

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BAJA CALIFORNIA
INSTITUTO DE CIENCIAS AGRÍCOLAS



“CRECIMIENTO, DISTRIBUCIÓN DE BIOMASA E ÍNDICE
DE COSECHA EN VARIEDADES DE TOMATE DE
CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot) BAJO NIVELES DE
PODAS”.

T E S I S

PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

PRESENTA:

AGUSTÍN CORPUS RAMOS

DIRECTOR DE TESIS:

DR. ONECIMO GRIMALDO JUÁREZ

Mexicali Baja California

Diciembre de 2009

La presente tesis titulada ***“Crecimiento, distribución de biomasa e índice de cosecha en variedades de tomate de cáscara (Physalis ixocarpa Brot.) bajo niveles de podas”*** realizada por el alumno **Agustín Corpus Ramos**, ha sido aprobada bajo la dirección del consejo particular indicado y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS AGROPECUARIAS

COMITE PARTICULAR

Director de Tesis: _____
Dr. Onecimo Grimaldo Juárez

Asesor: _____
Dr. Leonel Avendaño Reyes

Asesor: _____
Dr. Juan Francisco Ponce Medina

Asesor: _____
Dr. Manuel Cruz Villegas

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, por la oportunidad brindada, en continuar a mi desarrollo profesional, dependencia justa y noble, donde aprendí a desarrollar mi profesión con dignidad y orgullo.

Al Gobierno Federal, a través de la institución (CONACYT) por el apoyo brindado en el fortalecimiento del postgrado nacional.

Al Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, a todo el cuerpos de maestros, en la continuación de mi desarrollo profesional.

Al Comité de postgrado de la Universidad Autónoma de Baja California, por las sugerencias brindadas durante la elaboración de la presente investigación.

Al Dr. Onecimo Grimaldo Juárez, por sus comentarios y sugerencias tan atinadas en la elaboración de éste documento. Por guiar mi formación doctoral y por su amistad.

Al Dr. Francisco Ponce Medina, por su valioso apoyo profesional, en la realización de este documento y su gran amistad.

Al Dr. Leonel Avendaño Reyes, por todo el apoyo y los consejos que he recibido para la elaboración de éste documento. Por sus ideas, su enfoque, su generosidad, su ayuda, su entusiasmo. Muchas gracias

.

Al Dr. Manuel Cruz Villegas, por sus sugerencias tan atinadas en los planteamientos realizados en el presente trabajo.

A los Drs. Enrique Gilberto Álvarez Almora, Adolfo Pérez Márquez por la participación en mi formación doctoral.

Al Lic. Francisco Carlos Silva Toledo, rector del Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, por el apoyo brindado durante mi formación doctoral.

Al M.A. Isidro Arenas, director del Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, unidad San Luis R.C., por el apoyo brindado en la preparación profesional.

A la Lic. Isabel Bohórquez, secretaria académica del Centro de Estudios Superiores del Estado de Sonora, unidad San Luis R.C., por el apoyo brindado en autorización de otra extensión de permisos.

Al MC. Juan Rodríguez García, por el apoyo brindado durante mi formación doctoral.

A la Dra. Noemí Guadalupe Torrentera Olivera por el apoyo otorgado en los momentos de presentación de los exámenes predoctorales.

AL Dr. Martín Fco. Montaña Gómez, por brindarme su amistad y apoyo.

AL MC. Alberto Barreras Serrano, por su valioso apoyo en las asesorías en el manejo del software estadístico SAS 9.1.3.

Al Dr. Gerardo Martínez Díaz, por las asesorías brindadas en algunos tópicos en la preparación de los exámenes predoctorales.

Al MC. Alberto E. Velderrain Figueroa, porque siempre, estuvo al pendiente en el desarrollo del trabajo de tesis.

Al Grupo QUIMSA S. A. de C.V. por el apoyo brindado en la donación de los insumos para la realización en los trabajos de tesis.

Al Dr. Noé Ortiz Uribe por el apoyo otorgado en las asesorías en los diferentes tópicos realizados en mi formación profesional.

Al personal Administrativo y de servicios del Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California.

A las muchachas: Delia, Cecilia, Griselda, Yaneth, China, Claudia, Rogelio, Candí, Rubén, Armando. Por su colaboración en la recolección y procesamiento de las muestras.

A mis compañeros que de una manera directa o indirectamente, contribuyeron a hacer más agradable mi postgrado y culminar satisfactoriamente: José Jaime Iira Soler, José Luís Landero Fernando Rivera Acuña, José Serrano, Oscar Monroy, Janer, Paco Loya Olguín, Víctor, gallo, Juan Escalante, Jesús Borboa Flores, Salvador Fierro, Mario, Jorge Yáñez, Alfonso ponchito, Andrés Moncada Aguilar, Rubén bican, Armando Pulido Herrera.

GRACIAS....

DEDICATORIA

A mi esposa Ofelia, por su apoyo incondicional, amor y comprensión en las actividades diarias de estudio y trabajo.

A mis hijos Agustín y Cristina Julián, quien con su nacimiento han iluminado mi vida y renovado mi esperanza por seguir superándome.

A mi madre, por su ejemplo, cariño y dedicación con el que siempre me ha llevado de la mano, para conseguir mis anhelos.

A mi padre, por su ejemplo, sus consejos y amistad en todas las circunstancias de mi vida.

A mis hermanos, María Guadalupe, José Luís, María del Carmen, José Alfredo, José Arturo, Francisco, Carlos Jaime, María Isabel, Imelda Patricia y Julio Cesar, por que están en cada paso que hemos dado juntos.

Agustín

CONTENIDO

	Página
Agradecimiento.....	iii
Dedicatoria.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros	xii
Índice de figuras.....	xiv
 I. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	 1
II. EXPERIMENTO I: ANALISIS DE CRECIMIENTO EN VARIEDADES	4
DE TOMATE DE CÁSCARA (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>) BAJO	
CONDICIONES DE MACETAS.....	
2.1. Resumen.....	4
2.2. Summary.....	6
2.3. Introducción.....	8
2.3.1. Objetivo.....	9
2.3.2. Hipótesis.....	10
2.4. Materiales y métodos.....	11
2.4.1. Localización del sitio experimental.....	11
2.4.2. Material genético.....	11
2.4.3. Establecimiento del experimento.....	12
2.4.4. Diseño	12
experimental.....	

2.4.5. Variables evaluadas.....	13
2.4.6. Análisis estadístico.....	13
2.5. Resultados y discusión.....	15
2.5.1. Biomasa , crecimiento y aparición de órganos y reproductivos en cuatro variedades de tomate de cáscara.....	15
2.5.2. Peso seco.....	25
2.5.3. Índices de Crecimiento.....	26
2.5.4. Tasa absoluta de crecimiento.....	26
2.5.5. Tasa relativa de crecimiento.....	29
2.5.6. Tasa de asimilación neta (TAN).....	31
2.6. Conclusiones.....	33
2.7. Literatura citada.....	34
III. DISTRIBUCION DE MATERIA SECA EN VARIEDADES DE TOMATE DE CÁSCARA (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>) BAJO NIVELES DE PODAS.....	38
3.1. Resumen.....	38
3.2. Summary.....	39
3.3. Introducción.....	40
3.3.1. Objetivo.....	41
3.3.2. Hipótesis.....	
3.4. Materiales y métodos.....	38
3.4.1. Localización del sitio experimental.....	42
3.4.2. Material genético.....	42

3.4.3. Establecimiento del experimento.....	43
3.4.4. Diseño experimental.....	44
3.4.5. Variables	45
3.4.6. Análisis estadístico.....	46
3.5. Resultados y discusión.....	48
3.5.1. Comparación de medias.....	48
3.5.2. Por ciento de peso seco.....	49
3.6. Conclusiones.....	51
3.7. Literatura citada.....	52
IV. EXPERIMENTO III: ÍNDICE DE COSECHA EN VARIEDADES DE	56
TOMATE DE CÁSCARA (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.) BAJO NIVELES DE	
PODAS.....	
.	
4.1. Resumen.....	56
4.2. Summary.....	58
4.3. Introducción.....	60
4.3.1 Objetivo.....	61
4.3.2. Hipótesis.....	61
4.4. Materiales y métodos.....	62
4.4.1. Localización del sitio experimental.....	62
4.4.2. Material genético.....	62
4.4.3. Establecimiento del experimento.....	63
4.4.4. Diseño experimental.....	63
4.4.5. Variables evaluadas.....	64

4.4.6. Análisis estadístico.....	65
4.5. Resultados y discusión.....	68
4.5.1. Área foliar.....	68
4.5.2. Diferencias entre variedades.....	68
4.5.3 Interacción variedad x poda.....	70
4.5.4. Peso de fruto seco.....	72
4.5.5. Índice de cosecha de variedades.....	73
4.5.6. Índice de cosecha de podas en variedades.....	74
4.5.7. Índice de cosecha en muestreos.....	76
4.5.8. Índice de cosecha en variedades en tres muestreos.....	77
4.5.9. Eficiencia metabólica foliar en podas en tres muestreo en tomate de cáscara.....	78
4.5.10. Eficiencia metabólica en cinco podas en variedades de tomate de cáscara.....	79
4.5.11. Número de frutos comerciales.....	80
4.5.12. Frutos comerciales en cinco podas en tres muestreos variedades y muestreos.....	81
4.5.13. Peso seco total.....	83
4.5.14. Rendimiento de variedades.....	84
4.6. Conclusiones.....	86
4.7. Literatura citada.....	87

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PAG.
2.1	Tendencias en cuatro muestreos de peso seco en variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>) ciclo otoño invierno	15
2.2	Comparación de medias y la prueba de Tukey de cuatro muestreos de peso seco por planta de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa Brot</i>) de los distintos órganos y totales	21
2.3	Promedio de peso seco de raíz, tallos y hojas, así como área foliar en tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa Brot</i>) en condiciones de maceta	24
2.4	Tendencias en cuatro muestreos de peso seco en variedades de tomate de cáscara (<i>Physalisixocarpa Brot.</i>) ciclo otoño invierno	26
2.5	Tasa de crecimiento absoluto de plantas en tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>) bajo condiciones de macetas	28
2.6	Tasa de crecimiento relativa de plantas de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>) bajo condiciones de macetas	30
2.7	Tasa de asimilación neta en distintos periodos (g/m ² /día) en tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>) bajo condiciones de macetas	32

CONTINÚA INDICE CUADROS....

3.1	Cuadrados medios de los análisis de varianza de caracteres evaluados de cuatro variedades en tomate de cáscara. (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>) bajo diferentes niveles de poda. Mexicali B.C.	48
3.2	Porciento de peso seco de los diferentes órganos de la planta en cuatro variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>)	49
4.1	Cuadrados medios de los análisis de varianza de caracteres evaluados en índices de cosecha en cuatro variedades en tomate de cáscara. (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>) bajo niveles de poda Mexicali B.C.	71

INDICE DE FIGURAS

FIGURA		PAG.
2.2	Longitud de raíz por planta de cuatro variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	17
2.2	Diámetro de tallo por planta de cuatro variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	19
2.3	Longitud de tallo por planta de cuatro variedades de tomate de cascar (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	20
2.4	Peso seco de raíz por planta de cuatro variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	18
2.5	Peso seco de tallo por planta de cuatro variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	25
2.6	Evolución de área foliar de cuatro variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	26
4.1	Acumulación de área foliar bajo niveles de podas en cuatro variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	72
4.2	Niveles de poda en el fruto seco en tres muestreo en tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	73
4.3	Incremento del índice de cosecha en cuatro variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	74
4.4	Incremento del índice de cosecha bajo niveles de podas en variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	76
4.5	Incremento del índice de cosecha en variedades en tres muestreos en tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa</i> Brot.)	78

CONTINUA INDICE FIGURAS...

4.6	Eficiencia metabólica del área foliar bajo niveles de podas en tres muestreos en tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa Brot</i>)	79
4.7	Eficiencia metabólica del área foliar bajo niveles de podas en variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>)	80
4.8	Número de frutos comerciales en variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>)	81
4.9	Frutos comerciales de variedades en tres muestreos en tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>)	82
4.10	Frutos comerciales bajo niveles de podas en tres muestreos (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>)	75
4.11	Peso seco total en tres muestreos en cuatro variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>)	84
4.12	Incremento del rendimiento en variedades de tomate de cáscara (<i>Physalis ixocarpa Brot.</i>)	77

I. INTRODUCCION GENERAL

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*) es una hortaliza ampliamente cultivada en la República Mexicana, la superficie destinada al cultivo de este especie supero las 52 mil hectáreas en 2007 (SIACON 2008), lo que la ubica en el quinto lugar en cuanto a importancia entre las hortalizas con mayor demanda en el país. El fruto principal órgano de interés económico de esta especie, es altamente demandado en estado fresco o procesado para la preparación de guisos y salsas regionales.

El rendimiento promedio nacional de fruto de tomate de cáscara por hectárea es de 14 toneladas, rendimiento significativamente menor al potencialmente registrado, el cual según Peña, asciende a las 45 toneladas por hectárea. Algunas de las características botánicas asociadas a este nivel de producción están dadas por su tipo de crecimiento indeterminado y a la ramificación subdicotómica, donde los frutos se forman generalmente en los primeros seis niveles de ramificación, aunque es posible la formación hasta el octavo nivel, produciéndose un total de 60 frutos por planta (Pena *et al.*, 1995)..

El crecimiento y desarrollo de los frutos en los diferentes niveles de ramificación es variable, generándose una alternancia marcada en el rendimiento, sobre todo después del segundo corte. El peso y volumen de los frutos descende conforme se avanza en el número de cortes, situación que se atribuye a las relaciones de fuente demanda que se establecen en las plantas, ya que al momento del primer corte se considera que se tiene menor número de flores y frutos (demanda) en comparación con el área foliar (fuente), esta relación en el crecimiento posterior se invierte, es decir, la demanda se

incrementa y la fuente se reduce. Estas variaciones entre la fuente y demanda, también se manifiestan con la caída de flores y frutos, principalmente en los niveles superiores de la planta (Cartujano *et al.*, 1987). El conocimiento sobre como mantener el balance entre la fuente y demanda con la distribución de la biomasa en los diferentes órganos de la planta, especialmente hacia el fruto, ha sido uno de los principales factores considerados para incrementar los rendimientos en variedades de *Lycopersicon esculentum* Mill (Nuez, 2001). Sin embargo, en tomate de cáscara los estudios relacionados con la fuente demanda, abordan aspectos generales del comportamiento reproductivo de las plantas y se carece del conocimiento detallado de los posibles efectos en el rendimiento al variar o modificar la relación fuente-demanda.

Por lo anterior, la presente investigación esta encaminada al estudio de algunos de los factores asociados a la relación fuente demanda, como es el caso del crecimiento inicial de las plantas en los primeros 45 días después del trasplante. También se evalúa la acumulación y distribución de peso seco en los diferentes órganos de las plantas y el índice cosecha al modificar la relación fuente demanda, mediante diferentes niveles de poda en las partes terminales de crecimiento de las plantas. .

Los objetivos planteados fueron: a) Comparar la respuesta de crecimiento de cuatro variedades de tomate de cáscara en condiciones de macetas, b) Determinar la distribución de la biomasa acumulada en los diferentes órganos en variedades de tomate de cáscara y c) Comparar los índices de cosecha en las variedades de tomate de cáscara bajo niveles de poda.

Hipótesis

a) El crecimiento en las variedades de tomate de cáscara puede ser superada por alguna variedad, debido a las características genéticas de los materiales,

b) La acumulación de la materia seca en los tallos, hojas, flores, cáliz y frutos puede ser diferente cuando menos en alguna de las variedades de tomate de cáscara.

c) El alto índice de cosecha puede ser superado por algunas de las variedades de tomate de cáscara, debido al manejo.

Hipótesis:

El tamaño y el peso de los frutos esta asociado directamente con el área foliar disponible en los diferentes niveles de ramificación de las plantas

II. EXPERIMENTO 1: ANALISIS DE CRECIMIENTO EN VARIEDADES DE TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.) EN CONDICIONES DE MACETA

GROWTH ANALYSIS ON VARIETIES IN HOUSE TOMATO (*Physalis ixocarpa* Brot.) CONDITION POT UNDER

2.1. RESUMEN

En este experimento se investigó la acumulación y distribución de la materia seca en los órganos vegetativos y reproductivos del tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) bajo condiciones de campo; con el objetivo de evaluar la distribución de biomasa, la relación fuente-demanda y su efecto en el rendimiento del fruto. Las variedades de tomate de cáscara utilizadas fueron Verde Supremo, Chapingo, Orizaba y Diamante. La investigación se llevó a cabo en el Instituto de Ciencias Agrícolas de la Universidad Autónoma de Baja California, en el año 2005. El transplante se realizó utilizando sustrato (peat moss) y tierra para jardín. La parcela experimental estuvo integrada por 16 macetas en cada variedad, donde se consideró como parcela útil tres plantas en cada uno de los tres muestres realizados.

La distribución de los tratamientos se hizo mediante un diseño en bloques completos al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, se realizó un análisis de varianza a los datos de materia seca y verde de los órganos de las plantas; además se realizó una prueba de comparación de medias en las variedades. Las evaluaciones de las variedades se hicieron durante el periodo vegetativo de las plantas desde el transplante hasta realizar

cuatro periodos de muestreos destructivos de plantas: 15, 30, 45 y 60 días. La variedad Verde Supremo presentó los valores más altos en la producción de materia seca de (hojas tallos, botón floral, flores, cáliz y área foliar) fue mayor ($p < 0.05$) siendo 0.163 y 1.593 g/planta y 252.86 cm² /planta de área foliar que en las variedades Chapingo, Orizaba y Diamante (0.077 ,0.871 y 111.68 g/planta). En los tallos la variedad Diamante acumuló más materia seca (0.823 g/planta). En el análisis de la tendencia a través del tiempo se observó que la producción de materia seca de raíz, tallo, hojas y área foliar tuvo un efecto lineal ($P < 0.01$). La tasa absoluta de crecimiento fue mayor en el peso seco de raíz en el periodo 15-30 (ddt) en la variedad Verde Supremo (0.009 g. dia⁻¹). La tasa relativa de crecimiento de raíz, tallos y hojas fueron iguales durante los diferentes muestreos. La tasa de asimilación neta fue mayor en la variedad Verde Supremo con 0.002 g.cm².d⁻¹ en el periodo de 15-30 (ddt).

