	0.7

^xREND = Rendimiento; DE = Diámetro ecuatorial; DP = Diámetro polar; AP = Altura de planta; DT = Diámetro de tallo; LH = Longitud de la hoja ^y = Cifras con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$);

^zDMSH = Diferencia mínima significativa honesta

Con respecto a la densidad de población, el mayor rendimiento (1060 g m⁻²), diámetro ecuatorial (43 mm) y polar (34 mm) del fruto y altura de planta (90 cm), se obtuvieron al establecer 18 plantas m⁻² (Cuadro 2.3). Con menores densidades el rendimiento varió de 271.6 a 392.7 g m⁻² y la altura de la planta disminuyó, sin mostrar cambio en el diámetro de tallo. Resultados similares han sido obtenidos en jitomate (Ponce, 1995), en el cual se obtuvo hasta 11.6 kg m⁻² al establecer 24 plantas m⁻². Como se muestra el Cuadro 2.3, donde se incrementó la densidad hay mayor altura de planta, menor diámetro de tallo y mayor longitud de hoja, características que indican que a esta densidad ocurre etiolación de las plantas, por la falta de penetración de la radiación solar.

Cuadro 2.3. Comparaciones de medias de caracteres evaluados para el factor densidad de población en tomate de cáscara.

DENSIDAD (pltas m ⁻²)	REND (g m ⁻²) ^x	DE (mm)	DP (mm)	AP (cm)	DT (cm)	LH (cm)
5	489.3b ^y	36.7b	27.8c	76.6b	10.2a	11.0a
10	707.8b ^y	41.1a	30.8b	87.3ab	9.9a	11.3a
18	1061.1a ^y	43.3a	34.0a	90.9a	9.7a	11.6a
DMSH ^z	344.78	3.60	3.60	10.81	0.7	0.9

^xREND = Rendimiento; DE = Diámetro ecuatorial; DP = Diámetro polar; AP = Altura de planta; DT = Diámetro de tallo; LH = Longitud de la hoja. ^y = Cifras con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$); ^zDMSH = Diferencia mínima significativa honesta

Aunque la poda de ramas no afectó significativamente el rendimiento de tomate de cáscara (Cuadro 2.4), se observó una que éste tiende a aumentar con esta práctica, sobre todo cuando se realizó en el sexto entrenudo (475 g m⁻²), respuesta determinada por el tamaño del fruto que alcanzó (diámetro ecuatorial y diámetro polar), y por la mayor longitud de hoja. Estos resultados son similares a los obtenidos en chile manzano con poda de ramas (Pérez y Castro, 1999); aunque difieren de los reportados por Knaver (1979) en chile variedad Yolo Wonder con poda de yemas y hojas, y por Cebula *et al.* (1995) en chile morrón con poda de brotes, que incrementó el rendimiento.

Cuadro 2.4. Comparación de medias de caracteres evaluados para el factor poda en tomate de cáscara.

PODAS	REND (g m ⁻²) ^x	DE (mm)	DP (mm)	AP (cm)	DT (cm)	LH (cm)
Cuarto entre nudo	717.7a ^y	41.56a	31.39a	69.05c	9.64a	10.95b
Sexto entre nudo	856.8a ^y	40.74ab	31.28a	82.83b	10.13a	11.87a
Sin Poda	683.6a ^y	38.89b	30.07a	102.93a	10.14a	11.06b
DMSH ^z	234.8	2.4	1.8	8.1	0.7	0.7

^xREND = Rendimiento; DE = Diámetro ecuatorial; DP = Diámetro polar; AP = Altura de planta; DT = Diámetro de tallo; LH = Longitud de la hoja. ^y = Cifras con la misma letra dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $\alpha = 0.05$);

^zDMSH = Diferencia mínima significativa de la prueba de Tukey $\alpha = 0.05$

2.6. CONCLUSIONES

La variedad de tomate de cáscara que tuvo mejor comportamiento en invernadero al obtener el mejor rendimiento fue la Población Tecamac. La mejor densidad de población fue de 18 plantas m^{-2} , pues presentó el mayor tamaño de fruto y consecuentemente el mayor rendimiento (1061 g m^{-2}). Las podas no influyen significativamente en el rendimiento y calidad de fruto de tomate de cáscara cultivado en invernadero.

2.7. LITERATURA CITADA

- Castro B., R. 2000. Niveles críticos de suficiencia y toxicidad de N-NO₃ en el extracto celular de peciolo de tomate de cáscara. Revista Terra 18(2): 141-145.
- Cebula, S. R.; Fernández M.; Cuartero J.; M.L. Gómez G. 1995. Optimization of plant and shoot spacing in greenhouse production of sweet pepper. Acta Horticulture 412: 321-329.
- Halfacre, G., R. 1979. Horticultura. AGT Editor, S.A. México, D.F. 727 p.
- Knauer, D.F. 1979. Response of pepper to transplant. HortScience 14(5): 639-640.
- Peña L., A.; F. Márquez S. 1990. Mejoramiento genético del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo 15(71-72): 84-88.
- Peña L., A; F. Santiaguillo H. 1999. Variabilidad Genética de Tomate de Cáscara en México. Boletín Técnico # 2. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Pp 15.
- Peña L., A.; J. D. Molina G-; F. Márquez S.; J. Sahagún C.; J. Ortiz C.; T. Cervantes S. 1999. Heterosis intravarietal en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Fitotecnia Mexicana 22: 199-213.
- Pérez G., M.; R. Castro B. 1999. Guía para la Producción Intensiva de Jitomate en Invernadero. Boletín # 3. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo 58 p.
- Ponce O. J. 1995. Evaluación de diferentes densidades de plantación y niveles de despunte en jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponia. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia UACh. Chapingo. 96 p.

