



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA
(Citrus latifolia Tan.)

T E S I S

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

**MAESTRO EN CIENCIAS EN
HORTICULTURA**

P R E S E N T A:

RAUL BERDEJA ARBEU



DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES



Chapingo, México, junio 2005.

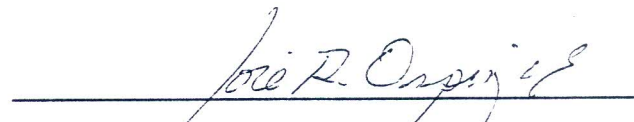


DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia* Tan.)

Tesis realizada por **RAUL BERDEJA ARBEU** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR


Dr. José Refugio Espinoza Espinoza

ASESOR


Dr. Gustavo Almaguer Vargas

ASESOR


Ph D. María Teresa Beryl Colinas León

DEDICATORIA

A mis padres Raul Berdeja Parra e Irma Arbeu Rodríguez.

A mis hermanos Antonio, Irma y Lupita.

Para Alan y mi sobrinito José Eduardo.

A mis abuelos, tíos, primos y sobrinos.

Para mis amigos.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

Al comité de tesis por todo su apoyo y amistad.

Dr. José Refugio Espinoza Espinoza

Dr. Gustavo Almaguer Vargas

Ph D. María Teresa Beryl Colinas León

Al Lic. Joaquín Salas Herrera.

A la Biol. Araceli Lara Villalobos.

A Maria Reyes.

DATOS BIOGRÁFICOS

El autor del presente trabajo, nació en el Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, el 28 de febrero de 1977. Curso la carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia, en la Universidad Autónoma Chapingo.

A partir del año 2001 a la fecha se ha dedicado a asesorías técnicas en cítricos principalmente en los Estados de Tabasco y Veracruz.

DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia* Tan.)

OFF-SEASON HARVESTING OF PERSIAN LEMON (*Citrus latifolia* Tan.)

Raul Berdeja-Arbeu¹; José Refugio Espinoza-Espinoza².

RESUMEN GENERAL

La presente tesis se constituye de dos artículos que tratan sobre el desfasamiento de cosecha en árboles de limón persa, en el Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, y a continuación se presenta un resumen de los dos artículos.

En el primer trabajo se evaluó la aplicación de etefón y tidiazurón, en árboles de limón persa con el objetivo de obtener fruta en los meses invernales y se encontró que etefón a una concentración de 300 y 500 mg·litro⁻¹ y tidiazurón a una concentración de 250 mg·litro⁻¹, adelantaron las floraciones; el mayor rendimiento de fruto se logró con aplicaciones de etefón a una concentración de 500 mg·litro⁻¹. En el segundo trabajo se evaluaron épocas de eliminación de flores y frutos en árboles de limón persa, con el objetivo de

GENERAL SUMMARY

This thesis is made up of two articles dealing with the off-season harvest of Persian lemon in Martínez de la Torre, Veracruz. Summaries of both articles are presented.

An evaluation of the application of etephon and thidiazuron on Persian lemon trees is made with the objective of obtaining fruit during winter months. It was found that 300/500 mg·liter⁻¹ of etephon and 250 mg·liter⁻¹ of thidiazuron, advanced the flowering process, while the greatest fruit yield was achieved when applying a concentration of 500 mg·liter⁻¹ of etephon.

In addition to the application of thidiazuron, flowers and fruit that were removed from trees during specific time intervals were evaluated with the objective of obtaining fruit during the winter months.

¹Tesista

²Director

obtener fruta en los meses invernales, mas la aplicación de thidiazurón; A los árboles se les aplicó thidiazuron a una concentración de $250 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ mas eliminación de flores y frutas por varios meses (4.5, 2.5 y 1.5) antes del primero de noviembre de 2003 y solo eliminación de flores y frutos por varios meses (4.5, 2.5 y 1.5) antes del primero de noviembre de 2003. Los tratamientos a los que se les aplicó thidiazurón adelantaron la floración, y no hubo diferencias estadísticas para rendimiento de fruta del testigo con los tratamientos a los que se les realizó eliminación de flores y frutos.

Palabras clave: defoliación, floración, rendimiento, etefón, thidiazurón.