2.2. SUMMARY

During this experiment, was studied the accumulation and distribution of dry matter in the vegetative and reproductive bodies of Husk Tomato (*Physalis ixocarpa Brot*) on field conditions. With the objective to evaluate the distribution of biomass, the relation source demand and his effects upper husk Tomato yield. The four varieties of it were Verde Supremo, Chapingo, Orizaba and Diamante. The experiment was realized during fall of 2005, in the Agriculture Science Institute, of the University of Baja California. The transplant was realized utilized a substrate peat moss and garden soil.

The experiment plot was integrate by 16 pot of each variety, were considered three plants by plot in each one of the sampling realized.

The distribution of the treatments one became by means of a design in blocks complete at random with four treatments and four repetitions, the analysis of ANDEVA to the data of dry and green matter of the organs of the plants; In addition I am realized a benchmark test of averages in the varieties through time. The evaluations of the varieties became during the vegetative period of the plants from the transplant to realizing four periods of destructive samplings of plants: 15, 30, 45 and 60 days. The variety Verde Supremo, show the highest values in the production of dry matter of (leaves stems, floral button, flowers, chalice and foliar area) was greater ($p > 0.05$) being 0,163 and 1,593 g/plant and 252,86 cm² /plant of foliar area that in the varieties Chapingo, Orizaba and Diamante with 0.077, 0.871 and 111.68 g/plant respectively. In the stems the variety Diamond accumulated more dry matter 0.823 g/plant. In the analysis of the tendency was observed that the production of dry matter by root,

stem, leaves and foliar area had a linear effect ($P < 0.01$). The absolute rate of growth was greater in the root dry weight during the period of 15-30 after transplant, whereas the Verde supremo variety was $0.009 \text{ g.cm}^2.\text{day}^{-1}$. The relative rate of growth of root, stems and leaves was similar during the different samplings. Furthermore the rate of net assimilation was greater in the Verde supremo variety with $0.002 \text{ g.cm}^2.\text{dia}^{-1}$ in the period of 15-30 after transplant.

2.3. INTRODUCCION

El tomatillo (*Physalis ixocarpa Brot*), también llamado tomate de cáscara, tomate verde, tomate de hoja, tomate de fresadilla, tomate de bolsa y tomatillo era conocido por los Mayas y Aztecas desde épocas prehispánica, siendo México su centro de origen y domesticación (Peña y Márquez, 1990; Santiaguillo *et al.*, 1994).

Entre las hortalizas en México, el tomate de cáscara ocupa el quinto lugar en cuanto a superficie cultivada (en 2003 se sembraron 56,522 ha), siendo los estados del centro de la República los principales productores. Entre los usos actuales destaca su utilidad como alimento y medicina. Esta importancia antropocéntrica ha generado entre los investigadores el interés de tener un conocimiento mas profundo de la especie. Algunas investigaciones han abordado aspectos genéticos, citológicos, fenológicos y productivos, pero poco se ha estudiado sobre análisis de crecimiento. Con este enfoque de estudio es posible conocer la cinética de la producción de biomasa, así como su distribución y eficiencia fotosintética (Hunt, 1982). Este criterio se ha usado para conocer los efectos que sobre el crecimiento vegetal ocasionan factores adversos (Cartujano *et al.*, 1987); Mulato *et al.*, (1987) o el manejo agronómico (Peña, 1997).

El propósito de emplear el análisis de crecimiento en la presente investigación es conocer los cambios en la biomasa de las plantas. Según estudios de desarrollo y crecimiento del tomatillo, las plantas presentan ramificaciones subdicotómicas que favorecen potencialmente la formación de flores y, con ello, el número de frutos se incrementa notablemente conforme

avanza el ciclo de cultivo. Peña *et al.*, (1997), clasifican la fructificación del tomatillo de acuerdo al patrón de crecimiento en seis niveles, lo que da un total de 53 frutos. Estos mismos investigadores indican que en condiciones excelentes de manejo en nutrición, sanidad y calidad genética, la fructificación se puede incrementar hasta los niveles séptimo y octavo, en los cuales la producción de frutos en el nivel séptimo sería de 57 y 60 frutos en el octavo nivel. Aunque potencialmente existen las condiciones para obtener altos rendimientos en tomatillo, fisiológicamente la planta está limitada para mantener todos los frutos que potencialmente se pueden producir. Lo anterior se fundamenta en que la planta durante su crecimiento y desarrollo, tiene una sobredemanda de fotoasimilados, ya que es necesario mantener el crecimiento de la planta y al mismo tiempo la formación de flores y frutos. Esta condición en las plantas ocasiona la caída de varias flores y frutos, posiblemente como respuesta de la planta para mantener un equilibrio entre la fuente y la demanda.

Entre las opciones para dar solución a los problemas señalados, es conveniente implementar estudios de análisis de crecimiento en los que se busca caracterizar las variedades, así como conocer los efectos del ambiente y factores de manejo de cultivo. El propósito es conocer como éstas restringen o favorecen la acumulación de biomasa en el órgano de interés.

Por lo anterior, en la presente investigación se realizó un análisis de crecimiento en plantas de tomate de cáscara con base en los siguientes objetivos:

- a) Comparar la respuesta en crecimiento en cuatro variedades de tomate de cáscara manejadas en macetas.
- b) Determinar y comparar la distribución del peso seco acumulado en los diferentes órganos de la planta.

2.4. MATERIALES Y METODOS

2.4.1. Localización del sitio experimental

El experimento se estableció en el campo agrícola experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas, ubicado en el Ejido Nuevo León, B. C., situada geográficamente entre los meridianos 114° 45 ' y 115° 40' de longitud Oeste y entre los paralelos 31° 40' y 32° 40' de latitud Norte. El clima de acuerdo con la clasificación de Köppen (García, 1973) es árido y seco, con humedad baja en todas sus estaciones, extremoso, registrándose una temperatura media anual de 22.2 °C, con una máxima de 51.5 °C y una mínima de 7 °C, la precipitación que se registra en el valle de Mexicali es relativamente baja, siendo de 74.6 mm el promedio anual. Los meses con más alta probabilidad de precipitación (50 % - 70 %) son Noviembre a Marzo y con la más baja probabilidad del (10 %) en Mayo y Junio.

2.4.2. Material genético

Se utilizaron cuatro variedades de tomate de cáscara identificadas con los nombres de 1) Verde Supremo, fruto grande, de color verde intenso y planta de hábito de crecimiento semierecto.

2) Chapingo CHF1, obtenida por selección a partir por la variedad rendidora de características similares a esta. Fruto de tamaño mediano de color verde y hábito crecimiento rastrero y semierecto, de frutos homogéneo en tamaño (Peña et al., 1998).

3) Diamante, que proviene de la raza Puebla, cuyas características son fruto grande de color verde y planta de hábito de crecimiento semirrecto.

4) Orizaba que presenta las características de frutos de tamaño mediano de color verde alimonado, hábito de crecimiento erecto y ciclo intermedio.

2.4.3. Establecimiento del experimento

El experimento se estableció el 15 de Agosto del 2005, para lo cual primero se produjo la plántula para su posterior trasplante a macetas. En esta fase los almácigos se establecieron en charolas de 200 cavidades. El sustrato empleado fue peat moss,

La fertilización en la fase de plántula fue 1 gr de triple 17 por litro de agua. La frecuencia de fertilización fue cada tercer día a partir de que las plantas alcanzaron una altura de 5 cm. El trasplante se hizo el 4 de Octubre de 2005, en bolsas de polietileno de 0.25 x 0.35 m se sembró en sustrato utilizando una mezcla de peat moss y tierra para jardín (2:1, en el mismo orden), a una distancia de 0,20 m entre plantas y 0,20 m entre hileras. Se incorporó en las macetas antes del trasplante 20 g de la fórmula 10-30-00. A 15 días después del primer muestreo se realizó la segunda fertilización, aplicándose nuevamente 20 g de la fórmula anterior más 5 g por planta de la fórmula 18-5-15-6-2. Además de aplicaciones foliares con triple 15-15-15

2.4.4. Diseño experimental

El diseño que se empleó fue un completamente al azar, cuatro tratamientos (variedades), con 4 repeticiones; la unidad experimental fue una maceta.

Los datos de crecimiento se registraron cada 15 d, a través de cuatro sistemáticos de una planta con cuatro repeticiones, a partir de los 45 d después de la siembra, de acuerdo con las técnicas de análisis de crecimiento indicado

por Hunt (1990). Se tomaron datos de cuatro plantas por tratamiento en periodos de 15 días hasta un total de 60 d. El inicio de los muestreos fue a los 45,60, 75 y 90 d después de la siembra.

2.4.5. Variables evaluadas

Se cuantificó el número de botones florales, flores y de hojas; longitud y diámetro de tallo. También se consideró el peso fresco y seco de la planta (raíz, tallo, hoja y estructuras reproductivas) y área foliar. Para determinar el peso seco, el material se clasificó en secciones de la planta y repetición, se colocaron por separado cada uno de los órganos de la planta en bolsas de papel perforadas y éstas fueron secadas en una estufa de aire forzada calibrada a temperatura de 55 °C por un tiempo de 72 h hasta que alcanzó un peso constante (Coombs et al., 1988). La determinación del área foliar en cada uno de los muestreos se midió con un equipo Borrada CI- 201S (CID, Moscow, ID USA). Con la información generada del peso seco de todos los órganos de la planta, se determinaron los índices fisiológicos: para calcular la tasa de absoluta de crecimiento (TAC) fue calculado $TAC = \frac{P_2 - P_1}{t_2 - t_1}$, la tasa relativo de crecimiento (TRC) utilizando la formula $TRC = \frac{\ln P_2 - \ln P_1}{t_2 - t_1} \cdot \frac{P_2}{P_1}$ y la tasa de asimilación neta con la formula $(TAN) = TCA \cdot \ln \frac{AF_2}{AF_1} / t_2 - t_1$ o $TCA \cdot TCR$.

2.4.6. Análisis estadístico.

En el análisis de los resultados obtenidos en las variables, se realizó un modelo de polinomios ortogonales, siendo X la variable independiente (tratamientos) y Y la variable dependiente (variable de respuesta evaluada). Es

así como una relación funcional es de la forma $Y=f(X)$, la cual puede ajustarse de forma lineal, cuadrática y cúbica.

Polinomiales:

Lineal: $Y = \beta_0 + \beta_1 X$

Cuadrático: $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2$

Cúbica: $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 X^2 + \beta_3 X^3$

El análisis de varianza (ANVA), bajo el diseño completo al aleatorizado, se tomo como fuente de variación los tratamientos por muestreos en el análisis de crecimiento y la comparación de medias mediante la prueba de Tukey para detectar posibles diferencias en los tratamientos (Steel et al., 1997).

El análisis estadístico de datos fueron analizados con el paquete Statistical Analysisi System SAS versión 9.1.3 (2003).

2.5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

2.5.1. Biomasa, crecimiento y aparición de órganos vegetativos y reproductivos en cuatro variedades de tomate de cáscara.

La dinámica de acumulación en biomasa, crecimiento en longitud de raíz, longitud y diámetro de tallo, aparición de hojas, número de botones florales y flores, analizada mediante contrastes ortogonales (Cuadro 2.1) mostró, que la acumulación de peso fresco, botones flores, longitud de raíz y diámetro de tallo se tiene un efecto lineal, lo cual indica que hay un incremento más o menos constante en estas variables. En las variables longitud de tallo, número de hojas y flores, el ajuste fue cúbico, lo cual describe un incremento lineal al inicio del trasplante y al final llega a una fase estacionaria, que estaría relacionada en este caso con la aparición de las primeras flores y frutos. El ajuste matemático de estas variables al comportamiento biológico de las plantas, podría explicarse para el caso del número de hojas y flores que la tasa de disminución de los órganos esta dado por caída o falta de polinización en las flores, más que por causas de regeneración de estas estructuras por la planta.

Cuadro 2.1. Polinomios ortogonales en cuatro muestreos de peso fresco en variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en condiciones de maceta.

	PF	LR	DT	LT	NH	NB	NF
Tendencia	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F
Lineal	0.0005	0.017	0.0006	0.2597	0.020	0.127	0.026
Cuadrático	0.018	0.047	0.064	0.034	0.620	0.607	0.044
Cúbico	0.489	0.875	0.396	0.002	0.006	0.213	0.0009

Variables: PF = peso fresco, LR = longitud de raíz, TD = tallo diámetro, TL= tallo longitud, NH = número de hojas, NB = número de botones, NF = número flores.

Los incrementos lineales en biomasa o peso fresco de la planta, se observa en la Figura 1, a la variedad Diamante con menor tasa de acumulación de peso fresco en comparación con las demás variedades. El incremento promedio por periodo de muestreo fue de 5 g, mientras que en las demás los incrementos fueron de 9 g (Figura 1). Estas diferencias entre las variedades, hacen evidente que las plantas de la variedad Diamante son de menor talla, lo cual podría estar asociado a una menor eficiencia en la producción y translocación de fotoasimilados. La variedad Verde Supremo, cuya tendencia en los muestreos realizados fue superior, es evidente que este material presentó mayor porte de planta, tal como se observó en campo.

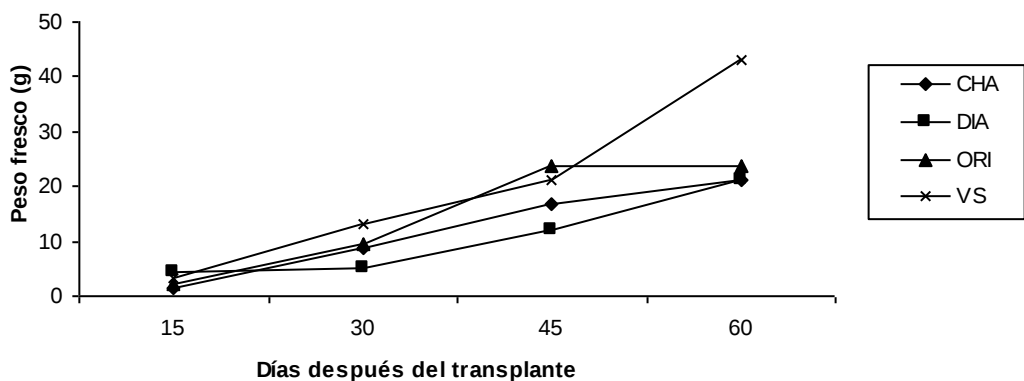


Figura 2. 1. Peso fresco por planta de cuatro variedades de tomate de cáscara

El comportamiento lineal de la longitud de la raíz, en las variedades estudiadas se muestra en la figura 2, donde se observa que los incrementos son similares

entre las variedades, apreciándose ligera superioridad de la variedad Verde Supremo y un menor crecimiento en la variedad Diamante. Estas tendencias de las variedades coinciden con los resultados obtenidos en la acumulación de la biomasa, estableciéndose en este caso que ha mayor biomasa producida le corresponde mayor crecimiento de raíz, lo cual es explicable, ya que materiales con mayor desarrollo, demandan mayor cantidad de nutrimentos, que en este caso son tomados por la raíz.



Figura 2. 2. Longitud de raíz por planta de cuatro variedades de tomate de cáscara

Las diferencias en longitud de raíz entre las variedades, también fueron evidenciadas al comparar la cantidad de peso seco acumulado en las raíces. En la figura 3, se observa ligera superioridad de la variedad Verde Supremo y también la menor acumulación de peso seco en la variedad Diamante. Las variedades Chapingo F1 y Orizaba, tuvieron comportamientos de respuesta intermedios entre las variedades Verde Supremo y Diamante.

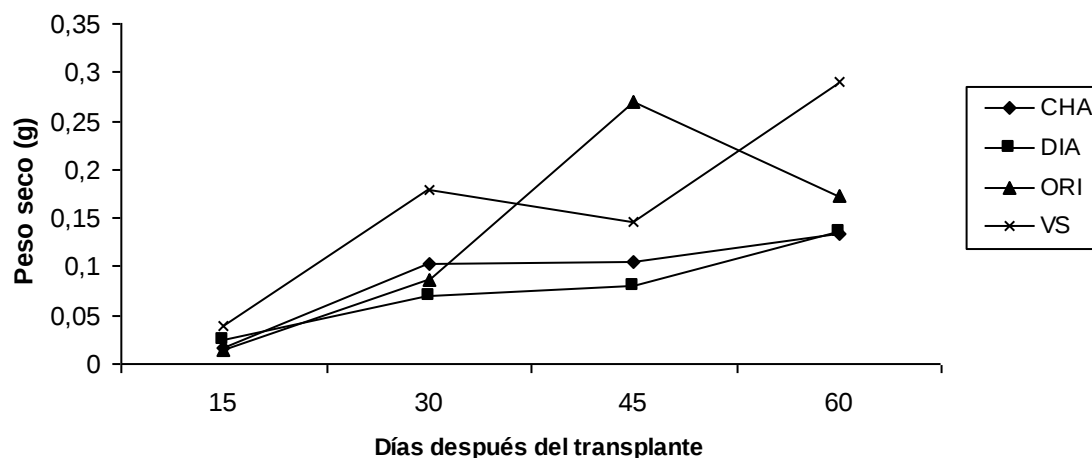


Figura 2. 3. Peso seco de raíz por planta de cuatro variedades de tomate de cáscara

El diámetro del tallo fue otra de las variables con tendencia lineal en creamiento en los diferentes muestreos realizados (Figura 4). El incremento en diámetro, se mantuvo en 0.35 cm por cada periodo de 15 días, sin apreciarse con excepción de la variedad Verde Supremo, diferencias claras entre las variedades. La variedad Verde Supremo se diferenció de las demás por presentar mayor diámetro de tallo en los primeros dos muestreos, después su comportamiento fue similar a las demás.