- Rico A. J. 1983. Cultivo de Pimiento de Carne Gruesa en Invernadero. Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, España. 268 p.
- Salisbury B., F.; C. W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamericana. México. 759 p.
- Sánchez del C., F.; E. Escalante R. 1988. Hidroponía. Tercera edición. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. Pp. 17 y 18.
- SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria). 2008. Avances de siembra y cosechas. Año Agrícola 2008. www.siap.sagarpa.gob.mx
- Sigala M., T.; C.E. Ramírez B.; A. Peña L. 1994. Determinación de azúcares simple y ácidos en colectas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 2: 141-143.

CAPITULO III

EVALUACIÓN DE PODAS EN DOS VARIEDADES DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) CULTIVADO EN CAMPO

EVALUACIÓN DE PODAS EN DOS VARIEDADES DE TOMATE DE CÁSCARA **(*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) CULTIVADO EN CAMPO**

3.1. RESUMEN

La presente investigación se realizó durante el ciclo Primavera – Verano de 2005 en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo, en Chapingo, México. Se estudió el efecto de cuatro niveles de poda (cuarto, sexto y octavo entrenudo y sin poda) en dos variedades de tomate de cáscara (CHF1 Chapingo y Tamazula SM2). Se empleó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. El objetivo fue determinar el efecto de la poda sobre las características morfológicas de tomate de cáscara (número de frutos por planta, tamaño de fruto, peso por fruto, rendimiento y altura a la primera bifurcación) con el propósito de evaluar dicha práctica en el manejo agronómico del cultivo. El mayor rendimiento y mejor tamaño de fruto se obtuvo con la variedad CHF1 Chapingo, en tanto que los niveles de poda no afectaron al rendimiento ni a sus componentes.

Palabras clave adicionales: Rendimiento, tamaño de fruto,

EVALUATION OF PRUNING IN TWO HUSK TOMATO (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) VARIETIES CULTIVATED IN FIELD

3.2. ABSTRACT

This investigation was carried out during the cycle spring - summer 2005 in the Experimental Field of the Universidad Autónoma Chapingo, in Chapingo Mexico. The effect of four pruning levels (fourth internode, sixth internode, eighth internode and without pruning) was studied on two husk tomato varieties (CHF1 Chapingo and Tamazula SM2). The experiment design was random blocks with four replications. The objective was to determine the effect of pruning on the morphological characteristics (number of fruits per plant, fruit size, fruit weight, yield and height to the first bifurcation) in order to evaluate this practice on the agronomic handling of the husk tomato. The highest yield and better fruit size was obtained from variety CHF1 Chapingo, as long as in the pruning levels there was no significant difference.

Additional key words: Yield, fruit size.

3.3. INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot. ex Horm.) es un cultivo hortícola de importancia económica en México y representa una alternativa para la agricultura. En el año 2008 se sembraron 47,097 ha, el rendimiento promedio fue de 13.14 t ha⁻¹ (SIAP, 2008). El incremento de la superficie cultivada fue 71 %, entre 1982 y 2008, y la alta demanda de mano de obra (88 jornales por hectárea) ha ubicado a esta especie entre las principales cuatro hortalizas del país.

A pesar de la importancia que reviste el cultivo de tomate de cáscara, su rendimiento decae en muchas regiones del país, debido probablemente a condiciones de manejo agronómico (fertilización, variedades mejoradas, etc.) o condiciones ambientales adversas como temperatura, precipitación, suelo no apto para este cultivo, problemas fitosanitarios, etc., por lo que en México y en otros países existe la tendencia hacia la búsqueda de nuevas opciones de producción.

La dinámica agrícola del cultivo del tomate de cáscara demanda la generación de cultivares mejorados que se ajusten a las necesidades actuales del mercado nacional e internacional. Dentro de las características a mejorar destacan: rendimiento, hábito de crecimiento, distribución de la producción, así como color, forma, y tamaño del fruto. El concentrar la producción en un tiempo reducido debe ser uno de los objetivos del mejoramiento genético de la especie, al menos en regiones en donde las bajas temperaturas son limitantes para su siembra, como en el Altiplano Mexicano, ya que

esto, junto con la precocidad, permitiría llegar al mercado con mayor rapidez y reduciría los costos de recolección (Peña y Márquez, 1990).

Pese al gran impacto que tiene el cultivo de tomate de cáscara en las áreas productoras, la investigación que se ha desarrollado ha sido muy poca, particularmente con respecto a los diferentes sistemas de poda y densidades de población (Sigala *et al.*, 1994).

La poda se considera como una forma de reducir la competencia de los órganos de una misma planta, para regular el balance entre el crecimiento vegetativo y el reproductivo, induciendo la remoción de sustancias de reserva, incrementando la disponibilidad de agua y nutrientes para el vástago (Salisbury y Ross, 1994). Tiene como finalidad controlar el crecimiento de la planta y por lo tanto la calidad del fruto, así como acortar el ciclo del cultivo. Por ejemplo, el jitomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) es manejado a un solo tallo, por lo que se reduce la producción por planta aunque éste se compensa por el incremento en la densidad de población y la obtención de mayor número de frutos. Esto contribuye al acortamiento del ciclo del cultivo, por lo que es posible lograr ventanas de mercado específicas con el consiguiente beneficio económico.