A concentration of $250 \text{ mg}\cdot\text{liter}^{-1}$ of Thidiazuron was applied to threes and additionally flowers and fruit were removed during several months (4.5, 2.5, 1.5) all of this being done before the 1st of November, 2003. Treatments in which thidiazuron was used advanced flowering, and there were no statistical differences in fruit yield between the control and treatments consisting of removed fruit and flowers removal.

Key words: defoliation, flowers, yield, etephon, thidiazuron.

INDICE GENERAL

	Páginas
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DEL ANEXO	xii
INTRODUCCIÓN GENERAL	1
ESTUDIO 1. DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA	3
1. INTRODUCCIÓN	4
2. OBJETIVOS	6
3. REVISIÓN DE LITERATURA	7
3.1. Factores que regulan la diferenciación floral	7
3.2. Hormonas y reguladores del crecimiento	7
3.2.1. Etileno	7
3.2.2. Etefón	8
3.2.3. Citocininas	8
3.2.4. Tidiazurón	9
3.3. Investigaciones realizadas con etefón	9
3.4. Investigaciones realizadas con tidiazurón	10

4. MATERIALES Y MÉTODOS	12
4.1. Variables estudiadas	14
4.1.1. Variables climáticas	14
4.1.2. Número de flujos de fructificación	14
4.1.3. Defoliación	14
4.1.4. Número de flores	14
4.1.5. Rendimiento	14
4.1.6. Textura de cáscara	15
4.1.7. Peso de fruto	15
4.1.8. Diámetro polar	15
4.1.9. Diámetro ecuatorial	16
4.1.10. Grosor de cáscara	16
4.1.11. Sólidos solubles totales	16
4.1.12. Contenido de nitrógeno en frutos	16
4.1.13. Contenido de potasio en frutos	17
4.1.14. Contenido de clorofilas totales en frutos	17
4.1.15. Color de frutos	17
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
5.1. Humedad relativa	19

5.2. Precipitación	19
5.3. Temperatura	19
5.4. Flujos de frutos	21
5.5. Defoliación	22
5.6. Floración	24
5.7. Rendimiento	26
6. CONCLUSIONES	30
7. BIBLIOGRAFIA	31
ESTUDIO 2. DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA	36
1. INTRODUCCIÓN	37
2. OBJETIVOS	39
3. REVISIÓN DE LITERATURA	40
3.1. Factores que regulan la diferenciación floral	40
3.2. Hormonas y reguladores del crecimiento	40
3.2.1. Etileno	40
3.2.2. Etefón	41
3.2.3. Citocininas	41
3.2.4. Tidiazurón	42
3.3. Investigaciones realizadas con tidiazurón	42

4. MATERIALES Y METODOS	44
4.1. Variables estudiadas	47
4.1.1. Variables climáticas	47
4.1.2. Número de flujos de fructificación	47
4.1.3. Defoliación	47
4.1.4. Número de flores	47
4.1.5. Rendimiento	47
4.1.6. Textura de cáscara	48
4.1.7. Peso de fruto	48
4.1.8. Diámetro polar	48
4.1.9. Diámetro ecuatorial	49
4.1.10. Grosor de cáscara	49
4.1.11. Sólidos solubles totales	49
4.1.12. Contenido de nitrógeno en frutos	49
4.1.13. Contenido de potasio en frutos	50
4.1.14. Contenido de clorofilas totales en frutos	50
4.1.15. Color de frutos	51
5. RESULTADOS Y DISCUCIONES	52
5.1. Humedad relativa	52

5.2. Precipitación	52
5.3. Temperatura	52
5.4. Flujos de frutos	54
5.5. Defoliación	55
5.6. Floración	57
5.7. Rendimiento	60
6. CONCLUSIONES	66
7. BIBLIOGRAFIA	67

INDICE DE CUADROS

Paginas

ESTUDIO 1. DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en limón persa, el primero de noviembre de 2003, para promover floraciones en los meses invernales, en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz.	12
Cuadro 2. Escala usada para evaluar la textura de cáscara de frutos en limón persa.	15
Cuadro 3. Número de flujos de limón persa, el 30 de noviembre de 2003, con diferentes tratamientos.	21
Cuadro 4. Defoliación y número de flores en árboles de limón persa, sometidos a diferentes tratamientos.	23