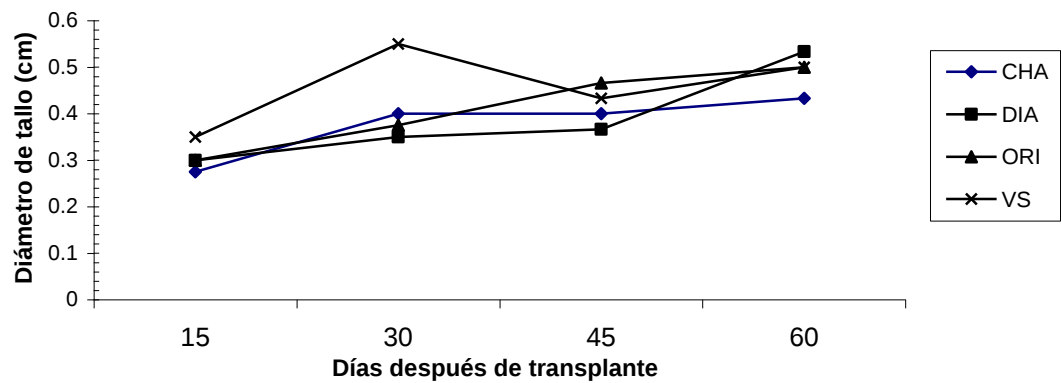


Figura 2.4. Diámetro de tallo en cuatro variedades de tomate de cáscara

El número de botones florales, aunque su comportamiento no se ajusto a ningún modelo de manera significativa, la tendencia fue hacia el lineal (Cuadro 2.1) observándose incrementos y descensos durante los muestreos realizados, lo cual biológicamente es explicable por el hecho de que los botones florales cuantificados en un muestreo se vuelven flores y después frutos y por tanto, es de esperarse que no existan incrementos consecutivos en los muestreos.

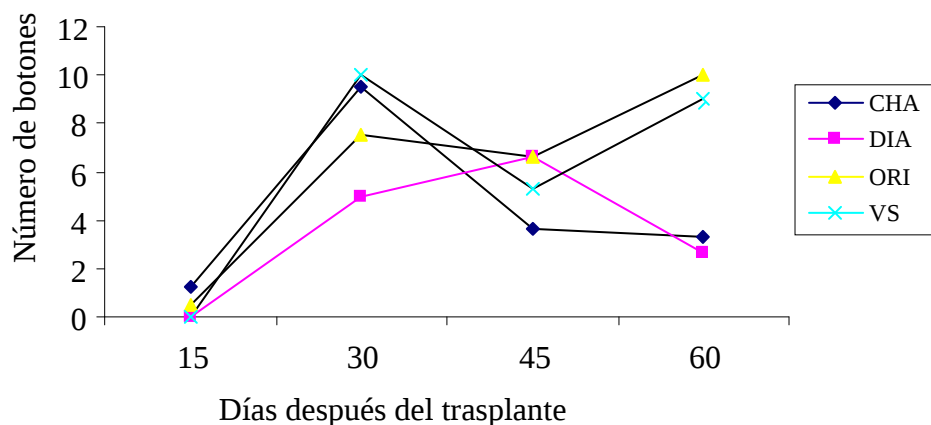


Figura 2.5. Número de botones por planta en cuatro variedades de tomate de cáscara

En la cuantificación inicial de botones florales en el periodo de 15 a 30 ddt (Figura 5), se observa con mayor numero de botones florales a la variedad Verde Supremo y con menor número a la variedad Diamante, lo cual hace suponer que es respuesta al mayor y menor desarrollo de biomasa área que tuvieron estoa materiales respectivamente, en los muestreos siguientes no existe una respuesta clara de los materiales.

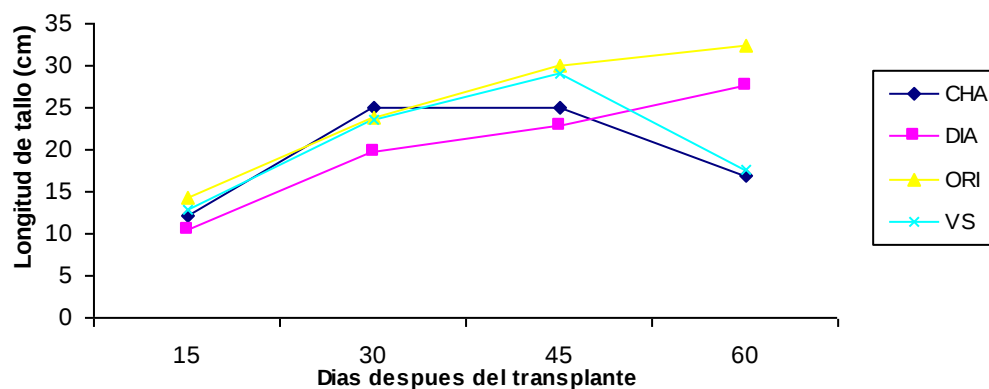


Figura 2.3. Longitud de tallo por planta en cuatro variedades de tomate de cáscara

Cuadro 2.2. Comparación de medias con la prueba de Tukey de cuatro muestreos por planta de los distintos órganos en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot*) en condiciones de maceta.

Trat.	PF(g)	LR(cm)	DT(cm)	LT(cm)	NH	NB	NF
VS	18.396 ^a	10.4643 ^a	0.48571 ^a	20.393 ^a	24.357 ^a	5.929 ^a	6.5000 ^a
OR	13.483 ^{ab}	8.9429 ^{ab}	0.40000 ^b	24.279 ^b	24.857 ^a	5.857 ^a	6.6429 ^a
CH	11.059 ^b	8.9214 ^{ab}	0.37143 ^b	19.671 ^b	19.929 ^{ab}	4.571 ^a	5.5000 ^a
DI	9.034 ^b	8.5000 ^b	0.37857 ^b	19.414 ^b	15.643 ^b	3.429 ^a	2.7857 ^b

^{ab} Medias con literales distintas en cada hilera dentro de cada variable difieren significativamente ($p \leq 0.05$). Tratamientos con la misma letra son iguales entre si. Tratamientos: VS = Verde supremo, OR = Orizaba, CH = Chapingo, DI = Diamante. Variables: PF = peso fresco, LR = longitud de raíz, TD = tallo diámetro, TL= tallo longitud, NH = número de hojas, NB = número de botones, NF = número flores

El crecimiento promedio de raíz en el periodo 15-30 d fue de 10.46 cm , para el caso del diámetro del tallo se tuvo un incremento de 0.48 cm (Cuadro 2.2). En cuanto a la acumulación de biomasa área de la planta se tuvo un incrementos de 18.39 g. El comportamiento de estas variables podría atribuye a que la planta se encuentra en estado vegetativo.

En las variables longitud de tallo, número de hojas y número de flores, donde el ajuste de los polinomios indica efecto cúbico, (Cuadro 2.1), se interpreta que al inicio se tienen incrementos lineales hasta llegar un máximo y posteriormente mantenerse y empezar a descender en la medida que avanza el ciclo de desarrollo de la planta. El ajuste matemático de estas variables al comportamiento biológico de las plantas, podría explicarse para el caso del número de hojas y flores que el descenso esta dado por caída de los órganos por senescencia o falta de polinización en las flores, más que por causas de regeneración de estas estructuras por la planta (Figuras 2.5 a 2.10).

De la prueba de comparación de medias (Cuadro 2.2) se determinó que las variedades verde supremo, Chapingo, Orizaba y diamante presentaron el valor promedio mayor para la variable PF, LR, DT, LT, NH, NB y NF (18.39 gr, 10.46 cm, 0.485 cm, 20.39 cm, 24.35, 5.92 y 6.50, respectivamente) mientras que los variedad Orizaba presento los promedios mayores en las variables de respuesta de NH, NB T5 y T13 (24.85, 5.85 y 6.64, respectivamente) resultaron estadísticamente significativos. Por otra parte, la variedad Chapingo tuvo los valores mayores la variable NB y NF (4.571 y 5.50, respectivamente) y por otra lado la variedad Diamante presento el valor mayor en la variable reproductiva de NB (3.429). ($P < 0.05$)

Cuadro 2.2. Comparación de medias con la prueba de Tukey de cuatro muestreos por planta de los distintos órganos en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot) en condiciones de maceta.

Trat.	PF(g)	LR(cm)	DT(cm)	LT(cm)	NH	NB	NF
VS	18.396 ^a	10.4643 ^a	0.48571 ^a	20.393 ^a	24.357 ^a	5.929 ^a	6.5000 ^a
OR	13.483 ^{ab}	8.9429 ^{ab}	0.40000 ^b	24.279 ^b	24.857 ^a	5.857 ^a	6.6429 ^a
CH	11.059 ^b	8.9214 ^{ab}	0.37143 ^b	19.671 ^b	19.929 ^{ab}	4.571 ^a	5.5000 ^a
DI	9.034 ^b	8.5000 ^b	0.37857 ^b	19.414 ^b	15.643 ^b	3.429 ^a	2.7857 ^b

^{ab} Medias con literales distintas en cada hilera dentro de cada variable difieren significativamente ($p \leq 0.05$). Tratamientos con la misma letra son iguales entre si. Tratamientos: VS = Verde supremo, OR = Orizaba, CH = Chapingo, DI = Diamante. Variables: PF = peso fresco, LR = longitud de raíz, TD = tallo diámetro, TL= tallo longitud, NH = número de hojas, NB = número de botones, NF = número flores

El (cuadro 2.3) la prueba de comparación de medias se determino que la acumulación de materia seca en relación de variedades en raíz, tallo, hojas y área foliar en los 15 y 60 días, donde se observa una diferencia significativa

($P < 0.05$), que la variedad Verde Supremo presento los valores promedios mayores para la variable raíz, tallo, hojas y área foliar de 0.163, 0.521, 1.593, 252.86 g/planta, en, mientras que los valores de las variedades Orizaba y Chapingo 0.136 y 0.088 g/planta, resultaron estadísticamente iguales ($P < 0.05$) y el valor más bajo la variedad Diamante 0.077 g/planta. En la variable tallo peso seco se observa una diferencia significativa ($P < 0.05$) en la variedad Verde supremo con el valor más alto de 0.823 gr/planta, y con valores intermedios de 0.488 y 0.195 g/planta en la variedades Orizaba y Chapingo. En el peso seco de hoja se observa una diferencia significativa ($P < 0.05$) con el valor de 1.593 g/planta la variedad Verde Supremo y con un valor aproximado de 1.040 g /planta la variedad Orizaba y con los valor menores de 0.940 y 0.871 g/planta en las variedades Chapingo y Diamante, Sin embargo en el área foliar se observa unos valores marcadamente mayores sin llegar a ser significativos para las variedades evaluadas, estos resultados coinciden con Cuenca Adame E. *et.al.*, (1999) quienes indican que las plantas en la primera etapas después del transplante a los 30 días tiene un crecimiento lento por lo tanto produce poca materia seca. En la variable raíz en la primera etapa de la planta la variedad Verde supremo presento un peso de 0.163g esto indica que la planta conduce mayor cantidad de fotoasimilados al peso de raíz, lo cual puede ser atribuible a condiciones naturales de la especie.

En las (Figura 2.5) muestra las tendencias del peso seco de raíz, tallo, hoja y área foliar de los 15 a 60 días en función de variedades, donde se observa la variedad Verde Supremo con un valor mayor a los 60 días, en comparación con el resto de las variedades que tendieron a hacer menores.

Este comportamiento pudiera estar asociado con la característica genética de las variedades: Orizaba, Chapingo y Diamante.

El crecimiento promedio de la raíz en un periodo de 15 a 60 d fue de 0.163+- (Cuadro 2.3), para el caso del diámetro del tallo se tuvo un incremento de 0.485 cm (Cuadro 2.2). En cuanto la acumulación de biomasa área de la planta se tuvieron incrementos de 1.404 g y el desarrollo de la área foliar tuvo 230.04 cm². El comportamiento de estas variables podría atribuye a que la planta se encuentra en estado vegetativo. La distribución del peso de la materia seca en el raíz, tallo y hojas coincidió en buena parte con la encontrada por Miller *et al.* (1979) en cultivo de chile morrón.

Cuadro 2.3. Promedios de peso seco de raíz, tallos y hojas, así como área foliar en 4 variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot*) en condiciones de maceta.

Trat.	VS	OR	CH	DI	EE
R A IZ (g)	0.163 ^a	0.136 ^{ab}	0.088 ^b	0.077 ^b	0.00035
TALLO (g)	0.521 ^a	0.488 ^b	0.195 ^b	0.242 ^b	0.0066
HOJA (g)	1.593 ^a	1.040 ^{ab}	0.940 ^b	0.871 ^b	0.0234
AREA FOLIAR	252.86 ^a	209.63 ^{ab}	153.60 ^{bc}	111.68 ^c	42.50

^{ab} Medias de tratamientos con la misma letra son iguales ($p \leq 0.05$).

^{ab} Medias con literales distintas en cada hilera difieren significativamente ($p \leq 0.05$); g/pta.=gramos por planta; VS=Verde supremo; OR= Orizaba; CH=Chapingo; DI=Diamante.

2.5.2. Peso seco

En los resultados de la prueba de ajuste de los distintos grados de un polinomio indica que el efecto fue lineal altamente significativo ($P < 0.01$). (Cuadro 2.4), observándose la tendencia en la producción de materia seca de raíz, tallo, hojas y área foliar, (Figuras 2.5,2.6), muestra las tendencias de acumulación de materia seca con las edad de la planta, así como en toda la parte aérea de la planta, con un promedio global de los diferentes tratamientos

raíz, tallo, hojas y área foliar en las variedades: Chapingo, Orizaba, Diamante y Verde Supremo fueron explicadas por una forma de respuesta lineal ($P < 0.01$).

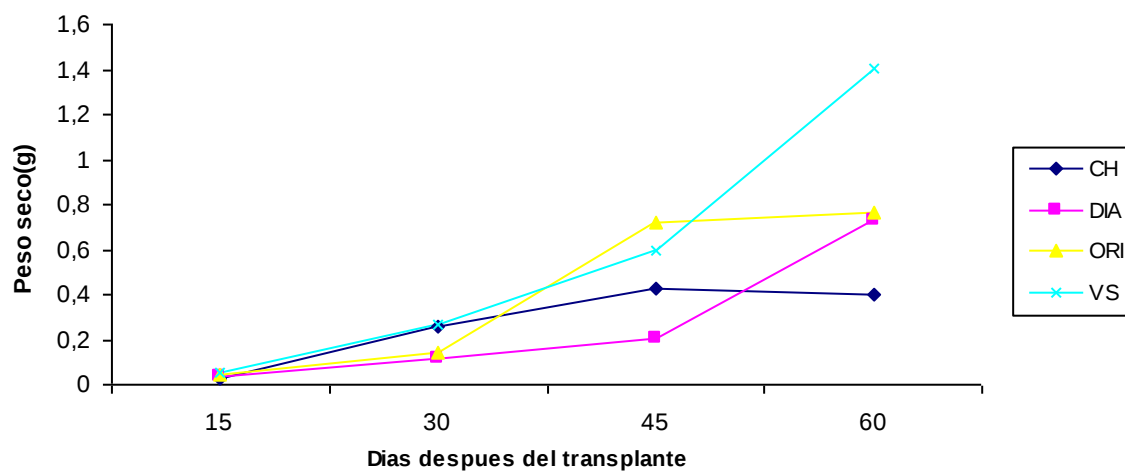


Figura 2.5. Peso seco de tallo por planta en cuatro variedades de tomate de cáscara

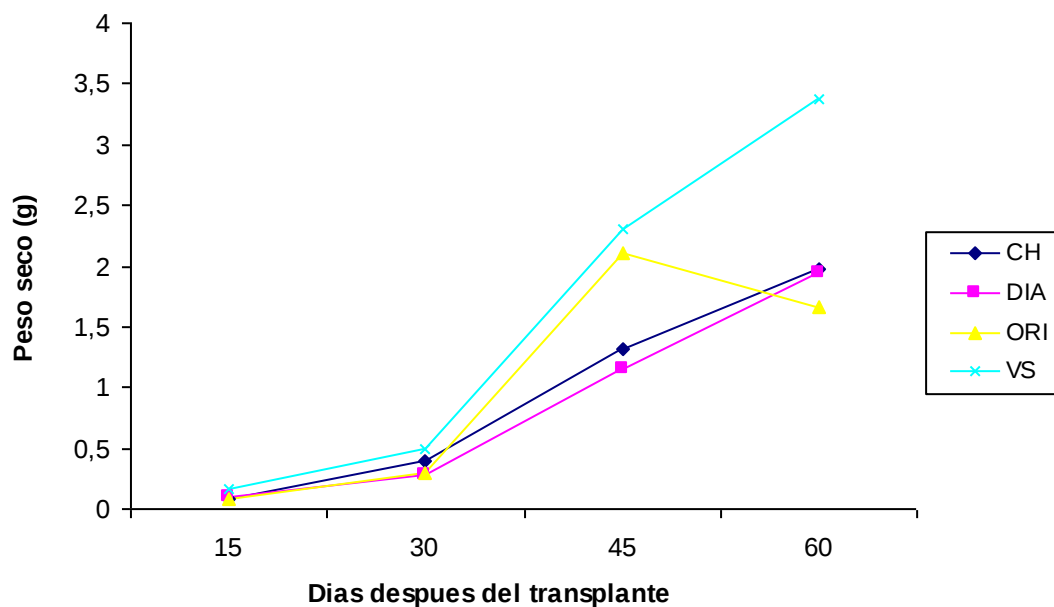


Figura 2.6. Evolución de peso seco de hojas de cuatro variedades de tomate de cáscara

Cuadro 2.4. Tendencias en cuatro muestreos de peso seco en variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en condiciones de maceta.

	RPS	TPS	PSH	AF
Tendencia	Pr>F	Pr>F	Pr>F	Pr>F
Lineal	0.002	0.003	0.004	0.001
Cuadrático	0.240	0.227	0.050	0.098
Cúbico	0.230	0.720	0.863	0.049

RPS = Raíz peso seco de plantas; TPS= Tallo peso seco de plantas; PSH= Peso seco de hojas por planta; AF= Área foliar de planta.

2.5.3. Índices de Crecimiento

Tasa absoluta de crecimiento

En el Cuadro 2.5, se presentan los resultados promedio de crecimiento en los diferentes periodos de evaluación de raíz, tallo y hojas en las cuatro variedades de tomate de cáscara. Para el caso de raíz, el crecimiento durante los primeros 15 días fue diferente entre las variedades, identificándose a la variedad Verde Supremo con mayor crecimiento, seguida de la variedad Chapingo F1 y Orizaba. La variedad Diamante, fue estadísticamente similar a Chapingo y Orizaba y significativamente menor que Verde Supremo. El crecimiento posterior en los dos periodos restantes fue igual estadísticamente en las variedades. Las diferencias en crecimiento de raíz en tomate de cáscara según García et al (2001), están asociadas a un mayor numero de hojas desarrolladas y mayor diámetro de tallo. En este mismo sentido, Araujo y Williams (1988) observaron en vid que el crecimiento de las raíces se mantiene en concordancia con el crecimiento de la parte área, ya la cantidad de materia

seca en raíces fue la que limitó el desarrollo del dosel en la vid. Esta relación entre el desarrollo de la parte aérea y de la raíz, es lo que posiblemente contribuyó al mayor crecimiento de raíz en Verde Supremo, ya que a pesar de no presentarse diferencias en crecimiento en tallo y hojas entre las variedades, la tendencia de la variedad Verde Supremo fue hacia mayores valores de crecimiento en ambos órganos de la planta.