Una de las principales técnicas de producción de hortalizas de fruto en invernadero o en cultivos protegidos es la realización de podas, es decir la modificación del crecimiento natural de las plantas. La remoción de partes tales como yemas, brotes desarrollados, raíces y frutos, sirve para mantener una forma deseable y controlar la dirección y cantidad de crecimiento. Lo anterior influye en el número de flores y calidad de los frutos. Por ejemplo, si se reduce el número de frutos, los remanentes serán más

grandes y de mejor calidad. Una poda terminal excesiva estimula el crecimiento vegetativo y puede suprimir la floración. Como la poda terminal remueve los ápices, los meristemas laterales dispondrán de mayor abastecimiento de agua, nitrógeno y otros elementos vitales para el crecimiento vegetal (Halfacre, 1979).

Con relación a la poda, se han realizado diversos trabajos en invernadero y en campo abierto principalmente en el cultivo de jitomate y el cultivo de chile (*Capsicum annum* L.). En el cultivo de tomate de cáscara no se ha implementado esta práctica, a pesar de que es una alternativa comúnmente es utilizada en cultivos hortícolas, sobre todo para incrementar la calidad del fruto y facilitar el manejo agronómico. Con base en esto, en el presente trabajo se estudiaron cuatro niveles de poda en dos variedades de tomate de cáscara, con el objetivo de determinar su efecto sobre las características morfológicas y el rendimiento de la planta, a fin de evaluar dicha práctica en el manejo agronómico del cultivo.

3.4. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Universidad Autónoma Chapingo (19° 29' N, 98° 53' O; a 2250 msnm), durante el ciclo primavera - verano del 2005, con los cultivares CHF1 Chapingo y Tamazula SM2, proporcionados por el Programa de Mejoramiento Genético de tomate de cáscara de la Universidad Autónoma Chapingo. El suelo del sitio experimental tiene las siguientes características físico – químicas: pH: 6.83; M.O.: 1 %; Textura: franco arenoso; D.A.: 1.4 ton/m³; N= 10.3 mg . kg⁻¹; P= 52 mg . kg⁻¹; K= 265 mg . kg⁻¹; Ca= 1814 mg . kg⁻¹; Mg= 346 mg . kg⁻¹; Fe = 22.8 mg . kg⁻¹; Mn= 17.1 mg . kg⁻¹; Zn= 0.65 mg . kg⁻¹; Cu= 0.66 mg . kg⁻¹; B= 0.78 mg . kg⁻¹.

La siembra se realizó el día 16 de marzo del 2005, en charolas de poliestileno de 200 cavidades, utilizando turba como sustrato; las charolas se estibarón y se taparon con plástico blanco durante tres días, después se destaparon y se colocaron horizontalmente sobre una mesa para irrigarlas diariamente. La primera semana después de la emergencia se regó con agua potable y cuando las plántulas presentaron dos hojas verdaderas se regó con solución nutritiva de Steiner (Sánchez, 1988) a 25 % de concentración, misma que semanalmente se aumentó 25 % hasta llegar al 100 %.

El transplante se realizó en surcos separados a 1.5 m, en los cuales se instaló una línea regante, con distancia entre emisores de 33 cm; se colocó el acolchado plástico plata - negro perforado a 20 cm; 30 días después de la emergencia se realizó el transplante cuando las plántulas tenían una altura promedio entre 8 a 10 cm y 4 a 6 hojas

verdaderas con 0.5 cm de longitud. Una hora antes de iniciar el trasplante se accionó el sistema de riego para que se humedeciera el terreno. Antes de transplantar a las plantas se les dió con tratamiento preventivo para plagas y enfermedades, el cual consistió en sumergidas en una mezcla de productos Confidor^R (1 ml litro^{-1} de agua) + Rooter Plus 3000^R (1 litro en 100 litros^{-1} de agua), cuyos ingrediente activos son Imidacloprid y Acido indol-3-butírico, respectivamente.

Se cuantificó el contenido de humedad del suelo diariamente por la mañana durante todo el ciclo del cultivo. Cuando el contenido de humedad era menor que 80 % se aplicó un riego hasta lograr 90 a 95 % de humedad.

Se hizo una fertilización de fondo con 92 unidades ha^{-1} de N (200 kg ha^{-1} de urea) + 69 unidades de P_2O_5 (150 kg ha^{-1} de súper fosfato de calcio triple) + 90 de K_2O (150 kg ha^{-1} de cloruro de potasio), antes de transplantar. Posteriormente, a partir de dos semanas del trasplante, cada semana se aplicó, mediante fertirrigación, 50 kg ha^{-1} de urea y 75 kg ha^{-1} de triple 18 (N-P-K).

La prevención de plagas y enfermedades se realizó a partir de los 10 días después del trasplante, aplicando al tallo de la planta una mezcla de Confidor^R (imidacloprid) 0.5 ml litro^{-1} + Phyton^R (sulfato de cobre pentahidratado) 0.5 g litro^{-1} + Nudrin^R (metomilo) 1 g litro^{-1} con el propósito de prevenir el ataque de barrenadores del tallo y hongos. Además, se realizaron aplicaciones foliares de Bayfolan^R (extractos orgánicos) 2 ml litro^{-1} + Folidol^R (paratión metílico) 0.5 g litro^{-1} .

Los factores de estudio fueron: poda de ramas (al cuarto, sexto y octavo entrenudo y sin poda) y variedades de tomate de cáscara (CHF1-Chapingo y Tamazula SM2). La unidad experimental fue de 1.5 m de ancho por 4 m de largo (6 m²) con 18 plantas totales y 16 útiles para mediciones.

El diseño experimental fue bloques al azar con cuatro repeticiones y el diseño de tratamiento factorial completo 4 por 2. El análisis estadístico consistió en análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey.

Los caracteres evaluados fueron: rendimiento (g) por planta por corte y total, peso promedio (g) de 15 frutos por corte, número de frutos por planta, diámetro ecuatorial y polar por fruto (mm) y diámetro de tallo (mm). Estas variables fueron evaluadas para las dos variedades antes mencionadas y para los niveles de poda en el cuarto, sexto y octavo entre nudo y sin poda.