Cuadro 5. Rendimiento de fruto (kg) en árboles de limón persa, sometidos a diferentes tratamientos.	27
---	----

Cuadro 6. Características físicas de frutos cosechados, el 24 de abril de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.	28
--	----

Cuadro 7. Características químicas de frutos cosechados, el 24 de abril de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.	29
---	----

ESTUDIO 1. DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en limón persa, el primero de noviembre de 2003, para promover floraciones en los meses invernales, en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz.	45
---	----

Cuadro 2. Escala usada para evaluar la textura de cáscara de frutos en limón persa.	48
---	----

Cuadro 3. Número de flujos de frutos de limón persa en los tratamientos 1 y 2. el primero de noviembre de 2003.	54
Cuadro 4. Defoliación en árboles de limón persa sometidos a tratamientos de tidiazurón. en Martínez de la Torre. Veracruz.	56
Cuadro 5. Número de flores en árboles de limón persa. sometidos a trata- mientos de tidiazurón y descargas de frutos.	59
Cuadro 6. Rendimiento de fruta en árboles de limón persa. sometidos a tratamientos de tidiazurón y descarga de frutos.	62
Cuadro 7. Características físicas de frutos cosechados de árboles de limón persa sometidos a tratamientos de tidiazurón y descarga de frutos. el primero de abril de 2004. en Martínez de la Torre. Ve- racruz.	63

Cuadro 8. Características químicas de frutos cosechados de árboles de limón persa sometidos a tratamientos de tiazurón y descarga de frutos, el primero de abril de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.

64

INDICE DE FIGURAS

	Paginas
ESTUDIO 1. DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA	
Figura 1. Promedios de humedad relativa, por semana, del primero de agosto de 2003 al 31 de enero de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.	20
Figura 2. Promedios de precipitación y temperatura, por semana, del primero de agosto de 2003 al 31 de enero de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.	20
ESTUDIO 2. DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA	
Figura 1. Promedios de humedad relativa, por semana, del primero de agosto de 2003 al 31 de enero de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.	53

Figura 2. Promedios de precipitación y temperatura, por semana, del primero de agosto de 2003 al 31 de enero de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.

53

INDICE DEL ANEXO

	Paginas
ESTUDIO 1. DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA	
Cuadro 1 A. Análisis de varianzas.	35
ESTUDIO 2. DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA	
Cuadro 1 A. Análisis de varianzas.	70

INTRODUCCIÓN GENERAL

La citricultura a nivel nacional es una de las actividades frutícolas más importantes debido a que aporta fuentes de trabajo a muchas familias, y genera dinero para los productores, profesionistas del ramo y personas que se dedican a la venta de insumos agrícolas; México cuenta con una superficie aproximada de 520, 000 ha y es el quinto productor a nivel mundial.

Los cítricos como otros frutales presentan estacionalidad en la producción de sus cosechas, situación que afecta los precios del producto en determinados meses. El limón persa en la actualidad es una fruta que tiene buena aceptación en los mercados internacionales y se puede cosechar fruta durante todo el año. Este cítrico alcanza sus mejores precios en los meses invernales.

El Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, a nivel nacional es uno de los más importantes productores de cítricos y el más importante productor nacional y mundial de limón persa.

Existen técnicas para producir fruta fuera de época. En cítricos las más utilizadas son anillado de ramas, aplicación de reguladores del crecimiento como etefón, ácido giberélico, tidiazurón, paclobutlazol, así como, riegos, raleo de frutos, fertilizaciones y podas de ramas. Se ha observado que, para que se presente una floración en cítricos se necesita la combinación de una o más técnicas, aunado al manejo agronómico de los árboles.

Para utilizar cualquier técnica de producción forzada es necesario conocer la fisiología de los árboles para poder determinar que técnica o técnicas aplicar y en que época y así poder obtener fruta que pueda competir en los mercados en cantidad, en calidad y en oportunidad.

Con base en lo anterior se generaron dos trabajos con el propósito de evaluar el efecto de etefón y tidiazurón en árboles de limón persa y aplicaciones de tidiazurón más épocas de eliminación de flores y frutos con el objetivo de promover floraciones en los meses invernales y obtener cosecha en los meses en los cuales el precio es el más alto.

ESTUDIO I

DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia* Tan.)