Cuadro 2.5. Tasa absoluta de crecimiento (g/día⁻¹) en raíz, tallos y hojas de plantas en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en condiciones de maceta.

Trat	Periodo	Raíz	Tallo	Hojas
Verde supremo	0 -15	0.009 ^a	0.013 ^a	0.010 ^a
Chapingo	0-15	0.005 ^{ab}	0.015 ^a	0.003 ^a
Orizaba	0-15	0.004 ^{ab}	0.006 ^a	0.014 ^a
Diamante	0-15	0.003 ^b	0.005 ^a	0.012 ^a
Orizaba	15-30	0.007 ^a	0.009 ^a	0.084 ^a
Diamante	15-30	0.0007 ^a	0.005 ^a	0.039 ^a
Chapingo	15-30	-0.001 ^a	0.009 ^a	0.062 ^a
Verde supremo	15-30	-0.004 ^a	0.012 ^a	0.113 ^a

Verde supremo	30-45	0.009 ^a	0.053 ^a	0.710 ^a
Diamante	30-45	0.003 ^a	0.054 ^a	-0.312 ^a
Chapingo	30-45	0.001 ^a	0.015 ^a	0.2467 ^a
Orizaba	30-45	-0.006 ^a	0.024 ^a	0.68 ^a

^{ab} Medias con literales distintas en cada hilera dentro de cada variable difieren significativamente ($p \leq 0.05$). Tratamientos: VS=Verde supremo, OR=Orizaba, CH=Chapingo, DI=Diamante.

Tasa relativa de crecimiento

La variación en la tasa relativa de crecimiento se encontró que estadísticamente es igual en las cuatro variedades en los diferentes órganos considerados en los periodos muestreados (Cuadro 6). Sin embargo, es importante señalar que en el periodo de 0 a 15 días, se presentó la mayor cantidad de biomasa producida por unidad de peso formada en raíz y tallo, situación contraria a la observada en hojas donde la mayor tasa de crecimiento se presentó en el periodo de 30 a 45 días. Las tendencias de mayores tasas de crecimiento de raíz y tallo, en el primer periodo de evaluación, pueden ser explicadas con los argumentos de que durante el desarrollo de las plantas, primero se generan reservas para después estimular el crecimiento de la parte aérea y mantener un equilibrio, tal como lo encontraron *in vivo* (Araujo y Williams 1988). En la comparación del crecimiento general de las plantas en las cuatro

variedades, la tendencia es que la variedad Verde Supremo su crecimiento es mayor, sobresaliendo en el primero y tercer periodo evaluado, aunque la tendencia generalizada de la variedades es una disminución de la tasa de crecimiento relativa conforme avanza el tiempo. Esta tendencia era de esperarse, ya que al inicio del desarrollo de las plantas, se duplica el crecimiento de los órganos con relación al crecimiento inicial de los órganos, después la biomasa presente su crecimiento proporcional se reduce.

Cuadro 6. Tasa relativa de crecimiento en raíz, tallos, hojas y totales de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*) en condiciones de maceta.

TRAT	PERIODO	RAIZ	TALLO	HOJAS	TOTALES
CH	15-30	0.1057 ^a	0.1309 ^a	0.0437 ^a	0.2803 ^a
VS	15-30	0.999 ^a	0.0985 ^a	0.0722 ^a	1.1697 ^a
OR	15-30	0.0947 ^a	0.0740 ^a	0.0785 ^a	0.2472 ^a
DI	15-30	0.0588 ^a	0.0631 ^a	0.0677 ^a	0.1896 ^a
OR	30-45	0.0611 ^a	0.0580 ^a	0.1345 ^a	0.2536 ^a
CH	30-45	0.0150 ^a	0.0551 ^a	0.0861 ^a	0.1562 ^a
DI	30-45	0.0123 ^a	0.0202 ^a	0.0939 ^a	0.1264 ^a
VS	30-45	-0.0104 ^a	-0.0069 ^a	0.0854 ^a	0.0681 ^a
VS	45-60	0.0416 ^a	0.0559 ^a	0.0294 ^a	0.1269 ^a

DI	45-60	0.0279 ^a	0.0480 ^a	0.0192 ^a	0.0951 ^a
CH	45-60	0.0077 ^a	0.0157 ^a	0.0091 ^a	0.0325 ^a
OR	45-60	0.0221 ^a	0.0568 ^a	0.0081 ^a	0.087 ^a

^{ab} Medias con literales distintas en cada hilera dentro de cada variable difieren significativamente ($p \leq 0.05$). Tratamientos: VS=Verde supremo, OR=Orizaba, CH=Chapingo, DI=Diamante.

Tasa de asimilación neta (TAN)

La TAN presento diferencias entre las variedades en el primer muestreo realizado a los 15 y 30 ddt. El rango de variación fue de 0.001 a 0.0002 g/cm²/día, la tasa mas baja se registro en la variedad Diamante y las mas altas sin diferencias estadísticas en las tres variedades restantes. En los demás muestreos no se observaron diferencias significativas entre las variedades (Cuadro 7).

La tendencia general de la TAN en los diferentes muestreos fue ha incrementarse conforme se avanza en el número de muestreos. Este comportamiento de la TAN, se interpreta que la planta esta en la fase vegetativa e iniciada la reproductiva. Esta ultima fase asociada con el mayor incremento de la tasa en el periodo de 45-60 días. Según Ortiz et al., (2003) la TAN se incrementa en la fase de llenado de fruto y madurez, es decir en la fase reproductiva.

La TAN representa el indicador de la eficiencia fotosintética. En este sentido, las variedades mas eficientes durante los diferentes muestreos realizados fueron las variedades Verde Supremo y Chapingo, las cuales registraron los valores mas altos en el ultimo muestreo (0.474 y 0.402 g/cm2/día respectivamente), sobresaliendo en este caso la variedad Chapingo como la mas eficiente en el periodo de 30 a 45 días, donde se tuvieron valores de 0.334 g/cm2/día en comparación 0.003 g/cm2/día que se obtuvo en Verde Supremo. La superioridad de la eficiencia de la variedad Chapingo, puede atribuirse a que es un material precoz y lo cual favoreció el incremento de la TAN al alcanzar más rápido la fase reproductiva

Cuadro 7. Tasas de asimilación neta en distintos periodos (g/m² /día) en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*) en condiciones de maceta. En Mexicali, B.C.

Tratamientos	15-30(ddt)	30-45(ddt)	45-60 (ddt)
Verde supremo	0.002 ^a	0.003 ^a	0.474 ^a
Orizaba	0.001 ^{ab}	0.026 ^a	0.044 ^a
Chapingo	0.001 ^{ab}	0.334 ^a	0.402 ^a
Diamante	0.0002 ^b	0.002 ^a	0.017 ^a

^{ab} Medias con literales distintas en cada hilera dentro de cada variable difieren significativamente ($p \leq 0.05$)., Tratamientos: VS=Verde supremo, OR= Orizaba, CH=Chapingo, DI=Diamante.

La relación de la TAN y el área foliar desarrollada entre las variedades, se encontró coincidencia entre mayor desarrollo de área foliar y TAN para el caso específico de la variedad Verde Supremo, situación inversa a la observada entre la variedad Chapingo (Figura 7). Estos resultados, ratifican que no necesariamente un mayor desarrollo de área foliar en la plantas representa mayor eficiencia fotosintética (Scott y Batchelor, 1979)

2.6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y las condiciones en que se realizó el experimento, la variedad Verde Supremo fue la que obtuvo los valores más altos de crecimiento, tasa absoluta de crecimiento y tasa relativa de crecimiento en raíz, hoja y área foliar. Las variedades Orizaba y Chapingo tuvieron valores semejantes pero menores que la variedad Verde Supremo en la producción de materia seca de raíz, hoja y área foliar. La variedad Diamante tuvo menos producción de materia seca en raíz, hojas y área foliar que las variedades Verde supremo, Chapingo y Orizaba.

1.5. LITERATURA CITADA

- Azofeifa A., Moreira M., 2004. Análisis de crecimiento del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) cultivar UCR 589 en Alajuela, Costa Rica. Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit M. 31 (1):1-12.
- Azofeifa A., Moreira M.1998. Análisis de crecimiento del chile dulce (*Capsicum annuum* L.) cultivar UCR 589 en Alajuela, Costa Rica. Boletín Técnico Estación Experimental Fabio Baudrit M. 31 (1):1-12.
- Bonner, J. y A. W. Gastón. 1967. Principios de Fisiología Vegetal. Ed. Revolucionaria. La Habana, p 485.
- Cartujano E.; Fernández O.; Jankiewics L. 1987. Tomate de cáscara variedad rendidora: desarrollo y fonología. Revista Chapingo. Núms. 56 y 57. pp. 44-47
- Cancino B., J.:F. Sánchez DEL C.: P Espinosa R. 1990 . Efecto del despunte y densidad de población en dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía bajo invernadero. Revista Chapingo. 73-74: 26-30.
- Coombs J.; Hall D.O. ; Long S. P.; Scurlock J. M. O. 1988. Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad. Editorial Futura. México. 258 p.
- Collins, W. B. 1977. Comparison of growth and tuber development in three potato cultivars with diverse canopy size. Can. J. Plant Sci. 57:797-801.

- Dripps, J. E.; Smilowitz, Z. 1989. Growth analysis of potato plants damaged by Colorado potato beetle (Coleoptera : Chrysomelidae) at different plant growth stages. *Env. Entom.* 18(5): 854-867.
- Eberhart, S, A.: W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties crop Sci. 6: 36-40.
- García, E. (1988) Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la Republica Mexicana). 4ª Ed. Mexico, D. F. 217p.
- Hunt, R. 1990. Basic Growth Analysis Unwin. London. 132 p.
- Marín, D. 1989. Análisis de crecimiento de *Canavalia ensiformis* (L.) DC en condiciones de campo. *Rev. Fac. Agron. (Maracay)*. V. p.15
- Miller, C. H., R. E. MacCollum and S. Claimon. 1979. Relationships between growth of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) and accumulation during ontogeny in field environments. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 104(6):852-857.
- Mora A., R. 1999. Fenología de la papa. *Revista Agronegocios en México* 36 (3):3-6.
- Mora A., R.; Ortiz C., J.; Mendoza C., M. C.; Rivera P., A.; Lozoya S., H.; Colinas L., M. T. 2005. Cinética de la acumulación y distribución de biomasa en genotipos de papa establecidos en condiciones de secano. *Rev. Chapingo Serie Horticultura* 11(1): 135-142.

Milthorpe, F.L.; Moorby, J. 1982. An introduction to Crop Physiology. Cambridge University Press. UK. 202 p.

Moorby, J. 1970. The production, storage, and translocation of carbohydrates in developing potato plants. Ann. Bot. 34:297-308.

Mulato B.: Fernández O.; Jankiewicz L. 1987. Tomate de cáscara variedad rendidora, desarrollo y fenología. Revista Chapingo. Núms. 56 y 57. pp. 48-51

Mulato B., J. V. M. Fernández O.: S. Jankiewicz L. 1987. Tomate de cáscara: desarrollo y fenología. Revista Capingo 78: 79 : 44-47.

Palacios., V. E.: Martínez G. A. 1978 Respuesta de los cultivos a diferentes niveles de humedad del suelo: un enfoque metodológico de Investigación. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 149 p.

Peña L. A.; Santiaguillo J. F.; Montalvo H. D.; Pérez G. M. 1997. Intervalos de cosecha en la variedad CHF1-Capingo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*). Revista Chapingo. Vol. III Num. 1: 31-39

Peña ., L., A.: Márquez., f. 1990. Mejoramiento genético, en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*), Rev. Capingo 71-72

Poorter, H. And C, Lewis. 1986 testing differences in relative growth rate: A method curve fitting and pairing. Physiol. Plant. 67: 223 –226. Copenhagen.

Reyes, P. C. 1985. Diseño de experimentos aplicados a la Agronomía, Biología, Química, Ciencias sociales. Editorial Trillas.

Santiaguillo, H., J. F. R.: López M. 1992 . Colecta, conservación y evaluación de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*) Chapingo, México. Tesis de Licenciatura. Departamento de fitotecnia, UACH. México.100p.

SAS Institute Inc 2002, SAS Software release Ver. 9.91.3, SAS Institute, Inc. Cary, N.C. 830 p.

Salisbury, B.F. and W.C. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. p. 759. Grupo Editorial Iberoamericana S.A. de C.V.

Saray M., R. 1982. Importancia de la precosecha (calentamiento) en el rendimiento de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa Brot.*). Tesis de maestría. México. pp.9-24.

Solórzano V., E. 1980. Fenología y comportamiento del rendimiento bajo condiciones ambientales contrastantes de 10 genotipos de Haba Vicia fava L., tesis de maestría en Ciencias, Colegio de Posgraduados. Capingo, México.

Steel R. G D, J H Torrie, A d. Dieckey (1997) Principles and Procedures of Statistics Biometrical Approach. 3ª. Ed. Mcgraw-Hill. 666p

III. EXPERIMENTO II: DISTRIBUCION DE MATERIA SECA EN VARIEDADES DE TOMATE DE CASCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.)

DISTRIBUTION OF DRY MATTER IN VARIETIES HUSK TOMATO (*Physalis ixocarpa* Brot.).

3.1. RESUMEN

El objetivo de la presente investigación identificar el mejor patrón de distribución de materia seca entre órganos de la planta que determinan el rendimiento. Las variedades empleadas fueron Verde Supremo, Orizaba, Diamante y Chapingo F1. El diseño experimental fue en bloques al azar con cuatro repeticiones. Las variables evaluadas fueron peso seco de tallo, hojas, flores y frutos. Los resultados mostraron que la mayor acumulación de peso seco fue en tallo (44.6%), después en orden decreciente le sigue frutos (30.45%), hojas (23.7%) y al final flores (0.61 %). Aunque el patrón de distribución de peso seco en los diferentes órganos de las plantas fue similar en las cuatro variedades, se identificó a la variedad Chapingo, con mejor patrón de distribución de materia seca que favoreció mayor acumulación de peso seco en frutos.

3.2. SUMMARY

The accumulation and distribution of dry weight in four varieties of husk tomato plants was evaluated in order to identify the best distribution pattern of dry matter among different organs of the plant and which are related to yield. The varieties used were Verde supremo, Chapingo F1, Diamante and Orizaba. The experimental design was randomized block with four repetitions. The response variables were stem dry weight, leaves, flowers and fruits. Results show that the higher concentration was observed in stems (44.6%), followed by fruit, leaves and finally flowers with 1%. Even though the distribution pattern of dry weight in the different organs of the plant was similar in the four varieties, the variety Chapingo was identified with the best distribution pattern of dry weight which favored higher accumulation of dry weight in fruits.

3.3. INTRODUCCION

La producción de los cultivos esta relacionada con la acumulación y distribución de biomasa en los diferentes órganos de las planta. Un patrón de distribución de materia seca hacia los órganos de interés o de cosecha garantiza incrementos en el rendimiento (Gifford *et al.*, 1984). La capacidad de la planta para favorecer la acumulación peso seco en los frutos está regulada por la relación que se establece entre la fuente (principalmente hojas) y la demanda, también referida como sumidero (flores y frutos principalmente).

En la fase inicial de crecimiento de las plantas, la producción de fotoasimilados por la fuente se destina en su gran mayoría para el crecimiento y desarrollo de más hojas con el propósito de incrementar substancialmente la superficie foliar, debido a que gran parte de la radiación solar incidente no es interceptada (Peil y Gálvez, 2005). En plantas de crecimiento determinado, después de un periodo de acumulación de área foliar, tiene lugar la iniciación y desarrollo de órganos de interés y con la ello la distribución de asimilados. En plantas de crecimiento indeterminado como el jitomate, pepino, chile y tomate de cáscara o tomatillo, el desarrollo de área foliar inicial es por un periodo corto y después inicia el desarrollo de flores y frutos, generándose competencia entre ellos y con los órganos vegetativos por los fotoasimilados disponibles.

El interés del agricultor es maximizar la proporción de peso seco en los frutos, sin embargo, se tiene la limitante que no es posible desviar la mayor cantidad de fotoasimilados hacia los frutos, ya que las plantas requieren destinar en forma equilibrada los fotoasimilados hacia otros órganos de las planta para mantener su capacidad productiva.

Con base en lo anterior, en la presente investigación se analizó la producción y distribución de peso seco en cuatro variedades de tomate de cáscara con el propósito de identificar la variedad con mejor balance de distribución peso seco y que maximice rendimiento o acumulación de peso seco en frutos.

El objetivo de la presente investigación consistió en determinar la cantidad y la distribución de la materia seca en los órganos de la planta en variedades de tomate de cáscara

3.4. MATERIALES Y METODOS

3.4.1. Localización del sitio experimental

El experimento se estableció en el campo agrícola experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas, de la U.A.B.C. ubicado en el Ejido Nuevo León, B. C. Situado entre los meridianos 114° 45 ' y 115° 40' de longitud Oeste y entre los paralelos 31° 40' y 32° 40' de latitud Norte, con una altura de msnm de. El clima es árido y seco, con humedad baja en todas sus estaciones, extremoso, registrándose una temperatura media anual de 22.2° C, (García 1988), con una máxima de 51.5° C y una mínima de 7° C, la precipitación que se registra en el valle de Mexicali es relativamente baja, siendo ésta de 74.6 mm el promedio anual. Los meses con más alta probabilidad de precipitación (50 % - 70 %) son noviembre a marzo y con la más baja probabilidad del (10 %) en mayo y junio.