3.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el análisis de varianza del rendimiento por planta, en los diferentes cortes realizados y en el total de ellos (RTP), se encontraron diferencias significativas en todos los cortes para poda, en tanto que para las variedades solo el segundo corte no presentó diferencias significativas (Cuadro 3.1). La interacción no fue significativa en ninguna variable de rendimiento. Los coeficientes de variación fueron aceptables (menores que 22 %) para rendimiento por planta en los cortes 1 y 2 y en el total de ellos, en comparación con los reportados por Peña *et al.* (1997) en tomate de cáscara.

El peso promedio de 15 frutos por corte y el promedio de los tres cortes (PP15) mostraron diferencias significativas tanto para variedades como para poda, excepto en el corte 1 para el factor poda (Cuadro 3.1). En la interacción no fue significativa en ninguno de los tres cortes ni en el promedio de ellos. Los coeficientes de variación fueron aceptables (menores que 16 %), en comparación con los reportados por Soldevilla *et al.*, (2002) en la misma especie.

El análisis de varianza para diámetro ecuatorial de fruto en cada corte y el promedio de ellos (DEP) presentó diferencia significativa para variedades, en tanto que el factor poda sólo en el segundo corte y el promedio de ellos. Para diámetro polar del fruto en cada uno de los cortes y el promedio de ellos (DPP) las variedades tuvieron efectos significativos, el factor poda solo fue significativo en el corte dos y la interacción variedad por poda no fue significativa.

Cuadro 3.1. Cuadrados medios del análisis de varianza para rendimiento por planta (g) por corte y en total de los cortes (RTP), peso promedio de 15 frutos, diámetro ecuatorial y polar, en dos variedades de tomate de cáscara, evaluadas en tres niveles de poda. Chapingo, México, 2005.

RENDIMIENTO POR PLANTA					
FV ²	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	RTP
REP	3	1562.40	10375.14	3636.25	28296.01
VAR	1	329529.91*	1888.05	36925.39*	655584.06*
PODA	3	40515.10*	76133.71*	33226.54*	413665.66*
PODA* VAR	3	2714.68	2569.59	2352.32	967.13
ERROR		7074.37	3666.15	3275.82	11236.86
CV (%)		20.84	21.57	42.02	12.92

FV² = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; REP = Repetición; VAR = Variedad; PODA * VAR = Poda* interacción con variedad; CV = Coeficiente de Variación, RTP = Rendimiento por planta, * significativo $\alpha = 0.05$.

PESO PROMEDIO DE 15 FRUTOS					
FV ²	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	PP15
REP	3	2208.40	2851.12	2871.33*	2219.95
VAR	1	277717.41*	266422.62*	164107.20*	233046.47*
PODA	3	634.87	18735.28*	3573.79*	4231.83*
PODA* VAR	3	1035.34	1638.54	241.39	325.06
ERROR		3058.46	1574.78	875.26	1243.66
CV (%)		15.55	12.00	11.98	11.34

FV² = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; REP = Repetición; VAR = Variedad; PODA * VAR = Poda interacción con variedad; CV = Coeficiente de Variación, PP15 = Peso Promedio de 15 frutos, * significativo $\alpha = 0.05$.

DIAMETRO ECUATORIAL DEL FRUTO					
FV ²	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	DEP
REP	3	7.87	4.61	8.98	0.67
VAR	1	1038.19*	437.56*	531.29*	644.40*
PODA	3	2.21	41.43*	4.05	7.03*
PODA* VAR	3	25.96	11.06	3.89	7.59*
ERROR		8.48	10.27	3.21	2.03
CV (%)		6.82	7.97	4.51	3.49

FV² = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; REP = Repetición; VAR = Variedad; PODA * VAR = Poda interacción con variedad; CV = Coeficiente de Variación, DEP = Diámetro ecuatorial de fruto, * significativo $\alpha = 0.05$.

DIAMETRO POLAR DEL FRUTO					
FV ²	GL	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	DPP
REP	3	6.25	1.19	8.30	1.17
VAR	1	183.16*	60.83*	53.66*	90.45*
PODA	3	2.81	17.90*	2.87	4.20
PODA* VAR	3	9.04	5.68	4.83	3.06
ERROR		7.26	4.04	3.28	2.40
CV (%)		8.15	6.31	5.61	4.79

FV² = Fuentes de Variación; GL = Grados de Libertad; REP = Repetición; VAR = Variedad; PODA * VAR = Poda interacción con variedad; CV = Coeficiente de Variación, DPP = Diámetro polar de fruto, * significativo $\alpha = 0.05$.

En el Cuadro 3.2 se puede observar que la variedad CHF1 Chapingo superó en rendimiento a la variedad Tamazula SM2 en el primer y tercer corte, así como en el rendimiento total por planta. El rendimiento por planta descendió conforme avanzó el número de cortes. En el primer corte se obtuvo el mayor rendimiento por planta. Estos datos coinciden con los reportados por Peña *et al.* (1997).

Es importante destacar que la variedad CHF1 Chapingo presentó menor altura a la primera bifurcación que la variedad Tamazula SM2. Estos datos concuerdan con los reportados por Peña *et al.* (1999).

La prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) mostró que la variedad CHF1 Chapingo obtuvo un mayor peso promedio de 15 frutos en los tres cortes y el promedio de ellos (Cuadro 3.2). Esta variedad representa, en algunas de las variables, mayor peso promedio. La raza Rendidora, a la que pertenece la variedad CHF1 Chapingo, presenta frutos de mayor tamaño, lo cual coincide con lo reportado por Peña *et al.* (1999). El peso promedio por 15 frutos descendió conforme se avanzó en los cortes. En el primer corte los frutos fueron significativamente de mayor peso. Datos similares obtuvieron Peña *et al.* (1997), quienes demostraron las mismas observaciones en tomate de cáscara al evaluar intervalos de cosecha en la variedad CHF1 Chapingo. Esto indica que el mayor tamaño de fruto se obtiene en el primer corte y desciende paulatinamente a través de los siguientes cortes, situación explicable en función de las relaciones fuente-demanda que se establecen en la planta, ya que al momento del primer corte existen menos flores, bolsas y frutos totales (demanda) en comparación con los siguientes (Mulato *et al.*, 1987).

En cuanto a los diámetros ecuatoriales y polares del fruto en los tres cortes y en el promedio de ellos, la variedad CHF1 Chapingo fue la que presentó mayor tamaño superando significativamente a la variedad Tamazula SM2 (Cuadro 3.2).

Cuadro 3.2. Comparación de medias para factor variedad de tomate de cáscara evaluadas en Chapingo, México. 2005.

REDIMIENTO POR PLANTA (g)				
Variedades	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	R T P
CHF1- CHAPINGO	504.98 a ^z	288.34 a	170.16 a	963.49 a
TAMAZULA SM2	302.02 b	272.98 a	102.22 b	677.22 b
^z DMS	61.84	44.51	42.08	77.94

^y = Cifras con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales.

^zDMS = Diferencia mínima significativa (Tukey $\alpha = 0.05$). RTP = Rendimiento total por planta.

PESO PROMEDIO DE 15 FRUTO (g)				
Variedades	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	PP15
CHF1- CHAPINGO	448.59 a ^z	421.76 a	318.50 a	396.29 a
TAMAZULA SM2	262.27 b	239.27 b	175.27 b	225.61 b
^z DMS	40.66	29.17	21.75	25.92

^y = Cifras con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales.

^zDMS = Diferencia mínima significativa (Tukey $\alpha = 0.05$). PP15 = Peso de 15 frutos, en promedio de los tres cortes.

DIAMETRO ECUATORIAL (mm)				
Variedades	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	DEP
CHF1- CHAPINGO	48.40 a ^z	43.89 a	43.83 a	45.37 a
TAMAZULA SM2	37.01 b	36.49 b	35.68 b	36.40 b
^z DMS	2.14	2.35	1.31	1.05

^y = Cifras con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales.

^zDMS = Diferencia mínima significativa (Tukey $\alpha = 0.05$). DEP = Diámetro ecuatorial de fruto, en promedio de los tres cortes.

DIAMETRO POLAR (mm)				
Variedades	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	DPP
CHF1- CHAPINGO	35.42 a ^z	33.26 a	33.54 a	34.06 a
TAMAZULA SM2	30.64 b	30.50 b	30.95 b	30.70 b
^z DMS	1.98	1.47	1.33	1.14

^y = Cifras con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales.

^zDMS = Diferencia mínima significativa (Tukey $\alpha = 0.05$). DPP = Diámetro polar de fruto, en promedio de los tres cortes.

De acuerdo con la prueba de comparación de medias (Tukey, $\alpha = 0.05$) (Cuadro 3.3), los niveles de poda más sobresaliente en rendimiento total por planta, por corte y el total de ellos fueron en el primer corte: sin poda ($462.6 \text{ g planta}^{-1}$), octavo entrenudo ($446.99 \text{ g planta}^{-1}$) y sexto entre nudo ($399.88 \text{ g planta}^{-1}$). Aunque sólo superaron significativamente al cuarto entrenudo ($304.53 \text{ g planta}^{-1}$), en el segundo y tercer corte, al igual que en el rendimiento total, en el cual los tratamientos más sobresalientes fueron: sin poda ($380 \text{ g planta}^{-1}$), ($222.74 \text{ g planta}^{-1}$), ($1065 \text{ g planta}^{-1}$), respectivamente, y octavo entrenudo ($327 \text{ g planta}^{-1}$), ($145.48 \text{ g planta}^{-1}$), ($919.49 \text{ g planta}^{-1}$). Para el segundo y tercer corte, junto con el rendimiento total, superaron significativamente al sexto ($262 \text{ g planta}^{-1}$), ($100.35 \text{ g planta}^{-1}$) ($762.31 \text{ g planta}^{-1}$) y cuarto entrenudo ($153.49 \text{ g planta}^{-1}$), ($76.2 \text{ g planta}^{-1}$) y ($534.2 \text{ g planta}^{-1}$).

Silvia y Vizzoto, (1986), demostraron datos contrastantes en jitomate al comparar plantas no podadas y podadas cerca del tercer racimo, encontraron que con la poda se incrementa el rendimiento en 87 %.

En el caso de la variable peso de 15 frutos por corte y el peso promedio de 15 frutos en los tres cortes (Cuadro 3.3), los mejores tratamientos de poda fueron en el cuarto y sexto entrenudo, al ser los mejores en el primer corte, los cuales no mostraron diferencia significativa ante los demás tratamientos. En el segundo y tercer corte si tuvieron diferencia significativa con el tratamiento de poda en el octavo entrenudo y sin poda, respectivamente. Para el peso promedio de los tres cortes, el tratamiento con poda al sexto entre nudo presentó valor alto, pero no fue diferente significativamente con los demás tratamientos.

Cuadro 3.3. Comparación de medias para el factor niveles de poda para tomate de cáscara en los diferentes cortes realizados, evaluados en Chapingo, México. 2005.