3.4.2. Material genético

Se emplearon cuatro razas de tomatillo, identificadas con los nombres de Verde supremo presenta las características de frutos de tamaño grande de color verde y hábito de crecimiento erecto. Chapingo que se generó de la raza Rendidora y sus características son fruto de tamaño mediano de color verde y hábito crecimiento rastrero. Diamante que proviene de la raza Puebla, cuyas características son fruto grande de color verde, hábito de crecimiento erecto. Orizaba frutos grandes de hasta 110 g de color verde alimonado, alto potencial

de rendimiento. Se adapta a todas las zonas donde se cultiva tomatillo ciclo intermedio (90 días)

3.4.3. Establecimiento del experimento

El experimento se estableció el 15 de Febrero de 2006, iniciándose con la producción de plántula en charolas de poliestireno de 200 cavidades, el sustrato empleado fue peat moss. El trasplante se realizó el 15 Marzo en surcos de 10 m longitud y 2 m de separación. La distancia entre plantas fue 0.5 m, estableciéndose una planta por mata. El suministro del riego fue por goteo con cintilla de polietileno con goteros espaciados a 0.5 m. La fertilización se ajustó a fórmula 120-80-00 (N-P-K) y adicionalmente se aplicaron fertilizaciones foliares de Nitrocel 45 a una dosis de 1.00 kg ha^{-1} después de cada riego se realizaron aplicaciones de nitrato de amonio en el sistema de riego a una proporción de 50 kg ha^{-1} .

2.4.4. Diseño experimental

El arreglo que se utilizó fue un parcelas subdividas con un distribución en bloques completos al azar con cuatro repeticiones, (Reyes P. C. 1985). La parcela grande correspondió al factor de las variedades y la parcela chica al factor de las podas; la parcela experimental estuvo conformada de cuatro surcos de 10.0 m de longitud y 2.0 m de separación entre surco. La unidad experimental estuvo conformada de 9 plantas. a los ocho metros centrales de cada surco, eliminando las plantas de los extremos.

Diseño del experimento

Se inició el trasplante 15 de Marzo de los materiales cuando presentaron 5 hojas verdadera, en surcos de 10.0 m de largo, con separación entre surcos de 2.0 m y entre planta de 0.5 m.

La aplicación de los tratamientos se dieron inició cuando los materiales presentaron los frutos fecundados en los diferentes niveles de las plantas dando inicio el 5 de mayo para el nivel 4º. Procurando que este fecundado el fruto en dicho nivel realizando la poda en el siguiente segmento para evitar dañar el fruto fecundado, y cada vez que se realizo cada corte se esterilizó la navaja, utilizando una solución de alcohol más hipoclorito de sodio al 50% mezclado, esto se realizo en las cuatro repeticiones del experimento, posteriormente se realizo la segunda poda el 8 de mayo que consistió en la poda del 5º nivel aplicando la misma practicas anteriormente realizada, la tercer poda se realizo el 11 de mayo en el 6º nivel de los materiales, realizando la esterilización de la navaja cada vez que se realizaba el corte todas las plantas así mismo para evitar la entrada de patógenos a las planta por la poda realizada, el 14 de mayo se realizo la cuarta poda en el 7º nivel de los materiales, y el 5º poda se realizo el 16 de mayo en el 8º nivel de los materiales.

2.4.4.1. Tratamientos

Los tratamientos fueron definidos por las combinaciones de cuatro variedades de tomate de cáscara: Verde Supremo, Chapingo, Diamante y

Orizaba utilizando cuatro niveles de podas, Las podas consistieron en eliminar la parte terminal de la planta cuando se alcanzó el nivel de ramificación 4, 5, 6, 7 y el testigo sin poda. Estos niveles se definieron con base a la secuencia de aparición de la ramificación bifurcada. En total se tuvo 20 combinaciones de tratamientos. Las podas consistieron en eliminar la parte terminal de la planta cuando se alcanzó el nivel de ramificación 4, 5, 6, 7 y el testigo sin poda. Estos niveles se definieron con base a la secuencia de aparición de la ramificación bifurcada. Las podas se realizaron en periodos de 5 a 6 días conforme aparecía el nivel de ramificación deseado.

2.4.4.2. Variables

Peso seco de partes vegetativas tallo y hoja, peso seco de partes reproductivas flores, cáliz, frutos, PST = Peso seco total, frutos comerciales e índice de fisiotecnia: TMR = Índice de peso de tallo, LMR = Índice de peso de hoja.

Relación área foliar (RAF) = $AF/PS \text{ cm}^2 \text{ g}$, se obtiene el cociente del área foliar sobre el peso seco de la planta.

Índice de área foliar (IAF) = $AFT/S \text{ m}^2 / \text{m}^2$ se obtiene el cociente del área foliar total sobre la unidad de superficie del suelo.

Índice de cosecha. Fue calculado mediante la formula: $IC = (\text{biomasa total de frutos por planta} / \text{Biomasa total por planta})$, (Mackerron y Heilbronn, 1985).

Eficiencia metabólica del área foliar. Se obtuvo el cociente del peso seco de los frutos sobre el área foliar en las cuatro podas en los tres muestreos.

Toma de datos

Se tomaron datos de tres plantas por tratamiento en períodos de 15 días. El inicio de los muestreos fue 15 días después del transplante. Se cuantifico el área foliar y peso seco del tallo, hoja y estructuras reproductivas. Para la determinación del área foliar se determinó mediante el uso del integrador del área foliar, la cuantificación será de todo la planta. En el secado de los materiales se empleo una estufa calibrada a temperatura de 75° C y el tiempo de secado fue de 24 horas.

Para lograr un buen secado de la biomasa vegetal se colocará en bolsas de papel identificados con los tratamientos respectivos. Las bolsas se perforaron para facilitar la aireación y secado de las muestras.

2.4.5. Análisis de la información.

Los datos recopilados fueron analizados de acuerdo al modelo estadístico de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. Así mismo se realizaron pruebas de comparación de medias de Tukey, para detectar posibles diferencias en los tratamientos. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SAS mediante el PROC GLM versión 9.1.3 (2002).

El nivel de error usado para detectar las diferencias en las medias de los tratamientos fue establecido en 5%.

3.5. RESULTADOS Y DISCUSION

La producción de materia seca total en las cuatro variedades, fue mayor ($P<0.05$) en las variedades Orizaba y Verde Supremo con mayor acumulación de peso seco en comparación con las variedades Diamante y Chapingo, las cuales en promedio registraron 16% menos de peso seco. En cuanto a la distribución en los diferentes órganos, se muestra que el peso seco del tallo es el que acumula el mayor peso de la planta total, manteniéndose la superioridad de las variedades Orizaba y Verde Supremo sobre Diamante y Chapingo. Otro de los órganos de mayor importancia por la cantidad de peso acumulado son los frutos, encontrándose en este caso menor acumulación en la variedad Verde Supremo en comparación con el resto de las variedades, las cuales fueron superiores de manera significativa. El peso seco acumulado en hojas, fue el tercer órgano en cuanto importancia, identificándose a la variedad Chapingo como la de menor cantidad de área foliar. Las flores fueron los órganos con menor peso seco acumulado en toda la planta.

Cuadro 3.1. Comparación de medias de variedades entre órganos de la planta en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.)

Variedades	Ts	Hs	Fls	Frs	Pst
Orizaba	90.63 a	44.28 a	1.34 a	50.15 a	186.40 ^a
Verde supremo	89.27 a	43.01 a	1.48 a	38.68 b	172.44 ab
Diamante	61.09 b	37.88ab	0.78 b	53.6 a	153.35 b
Chapingo	57.67 b	31.98 b	0.72 b	55.47 a	147.84 b
DMS	22.84	10.43	0.464	7.483	25.30

Ts= Tallo seco; Hs= Hoja seca; Fls=Flor seca; Frs= Fruto seco; Pst=Peso seco total

La cuantificación porcentual del peso seco en cada uno de los órganos de las plantas, se muestra en el cuadro 3.2, observándose que los tallos

acumulan en promedio el 44.6% del peso seco total. Los frutos acumulan del 30.4%, las hojas el 23.7% y las flores 0.61%. Estos resultados, muestran que la distribución de peso seco de manera proporcional en los diferentes órganos, se mantiene similar entre las variedades, a pesar de ser diferentes en la producción de materia seca total.

Cuadro 3.2. Por ciento de peso seco de los diferentes órganos de la planta en cuatro variedades de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.)

Variedades	Ts	Hs	Fls	Frs
Orizaba	48.62	23.75	0.72	26.90
Verde Supremo	51.17	24.94	0.85	22.43
Diamante	39.83	24.70	0.50	34.95
Chapingo	39.00	21.63	0.48	37.52

Ts= Tallo seco; Hs= Hoja seca; Fls=Flor seca; Frs= Fruto seco.

En la distribución de peso seco entre los órganos de la planta considerados fuente (tallos y hojas) y como demanda (flores y frutos) entre las variedades, se encontró que Orizaba y Verde Supremo, la fuente de asimilados es superior en 11% en comparación con Chapingo y Diamante. Estas diferencias entre las variedades, teóricamente, se esperaría que también se reflejaran en la acumulación de fotoasimilados en los órganos demandantes o sumideros, sin embargo, los resultados muestran que no existe una relación directa entre los órganos fuente y demanda, ya que en este caso las variedades con mayor fuente de asimilados, registraron menor acumulación peso seco en flores y frutos, y variedades con menor fuente, los pesos secos en flores y frutos fueron mas altos. La no correspondencia entre el peso seco

de los órganos fuente y la demanda, podría estar asociada a diferencias en las variedades en la capacidad potencial de los frutos para atraer los asimilados (Marcelis, 1994). En este sentido, se considera que la distribución de materia seca en los frutos está determinada por su potencia relativa para atraer o recibir fotoasimilados, en relación a la potencia total de la demanda del conjunto de los órganos de la planta (Piel y Gálvez, 2005).

3.6. CONCLUSIONES

Las cuatro variedades de tomate de cáscara presentan patrones similares de distribución de materia seca. No existe relación directa entre la acumulación de materia seca en tallos y hojas con la materia seca acumulada en flores y frutos. Las variedades Chapingo y Diamante, mostraron mejor patrón de distribución de la materia seca, que favoreció mayor acumulación de peso seco en los frutos.

3.7. LITERATURA CITADA

- Andrade, F., Sadras, V. 2000. Bases para el manejo de maíz, girasol y soja. Unidad Integrada FCA-INTA Balcarce. Advanta semillas. Editorial Medica Panamericana S.A. 443 p.
- Bonner, J. y A. W. Gastón. 1967. Principios de fisiología vegetal. Ed. Revolucionaria. La Habana, p 485.
- Cancino B., J.:F. Sánchez DEL C.: P Espinosa R. 1990 . Efecto del despunte y densidad de población en dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía bajo invernadero. Revista Chapingo. 73-74: 26-30.
- Cartujano E.; Fernández O.; Jankiewics L. 1987. Tomate de cáscara variedad rendidora: desarrollo y fonología. Revista Chapingo. Núms. 56 y 57. pp. 44-47.
- Castro B., R.; Galvis S.,A.; Sánchez G.,P.; Peña L.A.;Sandoval V.M.;Alcantar G.,G., 2001, Demanda de Nitrógeno en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Revista Chapingo Serie Horticultura10(2):147-152,2004.
- Coombs J.; Hall D.O. ; Long S. P.; Scurlock J. M. O. 1988. Técnicas en fotosíntesis y bioproductividad. Editorial Futura. México. 258 p.
- Eberhart, S, A.: W.A. Russell. 1966. Stability parameters for comparing varieties crop Sci. 6: 36-40.
- Echarte L. y Andrade F.H. 2002. Harvest index stability of Argentinean maize hybrids released between 1965 and 1993.

- Estrada Trejo, V.;A. Peña L.;E. Contreras , Medina. 1994. Evaluación de 28 familias de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.),1 (2):135-139.
- Gardner, B.R., Pearce, R.B. y Michell, R.L.1985. *Physiology of Crops Plants*. Iowa State University Press. USA.
- Gaytán M. A., A. Palomo-G, S. Godoy-A. 2001. Eficiencia en la producción y distribución de biomasa en variedades precoces de algodón. *Fitotecnia Mexicana* 24: 197-210.
- Gifford R.M.,Thorne, J.H., Hitz, W.D. 1984. Crop productivity and photoassimilate partitioning. *Science*, v.225, p.801-807.
- Hearn A. B. 1969. The growth and performance of cotton in a dessert environment. II. Arizona. The University of arizona. Tucson. AZ.87p.
- Hunt R. 1985. *Plant growth curves. The functional to plant growth analysis*. East Kinbride, Scontland. 248 p.
- Marcelis, L.F.M. 1994. Effect of fruit growth, temperature and irradiance on biomass allocated to the vegetative parts cucumber. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, V. 42 p. 115-123.
- Mohamad K B, W P Sappenfield, J M Poehlman. 1982. Cotton cultivar response to plant populations in a short-season, narrow row cultural system. *Agronomy Journal* 74: 619.
- Moore , T.C. 1979.*biochemistre and physiology of plant hormnones*. Springer Verlag. New York.

- Mulato, B., J. V. M. Fernández O.: S. Jankiewics L. 1987. Tomate de cáscara: desarrollo y fenología. Revista chapingo 78: 79 : 44-47.
- Mulato, B.: Fernández O.; Jankiewicz L. 1987. Tomate de cáscara variedad rendidora, desarrollo y fonología. Revista Chapingo. Núms. 56 y 57. pp. 48-51
- Palacios., V. E.: Martínez G. A. 1978 Respuesta de los cultivos a diferentes niveles de humedad del suelo: un enfoque metodológico de Investigación. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 149 p.
- Peil, R.M.N.; Galvez, J.L. 2005. Reparto de material seca como factor determinante de la producción de las hortalizas de fruto cultivadas en invernadero. R. bras. Agrociencia V. 11 p. 5-11
- Peña, L. A.; Santiaguillo J. F.; Montalvo H. D.; Pérez G. M. 1997. Intervalos de cosecha en la variedad CHF1-Capingo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo. Vol. III Num. 1: 31-39
- Peña, L., A.: Márquez., F. 1990. Mejoramiento genético, en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.), Rev. Capingo 71-72
- Poorter, H. And C, Lewis. 1986 testing differences in relative growth rate: A method curve fitting and pairing. *Physiol. Plant.* 67: 223 –226. Copenhage.
- Reyes P. C. 1985. Diseño de experimentos aplicados a la Agronomía, Biología, Química, Ciencias sociales. Editorial Trillas.
- Salisbury, B.F. and W.C. Ross. 1994. Fisiología Vegetal. p. 759. Grupo Editorial Iberoamericana S.A. de C.V.

- Santiaguillo H., J. F. R.: López M. 1992 . Colecta, conservación y evaluación de germoplasma de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) Chapingo, México. Tesis de Licenciatura. Departamento de fitotecnia, UACH. México.100p.
- Solorzano V., E. 1980 . Fenología y comportamiento del rendimiento bajo condiciones ambientales contrastantes de 10 genotipos de Haba Vicia faba L., tesis de maestría en Ciencias, Colegio de Posgraduados. Chapingo, México.
- Uhart, S. y Otegui, M. 1996. Ecofisiología del cultivo de maíz. Unidad Integrada FCA-INTA Balcarce. Dekalb Press. Editorial La Barrosa. 292 p.
- Unruh B. L., and J. C. Silverthooth. 1996. Comparison between an upland and Pima.
- Villar, P. A. J. 1996. Conceptos básicos de ecofisiología de cultivos. EEA INTA Oliveros-Santa Fe. Argentina.

IV. ÍNDICE DE COSECHA DE VARIEDADES EN TOMATE DE CÁSCARA (*Physalis ixocarpa* Brot.) BAJO NIVELES DE PODAS

HARVES INDEX IN VARIETIES OF HUSK TOMATO (*Physalis ixocarpa* Brot.) UNDER PRUNING LEVELS

4.1. RESUMEN

En la presente investigación se analizó el índice de cosecha en tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en condiciones de campo, bajo cinco niveles de poda. El objetivo fue comparar el índice de cosecha de cuatro variedades, así como su relación con la eficiencia metabólica del área foliar. Las variedades de tomate utilizadas fueron Verde Supremo, Chapingo, Diamante y Orizaba. Las variables evaluadas fueron área foliar, número de frutos comerciales por planta, peso húmedo y seco de frutos y biomasa de la planta. El análisis de la información consistió en análisis de varianza y comparación de medias. Los resultados mostraron que las variedades Diamante y Chapingo tuvieron significativamente ($P>0.05$) mayor número de frutos comerciales (34 a 40), seguida por la variedad Verde Supremo y Orizaba (22 a 26 frutos), en área foliar la mayor se obtuvo variedad Diamante (4900cm^2), en segundo lugar la variedad Chapingo (5000 cm^2), la variedad verde supremo (5600 cm^2), Orizaba (6000 cm^2) no observándose diferencias significativas entre variedades. El índice de cosecha fue superior en las variedades Chapingo y Diamante (0.45 a 0.42) seguida por las variedades verde supremo y Orizaba (0.29 a 0.35). En cuanto a los niveles de poda, el sexto fue donde se tuvieron los índices de cosecha mas elevados en las variedades. Las variedades y niveles de poda que tuvieron mayor índice de cosecha, también registraron la mayor eficiencia metabólica del área foliar con valores de 0.90. Por lo anterior, al aplicar las

podas en los nudos superiores se incrementa el área foliar por lo tanto se obtiene mayor producción de fotoasimilados a los frutos. Los rendimientos fueron de 25 a 30 frutos comerciales por planta, fueron los más altos ($P < 0.05$) en los materiales Chapingo y Diamante, en tanto que la producción más baja se observó en las variedades Verde Supremo y Orizaba (15 a 20 frutos.)

Palabras clave: *Physalis ixocarpa* Brot, , rendimiento de frutos biomasa total.

4.2. SUMMARY

In this current research, it was analysed the harvest index effect of rind husk tomato plants (*Physalis ixocarpa Brot.*) in field conditions, under five levels of pruning with the goal of quantify the harves index and its metabolic leaf area efficiency.

The tomato varieties used were: Verde Supremo,Chapingo, Diamante and Orizaba. The variables evaluated were leaf area, number of comercial fruits per plant, humid and dry weight old fruits and the plant biomass. The information analysis consited in the variety of analysis, means comparisson. The results showed that the Chapingo an Diamante varieties had a significant higher numer of comercial fruits (34 to 40), followed by the Verde supremo variety and Orizaba (22 to 26 fruits). In the leaf area it was gotten Diamante variety (4900 cm²) in second place was the Chapingo variety (5000 cm²), the Verde supremo variety (5600 cm²), Orizaba (6000 cm²) a significant difference among the varieties wasnt observed. The harvest index was higher in the Chapingo and Diamante variety (0.45 to 0.42) followed by the Verde supremo and Orizaba (0.29 to 0.35). Regarding the pruning levels, the sixth one was where the harves index were highere among the varieties. The varieties and pruning levels with higher harvest index, they also registered the higher metabolic efficiency of the leaf area with values of 0.90. Because of this to apply pruning on the varieties of the superior nodes, the leaf area is increased that is why the fotoasimilated production in the fruit is higher obtained. The efficiency was from 25 to 30 commercial fruits per plant, they were the highest.