RENDIMIENTO POR PLANTA (g)				
Podas	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	RTP
Cuarto entre nudo	304.53 b ^y	153.49 c	76.20 b	534.22 c
Sexto entre nudo	399.88 a	262.08 b	100.35 b	762.31 b
Octavo entre nudo	446.99 a	327.01 a	145.48 a	919.49 a
Sin poda	462.60 a ^y	380.08 a	222.74 a	1065.41 a
^z DMS ^z	117.22	84.38	79.76	147.73
MEDIA	403.49	280.66	136.19	820.35

^y = Cifras con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales.

^zDMS = Diferencia mínima significativa (Tukey $\alpha = 0.05$) RTP = Rendimiento total por planta.

PESO PROMEDIO DE 15 FRUTOS (g)				
Podas	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	PP15
Cuarto entre nudo	365.29 a	379.45 a	241.79 a	328.84 a
Sexto entre nudo	357.42 a	362.40 a	276.66 a	332.16 a
Octavo entre nudo	343.73 a	303.33 b	242.39 a	296.48 a
Sin poda	355.31 a	276.89 b	226.70 b	286.30 a
^z DMS	77.07	55.30	41.23	49.14
MEDIA	355.43	330.51	246.88	310.94

^y = Cifras con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales.

^zDMS = Diferencia mínima significativa (Tukey $\alpha = 0.05$) PP15 = Peso de 15 frutos, en promedio de los tres cortes.

DIAMETRO ECUATORIAL (mm)				
Podas	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	DEP
Cuarto entre nudo	42.00 a	42.00 a	40.35 a	41.43 a
Sexto entre nudo	43.09 a	42.21 a	40.39 a	41.91 a
Octavo entre nudo	42.60 a	38.90 b	39.23 a	40.25 a
Sin poda	43.12 a	37.64 b	39.05 a	39.95 a
^z DMS	4.06	4.46	2.49	1.99
MEDIA	42.70	40.19	39.76	40.88

^y = Cifras con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales.

^zDMS = Diferencia mínima significativa (Tukey $\alpha = 0.05$). DEP = Diámetro ecuatorial de fruto, en promedio de los tres cortes.

DIAMETRO POLAR (mm)				
Podas	CORTE 1	CORTE 2	CORTE 3	DPP
Cuarto entre nudo	33.53 a	33.33 a	32.39 a	33.08 a
Sexto entre nudo	32.72 a	33.00 a	33.03 a	32.91 a
Octavo entre nudo	33.52 a	30.49 b	31.87 a	31.95 a
Sin poda	32.35 a	30.69 a	31.69 a	31.60 a
^z DMS	3.75	2.80	2.52	2.16
MEDIA	33.03	31.88	32.25	32.38

^y = Cifras con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales.

^zDMS = Diferencia mínima significativa (Tukey $\alpha = 0.05$). DPP = Diámetro polar de fruto, en promedio de los tres cortes.

Hernández *et al.* (1992), al evaluar el efecto de podas sobre la calidad del fruto expresada por su tamaño, encontraron efectos altamente significativos de este factor sobre los caracteres de diámetro de tallo y altura de fruto, al notar que los tratamientos que tuvieron la mayor expresión de esas dos variables fueron aquellos podados a un solo tallo.

Para el diámetro ecuatorial de fruto por corte y el promedio de los tres cortes (Cuadro 3.3) hubo diferencia significativa en el segundo corte, ya que los frutos de los tratamientos cuarto y sexto entrenudo presentaron diferencia significativa con el tratamiento que no se podó y el de octavo entrenudo. Pérez y Castro (2008) señalan que la poda de los brotes y de las ramas en chile manzano incrementa la calidad del fruto en tamaño y grosor en pericarpio.

Como se puede observar en el Cuadro 3.3, para diámetro polar del fruto por corte y el promedio de ellos solamente hubo diferencia significativa en el segundo corte al ser mejor tratamiento la poda en el cuarto entrenudo, sexto entrenudo y sin poda. En el promedio de diámetro polar los frutos que obtuvieron el mayor tamaño fueron los que se podaron al cuarto entrenudo pero no hubo diferencia significativa ante los demás tratamientos. Knaver (1979) aplicó la poda de yema terminal y una o dos hojas jóvenes en plantas de chile de la variedad Yolo Wonder cuando las plantas tenían de 5 a 6 hojas verdaderas; las plantas podadas produjeron mayor tamaño que los testigos sin podar.

3.6. CONCLUSIONES

La variedad que produjo mayor rendimiento fue CHF1 Chapingo ($963.49 \text{ g planta}^{-1}$), con frutos de tamaño mediano, diámetro ecuatorial de 45.37 mm y diámetro polar de 34.06 mm.

Las plantas de tomate de cáscara que no fueron sometidas al tratamiento de poda mostraron los valores más altos en el rendimiento por planta, aunque no existió diferencia significativa con respecto a la poda realizada en el octavo entre nudo.

El rendimiento en el primer corte es fundamental para obtener un alto rendimiento total.

3.7. LITERATURA CITADA

Halfacre G.,R. 1979. Horticultura. AGT Editor, S.A. México, D. F. 727 p.

Hernández G.,V.M.; Sánchez C.,F.; Espinosa R.P.1992. Respuesta a la distancia de plantación y tipo de poda en el cultivo hidropónico de jitomate (*Licopersicum esculentum* Mill.) bajo invernadero rustico. Revista Chapingo 15 (73-74) : 23-25.

Knauer, D.F. 1979. Response of pepper to transplant. HortScience 14(5): 639 – 640.

Mulato B.,J.; V.M. Fernández O.; S. Jankiewicz L. 1987. Tomate de cáscara: desarrollo y fenología. Revista Chapingo 56-57: 44-47.

Peña L.,A.; F. Márquez S. 1990. Mejoramiento genético del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo 14(71–72): 84-88.

Peña L.,A.; J.F. Santiaguillo H.; D. Montalvo H.; M. Pérez G. 1997. Intervalos de cosecha en la variedad CHF1 – Chapingo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo Serie Horticultura 3(1): 31-38.

Peña L.,A.; J.F. Santiaguillo H. 1999. Variabilidad Genética de Tomate de Cáscara en México. Boletín Técnico # 2. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 26 p.

- Peña L.,A.; J.D. Molina G.; F. Márquez S.; J. Sahún C.; J. Ortiz C.; T. Cervantes S. 1999. Heterosis intravarietal en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Fitotecnia Mexicana 22: 199-213.
- Pérez G.,M. y R. Castro B. 1998. Guía para la Producción Intensiva de Chile Manzano. Boletín de Divulgación No. 1. Programa Nacional de Investigación en Olericultura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 17 p.
- Pérez G.,M., y R. Castro B. 2008. El Chile Manzano. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. México. 128 p.
- Salisbury B.,F. y C.W. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamericana. México. 759 p.
- SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera). 2008. Avances de Siembra y Cosecha. Año Agrícola 2008. www.siap.sagarpa.gob.mx
- Sigala M., T.; C.E. Ramírez B.; A. Peña L. 1994. Determinación de azúcares simple y ácidos en colectas de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Chapingo, México. Revista Chapingo Serie Horticultura 2: 141-143.
- Silvia J.A.A. y Vizzotto V.J., 1986. Topping of tomatoes Brazil. In: Pesquisa em adamento, empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária; EMPASC. No. 68.

Soldevilla C.,S.; A. Peña L.; F. Solís M.; T. Vásquez R. y M.T. Colinas L. 2002.
Aplicación al Suelo de CO₂, uso de acolchados plásticos y sistemas de manejo en
tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo Serie Horticultura
8(1): 25-38.

DISCUSIÓN GENERAL

La presente investigación abordó dos aspectos generales. El primero de ellos fue relacionado con la distribución de biomasa en tomate de cáscara y el segundo trabajo se relacionó con el manejo de densidades y poda en diferentes variedades de tomate de cáscara en campo y en hidroponía bajo invernadero.

DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA

Marcelis (1993) señala que el rendimiento final de la planta está determinado por su capacidad de acumular biomasa, así como por la habilidad de destinarla a los órganos de interés. Parte importante de éste proceso es el desarrollo foliar. De acuerdo con Ho (1988) la hoja recién desplegada se comporta más como una demanda, importando asimilados procedentes de otras hojas o de reservas, hasta que alcanza 30 % de su tamaño final, cuando la importación cesa gradualmente y la hoja pasa de ser demanda a ser fuente. Una vez que la hoja ha alcanzado su máxima expansión foliar presenta la máxima actividad fotosintética, es en ese momento que se convierte en un órgano fuente de asimilados.

Es importante que el desarrollo foliar pleno se alcance con la mayor rapidez posible, para que la planta pueda hacer uso de los asimilados en otros órganos (Patrick, 1988). En este trabajo se observó que la mayor acumulación de materia seca total correspondió con aquellas razas (Salamanca y Tamazula) que presentaron un desarrollo foliar acelerado en la parte baja de la planta. Si bien estas dos razas fueron

las de mayor acumulación de biomasa, ésta no fue canalizada en la misma proporción hacia los frutos.

En tomate de cáscara es importante que la biomasa se dirija a los primeros frutos debido a que el rendimiento total está determinado fundamentalmente por el rendimiento temprano (Santiaguillo *et al.*, 1996). La mayor acumulación de materia seca en frutos de la parte baja de la planta se obtuvo en el grupo inter-racial y la raza rendidora. Lo anterior coincide con lo reportado por Ponce (2003), quien encontró que estas dos razas tienen un mayor rendimiento temprano. El mismo autor encontró que la raza Manzano tuvo un rendimiento superior en total de cortes; sin embargo, su producción fue tardía. Estos datos coinciden con los encontrados en el presente estudio, ya que la raza Manzano presentó la mayor proporción de biomasa para la parte superior, tanto en órganos vegetativos como en fruto.

PODA, DENSIDAD Y VARIEDADES

La poda en el cultivo de tomate de cáscara no tuvo efecto sobre el rendimiento del cultivo ni en la calidad de fruto. Peña *et al.* (1997) y Ponce (2003) reportan que la producción del tomate de cáscara se concentra en los primeros nudos de la planta, por lo que el primer corte (rendimiento temprano) representa alrededor de 60 % del rendimiento total. Cruz *et al.* (2005), encontraron que la poda incrementó el tamaño de frutos en chile morrón, hortaliza con un crecimiento dicotómico similar al de tomate de cáscara, ya que se elimina la competencia del crecimiento vegetativo. En la presente investigación no se encontró ese comportamiento en el tomate de cáscara, puesto que tanto en campo como en invernadero los tratamientos con poda no incrementaron

significativamente el tamaño de fruto, salvo el caso de la poda al cuarto entrenudo donde se incrementó el diámetro de fruto. En el experimento de campo, las plantas de tomate de cáscara que no fueron sometidas al tratamiento de poda mostraron los valores más altos en el rendimiento por planta, aunque no existió diferencia significativa con respecto a la poda realizada en el octavo entrenudo. Sin embargo, en los cortes segundo y tercero hubo diferencia significativa en el peso promedio por fruto, aunque en el total de los cortes no presentó diferencia significativa con el resto de los tratamientos.