($p < 0.05$) in the Chapingo and Diamante materials, and the lowest production was observed in the Verde supremo and Orizaba varieties (15 to 20 fruits)

Keyword: *Physalis ixocarpa* Brot, , fruts yield, leaf area efficiency.

4.3. INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) ha adquirido gran importancia dentro de la producción nacional de hortalizas, ocupando el quinto lugar después del tomate, chile, cebolla y papa en cuanto a superficie cultivada y por su alto consumo perca pita en México permitiendo en el año 2002 cultivar 56,522 ha, registradas en diferentes regiones, obteniendo un rendimiento promedio de 12.3 y 9.3 t h⁻¹ bajo condiciones de riego y temporal,(SAGARPA, 2003). Entre los usos actuales destaca su utilidad en la elaboración de salsas y platillos. Esta importancia antropocéntrica ha despertado el interés entre investigadores sobre la especie. Algunos investigadores han abordado aspectos genéticos, citológicos, fenológicos y productivos, pero poco se ha investigado sobre la relación que mantiene el desarrollo en la biomasa de la planta y producción de frutos. Esta relación permitiría identificar materiales más eficientes en la traslocación de asimilados hacia los frutos.

El Índice de cosecha es un parámetro utilizado para estimar la producción de frutos sobre la producción total de materia seca de la planta, lo que permite identificar genotipos más eficientes. En ese sentido, cultivos como: trigo, maíz, frijol, soya, avena y sorgo han sido ampliamente estudiados para identificar cultivares más eficientes con base en el índice de cosecha (IC), ya que es una forma de cómo cuantificar los frutos. Sin embargo, no existe suficiente información sobre el índice de cosecha en tomate de cáscara, por lo que es conveniente conocer más a fondo sobre el rendimiento de este cultivo.

El tomate de cáscara, al final de su madurez, presenta una correlación baja entre la biomasa y los frutos, lo que se atribuye al crecimiento reproductivo

de flores y frutos, conduciendo esto a la caída de flores que potencialmente podrían transformarse en frutos. Cartujano *et al.* (1987), consideran necesario detener el crecimiento para eliminar y no permitir la formación de más flores que limiten el desarrollo de frutos que lograron formarse al final del ciclo.

Por su parte, el índice de cosecha determina la relación en la distribución de la biomasa en la planta completa y los órganos de importancia como son los frutos, por lo que es considerado como índice de eficiencia fisiológica (Mackerron y Heibronn, 1985).

Por lo anteriormente expuesto, el objetivo del presente estudio fue determinar el índice de cosecha, eficiencia metabólica foliar, frutos comerciales y rendimiento total de frutos de cuatro variedades de tomate de cáscara.

4.4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.4.1. Localización del sitio experimental

El experimento se estableció en el campo agrícola experimental del Instituto de Ciencias Agrícolas, de la U.A.B.C., ubicado en el Ejido Nuevo León, B. C. Situado entre los meridianos 114° 45 ' y 115° 40' de longitud Oeste y entre los paralelos 31° 40' y 32° 40' de latitud Norte, con una altura de msnm. El clima es árido y seco, con humedad baja en todas sus estaciones, extremoso, registrándose una temperatura media anual de 22.2° C, (García 1988), con una máxima de 51.5° C y una mínima de 7° C, la precipitación que se registra en el valle de Mexicali es relativamente baja, siendo ésta de 74.6 mm el promedio anual. Los meses con más alta probabilidad de precipitación (50 - 70 %) son noviembre a marzo y con la más baja probabilidad (10 %) en mayo y junio.

4.4.2. Material genético

Se emplearon cuatro variedades de tomatillo, identificadas como Verde Supremo, que presenta las características de frutos de tamaño grande de color verde y hábito de crecimiento erecto. Variedad Chapingo, que se generó de la variedad Rendidora y sus características son fruto de tamaño mediano de color verde y hábito crecimiento rastrero. Diamante, que proviene de la variedad Puebla, cuyas características son fruto grande de color verde, hábito de crecimiento erecto y la Orizaba, con frutos grandes de hasta 110 g de color verde alimonado, hábito de crecimiento erecto y alto potencial de rendimiento. Se adapta a todas las zonas donde se cultiva tomatillo ciclo intermedio (90 días).

4.4.3. Establecimiento del experimento

El experimento se estableció el 15 de Febrero de 2006, iniciándose con la producción de plántula en charolas de poliestireno de 200 cavidades, el sustrato empleado fue peat moss. El trasplante se realizó el 15 Marzo en surcos de 10 m longitud y 2 m de separación. La distancia entre plantas fue 0.5 m, estableciéndose una planta por mata. El suministro del riego fue por goteo con cintilla de polietileno con goteros espaciados a 0.5 m. La fertilización se ajustó a fórmula 120-80-00 (N-P-K) y adicionalmente se aplicaron fertilizaciones foliares de Nitrocel 45 a una dosis de 1.00 kg ha^{-1} después de cada riego se realizaron aplicaciones de nitrato de amonio en el sistema de riego a una proporción de 50 kg ha^{-1} .

4.4. 4. Diseño experimental

El arreglo que se utilizó fue parcelas subdivididas en una distribución en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela grande correspondió a las variedades y la parcela chica a las podas; la parcela experimental estuvo conformada de cuatro surcos de 10 m de longitud, 8 m de ancho, obteniendo 80 m^2 . La unidad experimental correspondió a un surco (parcela chica), sin considerar los dos metros de los extremos. El nivel de error usado para detectar las diferencias en las medias de los tratamientos fue establecido en 5%. Los análisis se realizaron con el programa estadístico SAS mediante el PROC GLM (SAS,2002).

4.4.5. Tratamientos evaluados

Los tratamientos fueron definidos por las combinaciones de cuatro variedades de tomate de cáscara: Verde Supremo, Chapingo, Diamante y Orizaba con cuatro podas, Las podas consistieron en eliminar la parte terminal de la planta cuando se alcanzó el nivel de ramificación 4, 5, 6, 7 y el testigo sin poda. Estos niveles se definieron con base a la secuencia de aparición de la ramificación bifurcada. En total se tuvo 20 combinaciones de tratamientos. Las podas consistieron en eliminar la parte terminal de la planta cuando se alcanzó el nivel de ramificación 4, 5, 6, 7 y el testigo sin poda. Estos niveles se definieron con base a la secuencia de aparición de la ramificación bifurcada. Las podas se realizaron en periodos de 5 a 6 días conforme aparecía el nivel de ramificación deseado.

4.4.6. Variables estudiadas

Área foliar. Se determinó el área foliar por planta, empleándose un integrador de área foliar marca (LI-COR, Inc. Lincoln, Nebraska U.S.A. LI- 3100).

Peso seco de frutos. Se cortaron tres plantas al nivel del suelo las cuales fueron seccionadas y depositadas en bolsas de papel perforadas para su secado a una temperatura de 80°C en una estufa de aire forzado hasta peso constante.

Índice de cosecha. Fue calculado mediante la formula:

$$IC = (\text{biomasa total de frutos por planta} / \text{Biomasa total por planta}), (\text{Mackerron y Heilbronn, 1985}).$$

Eficiencia metabólica del área foliar. Se obtuvo el cociente del peso seco de los frutos sobre el área foliar en las cuatro podas en los tres muestreos.

Número de frutos comerciales. Los frutos fueron cosechados por planta y seleccionando los que estuviera lleno el cáliz. Los frutos fueron cosechados por planta.

Rendimiento. Los frutos fueron cosechados por planta y después seccionados para ser colocados en bolsas de papel y ser pesados en (kg) para ser secados en una estufa a 80°C hasta peso constante, entre los tratamientos y repeticiones, realizando 3 cortes de frutos con intervalo de 10 a 15 días entre muestreos.

Peso seco total. Se cortó la planta al nivel del suelo. Se realizó un muestreo destructivo colocándose en bolsas cada una de las partes de la planta para ser secados en una estufa a 80°C por un periodo de 72 h, posteriormente se pesaron sumando los pesos de tallos, hojas, flores, cáliz y frutos.

4.4.7. Análisis estadístico

Los datos recopilados fueron analizados de acuerdo al modelo estadístico de bloques al azar con arreglo en parcelas divididas. Así mismo se realizaron pruebas de comparación de medias de Tukey, para detectar posibles diferencias en los tratamientos. Los datos fueron analizados con el paquete estadístico SAS mediante el PROC GLM versión 9.1.3 (2002).

El nivel de error usado para detectar las diferencias en las medias de los tratamientos fue establecido en 5%.

4.5. RESULTADOS Y DISCUSION

Área foliar

Diferencias entre variedades

Las variedades mostraron diferencias altamente significativas en el desarrollo del área foliar (Cuadro 4.1). La variedad Orizaba registro el valor mas alto (6227 cm²), seguida por Verde supremo con (5915.3 cm²), después la variedad Chapingo con (4900 cm²), y por ultimo la variedad Diamante con (4800 cm²). Estos resultados indican que la variedad Orizaba desarrolla más área foliar en comparación con las demás variedades, los factores asociados a esta superioridad son mayor altura de planta y tamaño de hoja. En el caso de altura fue 20 cm más grande y el tamaño de la hoja fue 5% mayor en comparación con la de menor acumulación de área foliar. Estas diferencias morfológicas en las variedades, también se han identificado en otras especies y se han asociado a diferencias de área foliar en materiales de cacahuete.

De las diferencias encontradas en el área foliar entre las variedades, se infiere que la variedad Orizaba es potencialmente más productiva, por la razón de disponer mayor aparato fotosintético, en comparación con la variedad Chapingo, la cual registro la menor cantidad de área foliar. Perengano, al comparar el desarrollo de área foliar en, (Pichardo, 2003), encontró que a mayor área foliar la tendencia es a mayores rendimientos para el caso de haba.

Las variedades de tomate de cáscara desarrollan diferentes habito de crecimiento como la variedad Orizaba presenta el tipo erecto por lo tanto desarrolla más área foliar, en comparación con la variedad Chapingo que es un

cultivar de habito rastreo que desarrolla poca área foliar, su interferencia en los estratos inferiores con los superiores por lo tanto en la producción de fotoasimilados es menor en el estrato inferiores que en el superior.

La duración del ciclo vegetativo de las variedades influye en el desarrollo del área foliar que desarrollan como la variedad Orizaba que es de un ciclo largo por lo tanto su estructura es más grande en diferencia con la variedad Chapingo que es una variedad de ciclo corto desarrollo en poco tiempo más corto la área foliar

Podas

La cuantificación del área foliar en los diferentes niveles de poda se encontró que es diferentes estadísticamente según lo muestra el análisis de varianza (Cuadro 4.1.). Los promedios más altos se obtuvieron con la poda en el nivel 5 con (6200 cm²) y en el nivel 7 (5700 cm²), mientras que en el resto de las podas los valores fueron similares. Fueron similares al aplicar la variable poda, siendo las podas cinco y siete las más altas con (6200 y 5900 cm²) de área foliar. La tendencia al registrarse los valores más altos a mayor nivel de poda era de esperarse, ya que mayor desarrollo se estimula mayor cantidad de yemas axilares en los tallos, situación contraria a los niveles de poda inferiores.

Los entrenudos de las plantas de tomate de cáscara alcanzan diferentes longitudes en las distintas etapas de su desarrollo. Lo que da origen a que las plantas presentan marcadas zonas a las cuales se les ha denominado: zona del tallo no ramificado, zona inicial, zona media, zona transitoria y zona terminal, las últimas cuatro ocurren sobre las cuatro ramificaciones principales del tallo. Los entrenudos de la zona inicial son de tamaño mediano, los más

vigorrosos ocurren en la zona media, siguiéndoles los de la zona transitoria y los de la zona terminal, los cuales son los más pequeños. Los entrenudos terminales de tomate de cáscara se van haciendo más cortos hacia el final del ciclo probablemente debido a que la planta esta entrando en la etapa de senescencia (Mulato, 1984; Serrano, 1998).

Interacción variedad x poda

Al relacionar las variedades con los diferentes niveles de podas, se encontró que el área foliar varia estadísticamente (Cuadro 4.1), mostrándose que la variedad que solamente la interacción variedad con poda fue altamente significativa ($P < 0.01$). (Figura 4.1) muestra los promedios para las veinte combinaciones de tratamientos para esta interacción, observando que la variedad Orizaba en la poda cinco presentó la mayor área foliar (6227 cm²), seguida por la variedad Verde Supremo en la poda siete (5915.3 cm²) y de la variedad Orizaba en la poda cuatro (5688.9 cm²). Los promedios más bajos de área foliar se observaron en la variedad Chapingo en las podas cinco (2979.2 cm²), siete (3226.6 cm²) y la cuatro (3394.6 cm²). La área foliar es un aspecto muy importante en cuanto a la captación de luz para la realización de la fotosíntesis. Esto nos indica que la variedad Orizaba es de una estructura que respondió mejor a la poda cinco que desarrollo más área foliar, en comparación con la variedad Chapingo en la misma poda cinco fue la que tuvo menor (2979.2 cm²), área foliar que el resto de las variedades

Cuadro 4.1. Análisis de varianza y suma de cuadrados de los caracteres evaluados en índices de cosecha en cuatro variedades en tomate de cáscara. (*Physalis ixocarpa* Brot.) bajo niveles de poda.

FV	GL	AF(cm ²)	PFS(g)	IC	EMA(g/ cm ²)	FC
Rep	3	9937693.63	261.63	0.0139	2.37	86.68
VAR	3	41602604.54**	3410.20**	0.3091**	18.04**	3302.60**
REP*VAR	9	4852439.53	159.59	0.0105	1.33	223.32
PODA	4	1328608.42	115.70	0.0168	0.70	251.68
VAR*PODA	12	7729223.48*	398.03	0.0533**	3.41*	369.57*
REP*PODA(VAR)	48	3588101.64	267.09	0.0136	1.03	211.79
MUESTREO	2	6782603.87	2914.11	0.7902*	153.59**	8611.37**
VAR*MUESTREO	6	4706713.25	297.51	0.0115	2.02	295.15
PODA*MUESTREO	8	2708448.72	840.98*	0.0139	2.85*	735.92**
VAR*PODA*MUESTREO	24	1813241.79	347.15	0.0120	1.69	304.89*
COEFICIENTE DE VARIACIÓN						

* Significativo (P<0.05); **Significativo (P<0.01); AF(cm²)= Área foliar; PFS(g) Peso fresco; IC= Índice de cosecha; EMA(g/ cm²)=Eficiencia metabólica del área foliar; FC= Fruto comercial

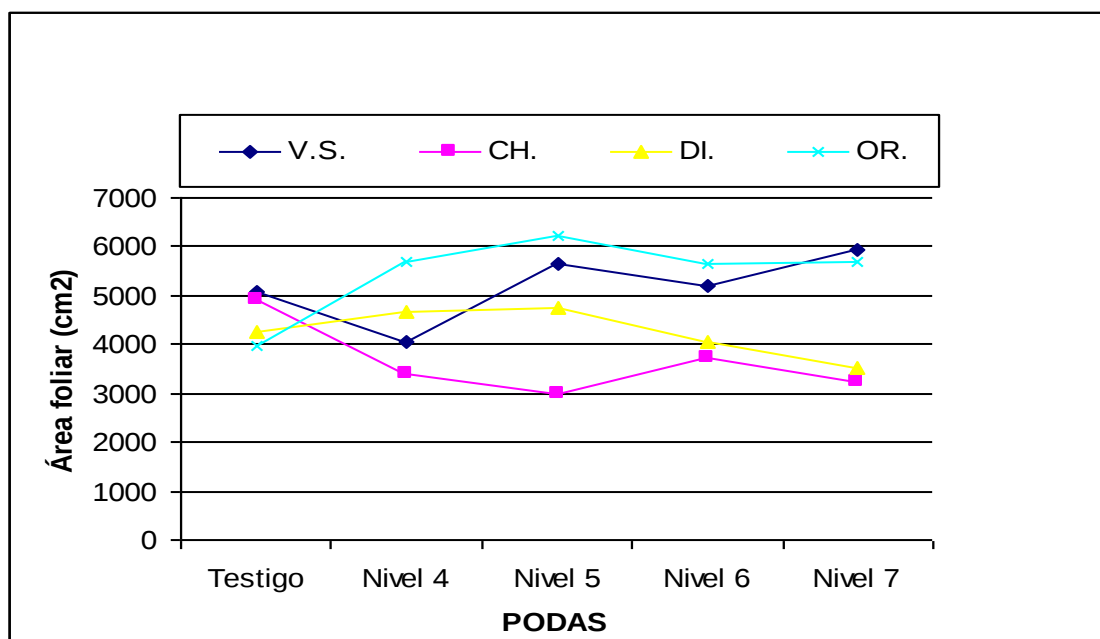


Figura 4.1. Acumulación de área foliar bajo niveles de podas en cuatro variedades de tomate de cáscara.

Peso de fruto seco

El análisis de varianza (Cuadro 4.1), muestra que la poda no fue significativa donde se observa la poda seis que presento el mayor peso seco de frutos (60g). en comparación con el testigo Seguida por la poda siete (48g)

El muestreo dos presento el mayor peso de fruto seco, seguido por el primer muestreo que fue el menor. El análisis de varianza para la variable fruto seco mostró que solamente la interacción podas con muestreo fue altamente significativa ($P < 0.01$). La (Figura 4. 2) muestra los promedios para las doce combinaciones de tratamientos para esta interacción, observando que la poda seis en el muestreo dos presentó el mayor peso seco ($60.34 \pm 3.91\text{g}$), seguida por la poda cinco en el muestreo tres ($56.01 \pm 3.91\text{g}$ testigo) y de la poda siete en el muestreo dos ($55.90 \pm 3.91\text{g}$ testigo). Los promedios más bajos del peso seco se observaron en la poda seis en el muestreo uno ($33.63 \pm 3.91\text{g}$), en la poda cinco muestreo tres ($40.23 \pm 3.91\text{g}$ testigo) poda cinco en el muestro uno ($40.26.6 \pm 3.91\text{g}$).

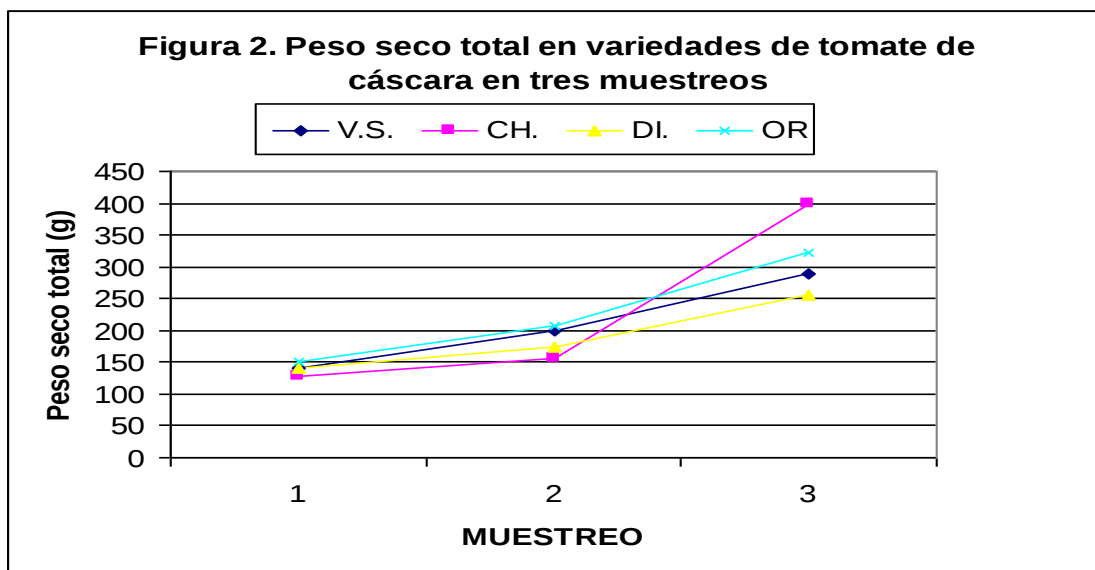


Figura 4.2. Niveles de poda en el fruto seco en tres muestreos en tomate de cáscara

Índice de cosecha de variedades

Al comparar la variedades en relación al índice de cosecha, se encontró que los valores variaron entre 29 y 44, donde se observan que las variedades Chapingo y Diamante registraron los valores (0.45 y 0.42) más altos ($P < 0.05$) comparadas con las variedades Verde Supremo y Orizaba (Figura 4.3). En este estudio se encontró que los materiales con índices de cosecha altos correspondió a un mayor rendimiento, situación contraria a la respuesta en trigo, no se detectó correlación significativa entre el índice de cosecha y rendimiento (Barriga 1974). En las variedades Verde Supremo y Orizaba los índices de cosecha fueron 29 a 34, respectivamente. Estos resultados muestran evidencia que la eficiencia del área foliar para producir fotoasimilados y traslocarlos al fruto es menor, ya que estos materiales desarrollaron una estructura de hojas y tallos más grande en relación al rendimiento de los frutos.

Estas diferencias entre variedades indican que los materiales Chapingo y Diamante presentan mejor balance entre el desarrollo de la biomasa y producción de fruto, esto permite inferir que el área foliar es más eficiente

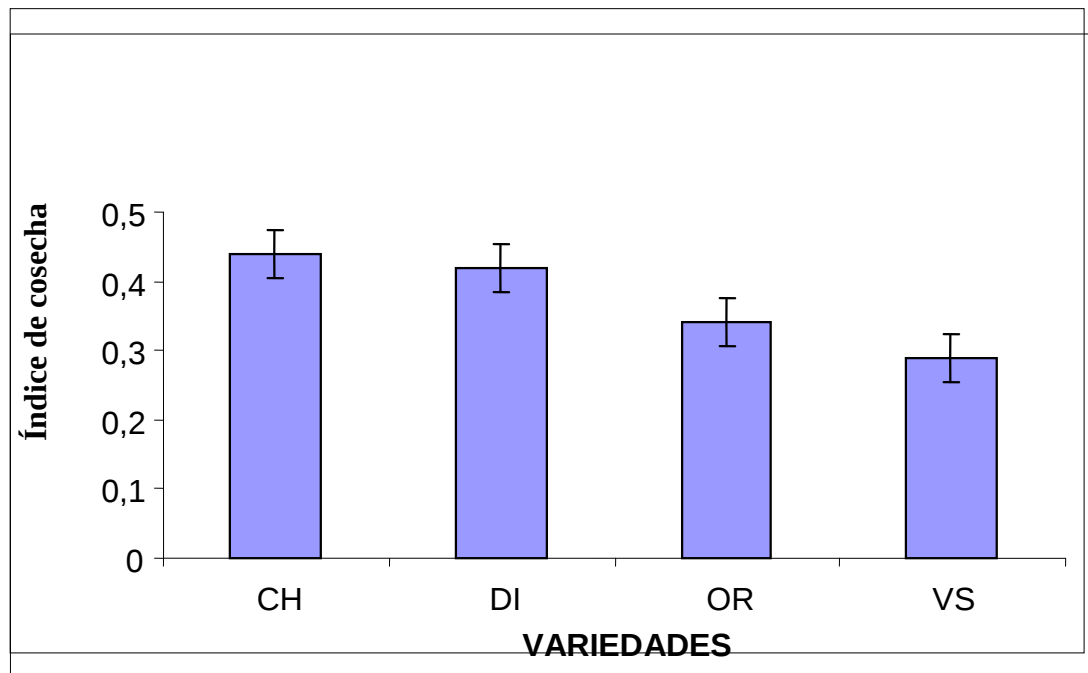


Figura 3. Índice de cosecha de variedades en tomate de cáscara

Índice de cosecha de podas en variedades.

El análisis de varianza para esta variable mostró que solamente la interacción variedad con poda fue altamente significativa ($P < 0.01$). La (Figura 4.4), muestra los promedios para las veinte combinaciones de tratamientos para esta interacción, observando que la variedad Chapingo en la poda siete presentó el mayor índice de cosecha (0.56 ± 0.032), seguida por la variedad Diamante en la poda nivel siete (0.43 ± 0.032) y la variedad Orizaba en la poda nivel siete (0.33 ± 0.032). Los promedios más bajos de índice de cosecha se observaron en la variedad Verde suprema en las podas nivel siete (0.26 ± 0.032), seis (0.27 ± 0.032) y la cinco (0.28 ± 0.032).

Dentro de variedades, la Verde Suprema presentó similares promedios ($P>0.05$) de índice de cosecha las distintas podas en relación al testigo. En la variedad Chapingo, el testigo difirió ($P<0.05$) de las podas cuatro, cinco, seis y siete. En la variedad Diamante, no se observaron diferencias en índice de cosecha ($P>0.05$) con respecto al testigo, mientras que en la Orizaba el testigo presentó los promedios más altos ($P<0.05$) índice de cosecha comparado con las 4 podas.

El alto índice de cosecha la variedad Chapingo en el nivel 7 nos indica que es una variedad precoz, ya que en el nivel 7 se redujo 22%, esto indica que es un periodo reproductivo corto; en cambio. Las variedades Verde Supremo y Orizaba son tardías con periodo reproductivo largo. Como lo señala Santiaguillo y Peña (1997),

Estas diferencias entre variedades, indican que el material Chapingo mostró mayor balance entre el desarrollo de la biomasa y producción de frutos, permitiendo inferir que el área foliar es más eficiente en este material. En este estudio se encontró que los materiales con valores más altos en índice de cosecha correspondió a un mayor rendimiento, situación contraria a la encontrada en trigo, donde se indica que no hubo correlación significativa ($P>0.05$) entre el índice de cosecha y rendimiento (L. Echarte 2002).

Los resultados de esta interacción entre variedades y podas, sugieren que es posible afectar el índice cosecha al realizar las podas en plantas, como en las variedades Diamante y Chapingo, responde al índices de cosecha o bien afecta negativamente al índice de cosecha como ocurrió en las variedades Orizaba y Verde Supremo.

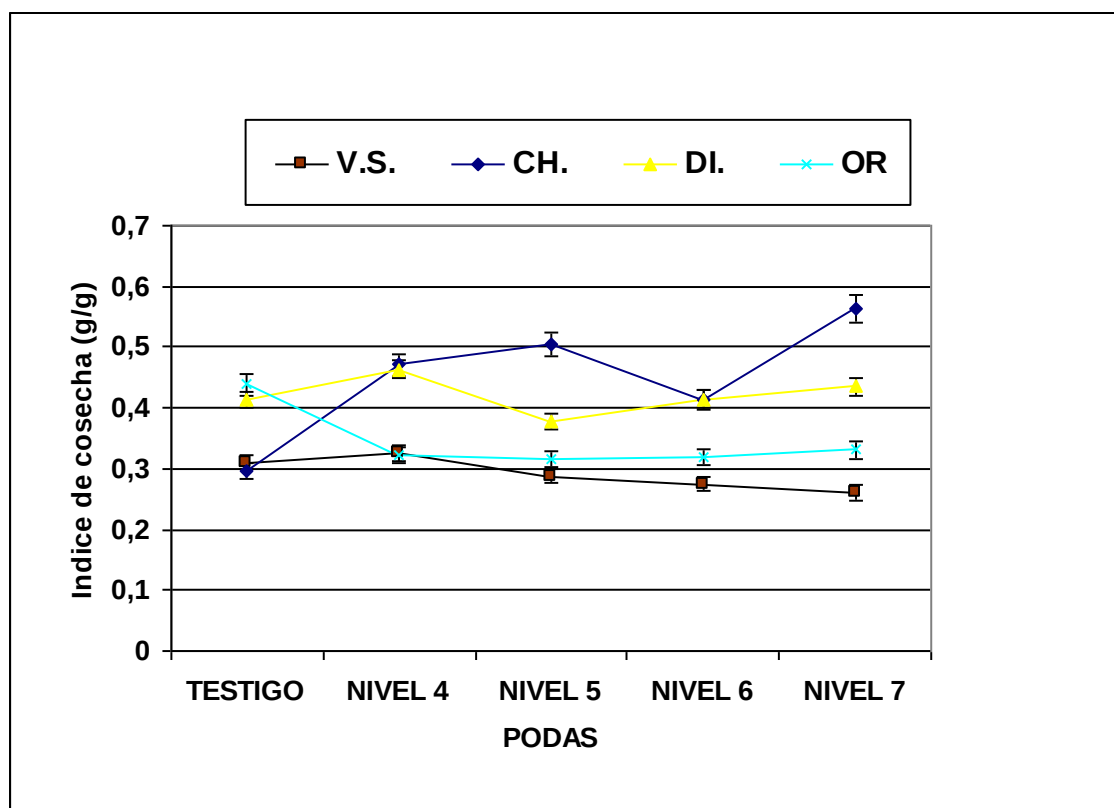


Figura 4.4. Incremento del índice de cosecha bajo niveles de podas en variedades de tomate de cáscara.

Índice de cosecha en muestreos.

El Índice de cosecha de variedades de los tres muestreos se puede observar en la (Figura 4.5) que los valores variaron entre 0.31 a 0.49 puede verse que en el primer muestreo se obtuvo un valor de 0.31 del 15 de mayo, en el segundo muestreo se realizó 15 días después en índice de cosecha de 30 de mayo 0.32, en el tercer muestreo se encontró un valor de 0.49 esto es una

correlación positiva entre el tiempo de muestreos y el índice de cosecha de tomate de cáscara. (Michael P. Bange, *et.al.*, (1998).

Índice de cosecha en variedades

Al comparar el índice de cosecha en el primero, segundo y tercer muestreo (Figura 4.5) de las cuatro variedades se encontró que los valores varían entre 0.20 a 0.51, observándose que las variedades Chapingo y Diamante registraron los valores (0.44-0.55, 0.38-0.55) estadísticamente superiores a las variedades Verde Supremo y Orizaba. Estas diferencias en las variedades, indican que los materiales Chapingo y Diamante presentan mayor balance entre el desarrollo de la biomasa y producción de fruto, lo cual permite inferir que el área foliar es mas eficiente en dichos materiales en el tercer muestreo. Encontrándose que los materiales con valores más altos en índice de cosecha correspondió un mayor rendimiento, situación contraria a la encontrada en trigo, donde se indica que no hubo correlación significativa entre el índice de cosecha y rendimiento (Barriga 1974).

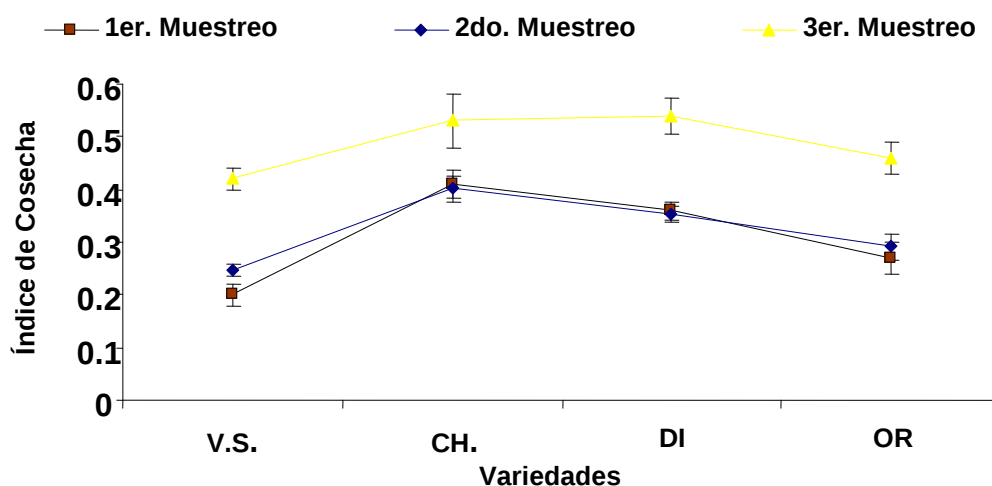


Figura 4.5. Incremento del índice de cosecha en variedades en tres muestreos en tomate de cáscara

Eficiencia metabólica foliar en podas muestreo en tomate de cáscara

El análisis de varianza para esta variable mostró que solamente la interacción podas con muestreo fue altamente significativa ($P < 0.01$). La Figura 4.6, muestra los promedios para las doce combinaciones de tratamientos para esta interacción, observando que la poda siete en el muestreo tres presentó el mayor EMA (4.34 ± 0.28), seguida por la poda seis en el muestreo tres (4.30 ± 0.28) y de la poda cuatro en el muestreo tres (3.91 ± 0.28). Los promedios más bajos de EMA se observaron en la podas, seis en el muestreo uno (0.95 ± 0.28), en la poda cinco muestreo uno (1.23 ± 0.29) poda siete en el muestro uno ($1.40 \pm 3.90.28$).

Dentro de la eficiencia metabólica foliar ($P > 0.05$) las podas seis y siete son estadísticamente significativo en el tercer muestreo.

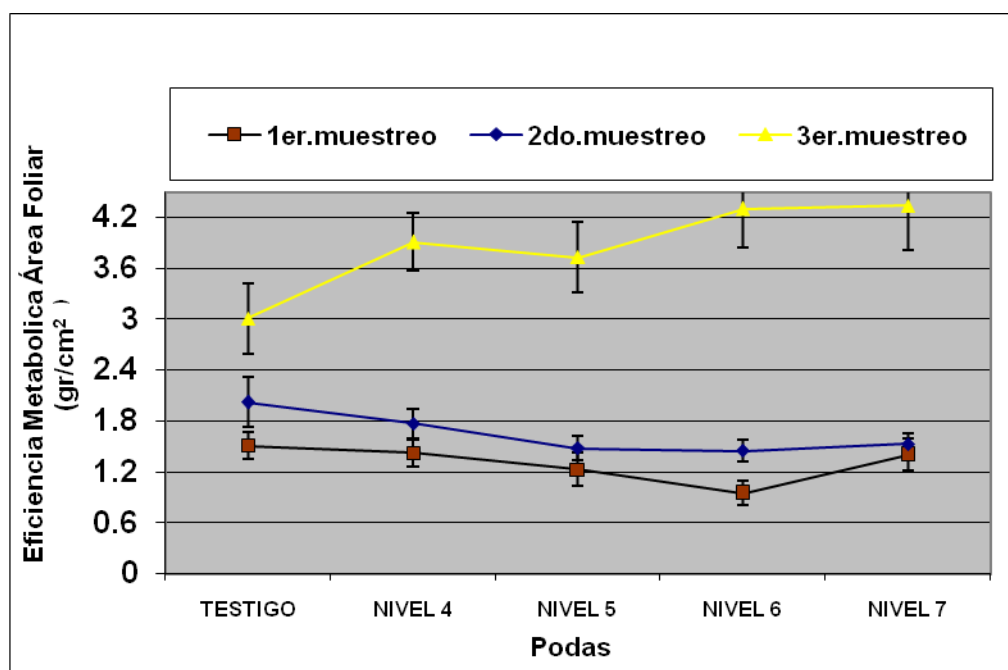


Figura 4.6. Eficiencia metabólica del área foliar bajo niveles de podas en tres muestreos en tomate de cáscara.

Eficiencia metabólica foliar.

El análisis de varianza para esta variable mostró que solamente la interacción variedad con poda fue altamente significativa ($P < 0.01$). La Figura 4.7, muestra los promedios para las veinte combinaciones de tratamientos para esta interacción, observando que la variedad Chapingo en la poda siete presentó la mayor (EMA) ($3.76 \pm 0.33 \text{ g/cm}^2$), seguida por la variedad Diamante en la poda nivel cuatro ($2.82 \pm 0.33 \text{ g/cm}^2$) y de la variedad Orizaba en la poda nivel seis ($2.05 \pm 0.32 \text{ g/cm}^2$). Los promedios más bajos de (EMA) se observaron en la variedad Verde suprema en las podas nivel siete ($1.53 \pm 0.33 \text{ g/cm}^2$), cinco ($1.53 \pm 0.33 \text{ g/cm}$) y la seis ($1.67 \pm 0.33 \text{ g/cm}$).

Dentro de variedades, la Verde Suprema presentó similares promedios ($P > 0.05$) de (EMA) las distintas podas en relación al testigo. En la variedad Chapingo, el testigo difirió ($P < 0.05$) de las podas cuatro, cinco, seis y siete. La variedad Diamante, no se observaron diferencias en Eficiencia metabólica foliar, ($P > 0.05$) con respecto al testigo, mientras que en la Orizaba el testigo presentó los promedios más altos ($P < 0.05$) de eficiencia metabólica foliar.