El rendimiento se incrementó conforme aumentó la densidad de plantación. El más alto rendimiento se obtuvo con 18 plantas·m⁻², puesto que presentó el mayor tamaño de fruto. Cockshull y Ho (1995), indican que el crecimiento de los cultivos a densidades altas no sólo producen más frutos, sino también más asimilados por unidad de superficie, como resultado de tener un índice de área foliar más alto que intercepta más porcentaje de la radiación solar incidente. Cebula *et al.* (1995), señalan que con el incremento en la densidad de población, por lo general, se reduce la biomasa por planta pero se incrementa por unidad de superficie. De esta manera, aunque se presente una reducción en el vigor de cada planta, éste se ve compensado por el mayor número de plantas por unidad de superficie.

Diferentes estudios se han realizado para evaluar el efecto conjunto de la poda y la densidad de población en jitomate, hortaliza para la que ya se ha desarrollado un sistema de producción que concentra la producción (Cansino *et al.*, 1992; Sánchez y Corona, 1994). En pimiento se han tenido resultados promisorios (Cruz *et al.*, 2009), en los que se ha elevado el rendimiento por unidad de superficie mediante el uso de podas y el incremento en la densidad. Además de incrementar el rendimiento por unidad de

superficie, se logró reducir el ciclo biológico, lo que representa dos ventajas: la concentración de la cosecha en periodos cortos y la posibilidad de conducir más ciclo por año. Si bien con el cultivo de tomate de cáscara en invernadero no se logró un resultado satisfactorio, esto es debido a que es una planta alógama obligada; es decir, que ocupa polinización cruzada, ya sea que el polen sea movido por el viento ó insectos, valdría la pena explorar mayores densidades de población en conjunto con la poda en campo abierto, con la expectativa de lograr un incremento en el rendimiento por unidad de superficie y concentración de cosecha. De acuerdo con Sánchez *et al.* (2009), la manipulación de la densidad de plantación permite optimizar la radiación interceptada, factor importante para incrementar el rendimiento.

La variedad que tuvo mejor comportamiento fue CHF1 Chapingo, de la raza Rendidora. Esto se puede explicar debido a que dicha raza se caracteriza por ser muy precoz (Ponce, 2003), por lo que tuvo altos rendimientos, tanto en los tratamientos con poda como en los que no la tuvieron.

CONCLUSIONES GENERALES

La distribución de biomasa en los diferentes órganos de la planta varía entre las razas de tomate de cáscara. Las razas Salamanca, Rendidora y Tamazula tienden a acumular proporcionalmente más materia seca en la parte baja de la planta que las razas Puebla y Manzano.

La poda *per se* no influye significativamente sobre el rendimiento de tomate de cáscara, aunque representa una alternativa si se desea incrementar la densidad de población.

Conforme se incrementó la densidad de población, lo hizo también el rendimiento por unidad de superficie.

Bajo las condiciones de éstos estudios, la mejor variedad fue CHF1 Chapingo, debido a su mayor rendimiento, ya que es una variedad precoz y de alto potencial de rendimiento en el primer corte.

La producción de tomate de cáscara bajo invernadero no mostró ser una alternativa viable bajo el esquema de producción de alta densidad y poda, debido al escaso amarre de fruto producto de una mala polinización, derivada de la autoincompatibilidad que presenta la especie.

LITERATURA CITADA

- Cansino B., J.; Sánchez del C., F.; Espinosa R., P. 1992. Efectos de despunte y la densidad de población sobre dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía bajo invernadero. Revista Chapingo 15(73-74): 26-30.
- Cruz H., N.; J. Ortiz C.; F. Sánchez del C.; C. Mendoza C. 2005. Biomasa e índices fisiológicos en chile morrón cultivado en altas densidades. Revista Fitotecnia Mexicana 28(3): 287-293.
- Cruz H., N.; J. Ortiz C.; F. Sánchez del C.; C. Mendoza C. 2009. Altas densidades con despunte temprano en rendimiento y periodo de cosecha en chile pimiento. Agricultura Técnica en México 35(1): 73-80.
- Cebula, S.R.; Fernández M.; Cuartero J.; M.L. Gómez G. 1995. Optimization of plant and shoot spacing in greenhouse production of sweet pepper. Acta Horticulturae 412: 321-329.
- Cockshull, K.E.; Ho L. C. 1995. Regulation of tomato fruit size by plant density and truss thinning. Journal Horticultural Science 70: 395-407
- Ho, L. C. 1988. Metabolism and compartmentation of imported sugars in sink organs in relation to sink strength. Annual Review of Plant Physiology 39: 355-378.

- Marcelis, L.F.M. 1993. Simulation of biomass allocation in greenhouse crops: *Acta Horticulturae* 328: 49-67.
- Patrick, J.W. 1988. Assimilate partitioning in relation to crop productivity. *HortScience* 23: 33-40.
- Peña L., A.; J.F. Santiaguillo H.; D. Montalvo H.; M. Pérez G. 1997. Intervalos de cosecha en la variedad CHF1 Chapingo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). *Revista Chapingo Serie Horticultura* 3(1): 31-38.
- Ponce V., J.J. 2003. Rendimiento y precosidad de 40 variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en cuatros sistemas de producción. Tesis de Maestría de Horticultura. Instituto de Horticultura. Universidad Autónoma Chapingo. 88 p.
- Sánchez del C., F.; T. Corona S. 1994. Evaluación de cuatro variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) bajo un sistema hidropónico a base de despuntes y altas densidades. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 1(2): 109-114.
- Sánchez del C. F.; E. del C. Moreno P.; E. L. Cruz A. 2009. Producción de jitomate hidropónico bajo invernadero en un sistema de dosel en forma de escalera. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 15(1): 67-73.
- Santiaguillo H., J. F., J. Sahagún.; A. Peña L., A.; J. A. Cuevas S. 1996. Estabilidad del rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) I. Criterio de medidas de dispersión. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 2(2): 135-139