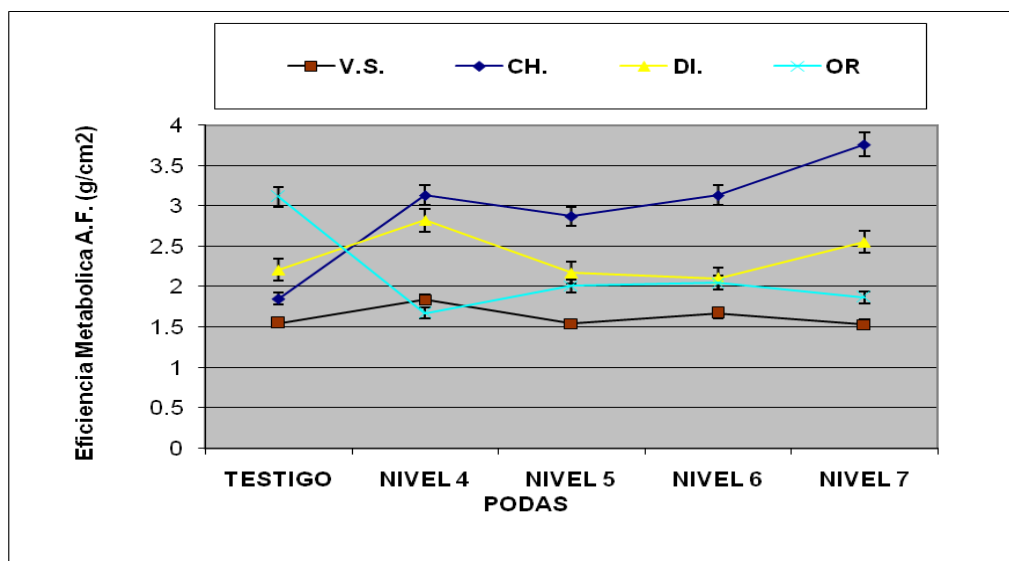


Figura 4.7. Eficiencia metabólica del área foliar bajo niveles de podas en variedades de tomate de cáscara.

Número de frutos comerciales.

El comportamiento para esta variable se encontró que los valores variaron entre 22 hasta 40 frutos comerciales puede observarse que las variedades Chapingo y Diamante registraron los valores más altos de (40 y 32 FC). En este estudio se encontró que los materiales Chapingo y Diamante fueron los valores más altos en número de frutos comerciales, con un mayor rendimiento. Los materiales Verde supremo y Orizaba tuvieron menos frutos comerciales de (22 y 25), Estos resultados hacen evidente que la eficiencia del are foliar para producir fotoasimilados y translocarlos al fruto es menor, ya que estos materiales desarrollan una estructura de hojas y tallos más grande en relación al rendimiento de los frutos (De Costa, W.A.J.M., *et al.*,1996).

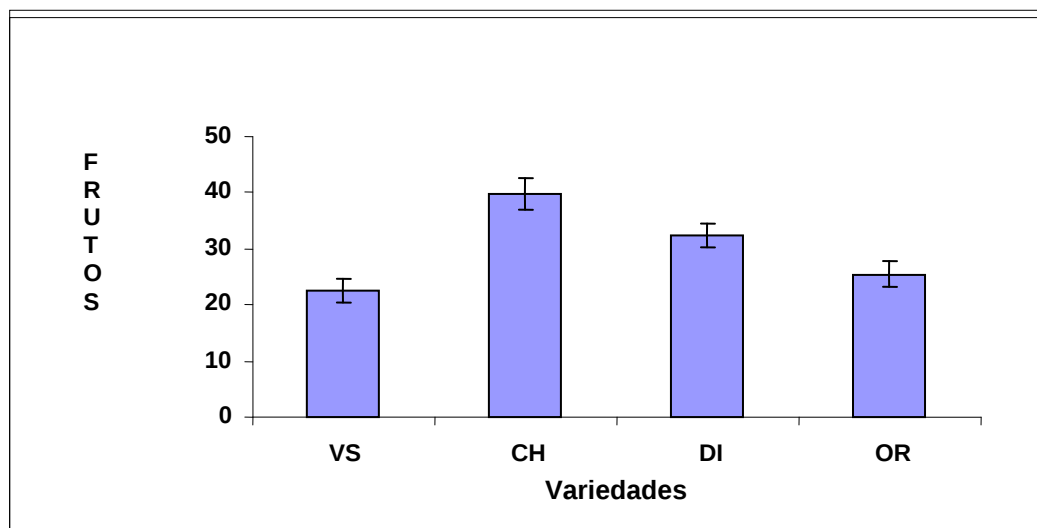


Figura 4.8. Número de frutos comerciales en variedades de tomate de cáscara.

Frutos comerciales de variedades y muestreos.

La tendencia del primer muestreo de frutos comerciales de las cuatro variedades mostrarán valores de 5 hasta 30 frutos comerciales, observándose en la (Figura 4.10), que las variedades Chapingo y Diamante registraron los valores entre 30 hasta 20, siendo estadísticamente superiores a las variedades Verde Supremo y Orizaba. En este estudio se encontró que los materiales con valores superiores en frutos comerciales correspondieron a un mayor rendimiento. En las variedades Verde Supremo y Orizaba los frutos comerciales fueron 5 a 12, respectivamente. Estos resultados hacen evidente que la eficiencia del área foliar para producir fotoasimilados y traslocarlos al fruto es menor, ya que estos materiales desarrollaron una estructura de hojas y tallos más grande en relación al rendimiento de los frutos.

La tendencia del segundo y tercer muestreo se puede observar los valores entre 20 hasta 45 frutos comerciales. Destacando los materiales Chapingo y Diamante con valores de 44 a 34 tomates comerciales. Estos resultados de las variedades y los tiempos de muestreos hace evidencia que estos materiales muestran mayor precocidad por lo tanto su ciclo de producción es más corto que las variedades Diamante y Orizaba.

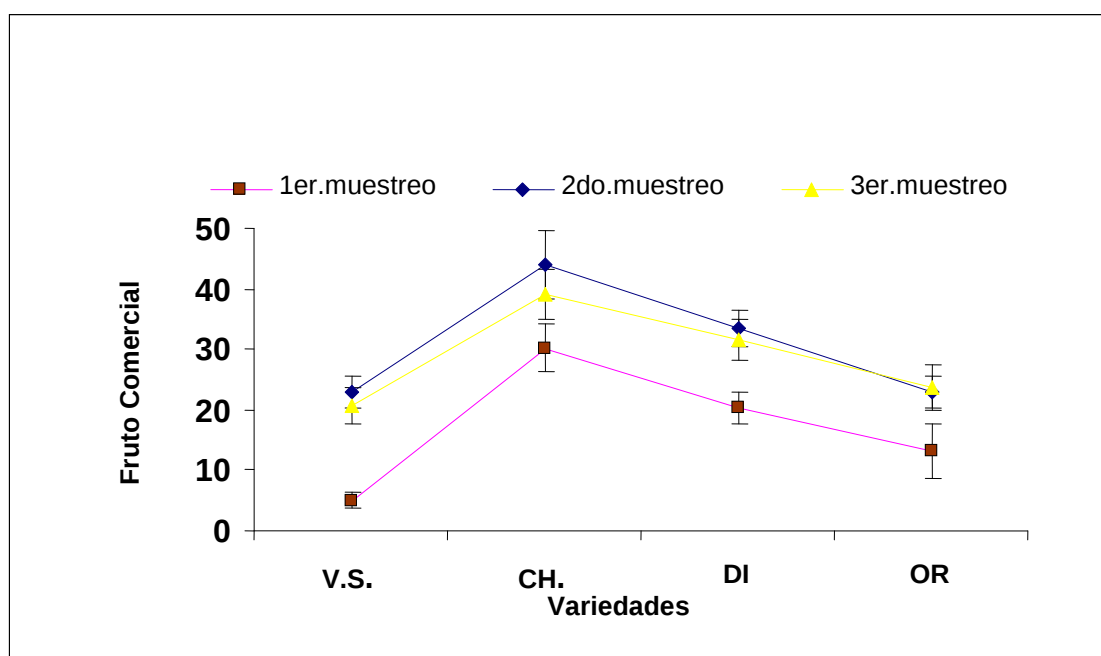


Figura 4.9. Frutos comerciales de variedades en tres muestreos en tomate de cáscara

Peso seco total

El análisis de varianza para esta variable mostró que solamente la interacción variedad con muestreo fue altamente significativa ($P < 0.01$). (La

Figura 4.10), muestra los promedios para las doce combinaciones de tratamientos para esta interacción, observando que la variedad Chapingo en el muestreo tres presentó el mayor peso seco total (399.84 ± 27.6 g), seguida por la variedad Orizaba en el muestreo tres (322.15 ± 27.6 g) y la variedad Verde Suprema en el muestreo tres (288.38 ± 27.6 g). Los promedios más bajos del peso seco total se observaron en la variedad Chapingo en el muestreo uno (127.892 ± 27.6 g), la variedad Verde supremo muestreo uno (139.69 ± 27.6 g), Diamante en el muestro uno ($141.67.6 \pm 27.6$ g).

Dentro de las variedades, Verde Suprema, Chapingo, Diamante y Orizaba ($P>0.05$) de variedades son estadísticamente significativo en el tercer muestreo.

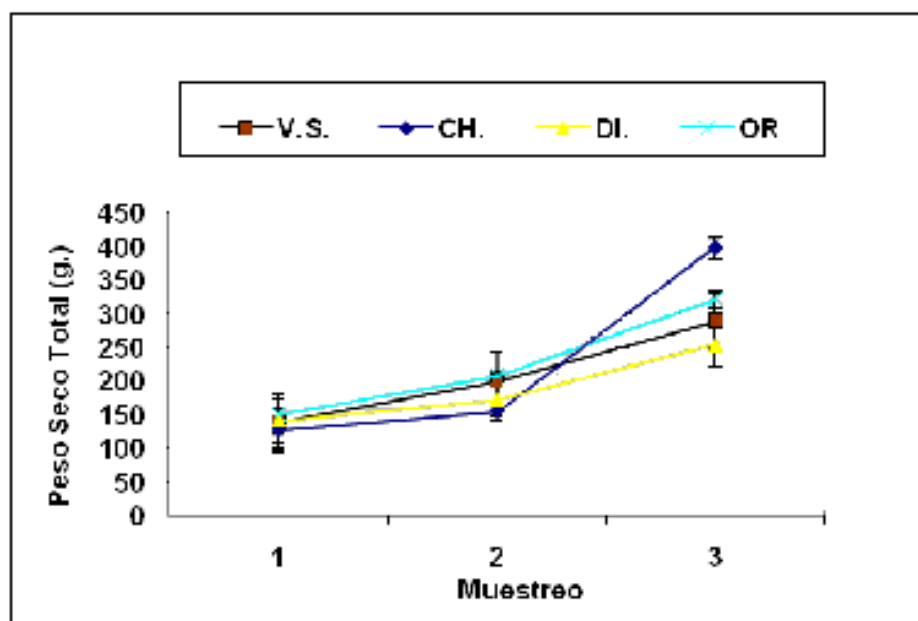


Figura 4.10. Peso seco total en tres muestreos en cuatro variedades

Rendimiento de variedades

La tendencia del primer muestreo en rendimiento por planta de variedades, se encontró que los valores variaron entre 0.750 a 1.150 kg/planta, (Figura 4.11), en este estudio se encontró que los materiales Chapingo y Diamante obtuvieron los valores más altos 1.100 a 1.150 kg/planta, estadísticamente superiores ($P < 0.05$), y las variedades Verde Supremo y Orizaba con un rendimiento más bajo de 0.750 a 0.850 kg/planta, Peña L., A. *et al.*, (1997), Estos resultados hacen evidente que la eficiencia del área foliar para producir fotoasimilados y traslocarlos al fruto es menor, ya que estos materiales desarrollaron una estructura de hojas y tallos más grande en relación al rendimiento de los frutos.

Estas diferencias entre las variedades indican que los materiales Chapingo y Diamante presentan mayor balance entre el desarrollo de la biomasa y producción de fruto, de lo cual se podría inferir que el área foliar es más eficiente, Samuel B. Moser *et al.*, (2005)

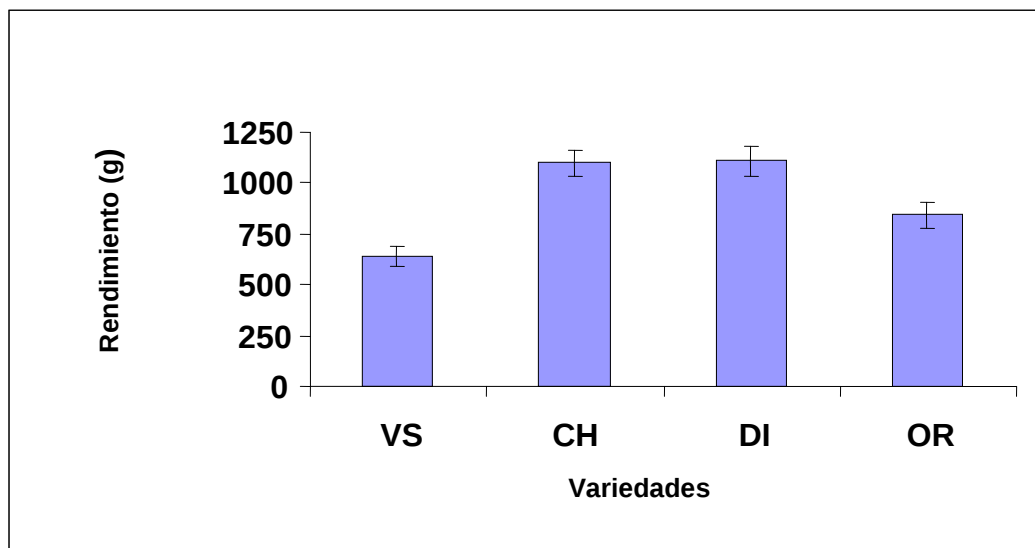


Figura 4.11. Incremento del rendimiento en variedades de tomate de cáscara

4.6. CONCLUSIONES

Los resultados observados nos indican que la variedad Orizaba en la poda cinco presento la mayor, área foliar de 6227cm² por planta. Los índices de cosecha que tuvieron los valores más altos fueron para Chapingo (0.45), Diamante (0.42) en el cultivo de tomate de cáscara, Se vieron favorecidas con las podas, mientras que Verde Supremo y Orizaba se afectaron negativamente. El índice de cosecha en los muestreos fue para el tercero de 0.5. Los frutos comerciales de variedades fueron para Chapingo de (44), Diamante (34) frutos comerciales. Se detecto mayor producción de materia seca en frutos por efecto de la poda en el nudo 6 de (165 g) en el tercer muestreo. El mayor índice de cosecha de variedades y muestreos, fue Chapingo, Diamante en el tercer nudo. El índice de cosecha de podas y muestreo, fue mayor para Chapingo en el nudo 6. La mayor eficiencia metabólica fue para Chapingo, Diamante en el tercer muestreo. Los materiales Chapingo, Diamante tuvieron los valores más altos en la producción de frutos comerciales (40 y 32 frutos. El mayor rendimiento fue para Chapingo de (1150 kg/planta), Diamante (1100 kg/planta) respectivamente.

4.7. LITERATURA CITADA

- Cartujano, E.; Fernández O.; Jankiewics L. 1987. Tomate de cáscara variedad rendidora: desarrollo y fenología. Revista Chapingo. 56 – 57: 44-47.
- Cancino, B., J.:F. Sánchez DEL C.; P Espinosa R. 1990. Efecto del despunte y densidad de población en dos variedades de jitomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en hidroponía bajo invernadero. Revista Chapingo. 73-74: 26-30.
- Craufurd, P.Q.; P.V., and R.J.(2001), Dry Matter production and rate of change of harvest index at high temperature in peanut. Crop Sci 42:146-151.
- De Costa, W.A.J.M., Dennett, M.D., Ratnaweera, U., Nyalemegbe, K., (1996). Effects of different water regimes on field-grown determinate and indeterminate faba bean (*Vicia faba* L.). II Yield, yield components and harvest index 52(1997)169-178.
- Echarte I., Andrade, F.H., 2002. Harvest index stability of Argentinean maize hybrids released between 1965 and 1993.
- Barriga, P. 1974. Índice de cosecha en trigo de primavera. En la UACH. México.
- García, E. 1988. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (para adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana) 4ª. Edición Instituto de Geografía .UNAM. México. Pp.132.

Hunt, R. 1982. Plant growth curves. The functional to plant growth analysis.
East Kinbride, Scotland. 248 p.

Mackerron, D.K.L.; Heibronn, T.D. 1985. A method for estimating harvest
indices for use in surveys of potato crops. Potato Res. 28:279-
282.

Michael P. Bange, Graeme L. Hammer, and Kenneth G. Rickert .,1998
Temperature and Sowing Date Affect the Linear Increase of
Sunflower Harvest index.,Agronom
y Journal,90:324-328(1998).

Mulato, B., J. V. M. Fernandez O.: S. Jankiewics L. 1987. Tomate de
cáscara: desarrollo y fenología. Revista Chapingo 78: 79: 44- 47.

Otahola, Gómez, Víctor A.,(1995), Comparación de algunos Índices
agronómicos en maíz (*Zea mays* L.) tipo dulce, reventón,
amiláceo y dentado., Universidad de Oriente, Escuela de
Ingeniería Agronómica. Núcleo Monaguas. Avenida Universidad.,
Campus los Guaritos, Maturín, estado Monagas.

Peña, L. A.; Santiaguillo J. F.; Montalvo H. D.; Pérez G. M. 1997. Intervalos
de cosecha en la variedad CHF1-Capingo de tomate de cáscara
(*Physalis ixocarpa* Brot.).Revista Chapingo. 3: 31-39.

Pichardo, J. C. Riego, (2003), Dinámica del área foliar, eficiencia en el uso
de la radiación y rendimiento de haba (*vicia faba* L.) en función de
la aplicación dividida de nitrógeno

SAS Institute. 2002. SAS/STAT user's guide. Ver. 9.1.3 . SAS Institute Inc., Cary, NC.

SAGARPA (2003) Estadísticas Básicas Agropecuaria. Servicio de información y estadística Agroalimentaria y Pesca. SAGARPA. México.

Shing, I.D. and Stoskopf, N.C.1972. Harvest index in cereals. Agron. J.63: 224-226.

Syme, J.R. 1970. a High-Yielding Mexican semi-dwarf wheat and the relationship of yield to harvest index an other varietal characteristics. Aust. J.Exp. Agrie. Anim. Husb. 10:350-353.