OFF-SEASON HARVESTING OF PERSIAN LEMON (*Citrus latifolia* Tan.)

R. Berdeja-Arbeu¹; J. R. Espinoza-Espinoza¹; G. Almager-Vargas¹; Ma. T. Colinas-Leon¹.

¹Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 56230. México.

RESUMEN

Con el objetivo de promover floraciones y cosecha de frutos fuera de época en árboles de limón persa. Se realizó este trabajo en el Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, en el 2003. A los árboles se les aplicó etefón y tidiazurón. Se encontró que etefón a una concentración de 300 y 500 mg·litro⁻¹ y tidiazurón a una concentración de 250 mg·litro⁻¹, adelantaron las floraciones. El mayor rendimiento de fruto se logró con aplicaciones de etefón a una concentración de 500 mg·litro⁻¹.

Palabras claves: defoliación, floración, rendimiento, etefón, tidiazurón.

SUMMARY

This work was carried out in Martínez de la Torre, Veracruz in 2003 with the objective of promoting Persian lemon off-season flowering and harvest. Etephon and thidiazuron were applied to the trees and it was found that 300/500 mg·litro⁻¹ of etephon and 250 mg·litro⁻¹ of thidiazuron advanced flowering; the greatest fruit yield was achieved when applying etephon at 500 mg·litro⁻¹.

Key words: defoliation, flowers, yield, etephon, thidiazuron.

1. INTRODUCCIÓN

En México el limón persa (*Citrus latifolia*) ha adquirido una enorme importancia económica en los últimos años. Actualmente México es el principal productor de este cítrico a nivel mundial y cuenta con una superficie de 32,092 ha. Los principales Estados productores son Veracruz, Tabasco y Oaxaca (Curti *et al.*, 2000).

En el Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, la producción de limón persa se concentra en los meses de mayo a septiembre, lo que provoca que los precios del limón disminuyan (Curti *et al.*, 2000). En los mercados internacionales los mejores precios de fruta se presentan en los meses de diciembre a febrero (Rojas, 1995).

En la actualidad existen técnicas que pueden favorecer la producción fuera de época en diferentes frutales y así los productores puedan cosechar en ciertos periodos del año cuando la oferta de frutos es baja y los precios son altos para obtener mayores beneficios económicos (Almager, 1998).

Debido a todo lo antes mencionado, es importante encontrar un manejo agronómico en las huertas de limón que nos permita obtener frutos en los meses en que existe poca producción y así tener mayores ganancias; motivo por el cual se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar concentraciones de etefón y tidiazurón, para cosechar fruta de limón en los meses invernales.

2. OBJETIVOS

- Evaluar los efectos de la aplicación de etefón sobre la floración invernal en limón persa.
- Evaluar los efectos de la aplicación de etefón sobre el rendimiento de fruta en limón persa.
- Evaluar los efectos de la aplicación de etefón en la calidad de frutos de limón persa.
- Evaluar los efectos de la aplicación de tidiazurón sobre la floración invernal en limón.
- Evaluar los efectos de la aplicación de tidiazurón sobre el rendimiento de fruta en limón persa.
- Evaluar los efectos de la aplicación de tidiazurón en la calidad de frutos de limón persa.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Factores que regulan la diferenciación floral

En especies frutales se han identificado numerosos factores que afectan la diferenciación floral, como anillado, poda de raíces y de ramas, aplicación de compuestos químicos, condiciones ambientales (estrés hídrico y bajas temperaturas), nutrición, carbohidratos y frutos en el árbol (Pimienta, 1985).

3.2. Hormonas y reguladores del crecimiento

En las plantas se han caracterizado como hormonas importantes a las auxinas, las giberelinas, las citocininas, los inhibidores y el etileno (Díaz, 2002). Los reguladores del desarrollo son sustancias que modifican algún proceso fisiológico de la planta, sea de origen natural o sintético (Agustí y Almela, 1991).

3.2.1. Etileno

El etileno es el compuesto orgánico más simple que hasta hoy se ha reconocido como regulador del crecimiento. Al igual que otras fitohormonas, es producido en una mínima cantidad por los tejidos y órganos de casi todas las especies vegetales; los efectos fisiológicos de esta hormona son maduración de frutos climatéricos, abscisión de hojas, flores y frutos y estimula floración, entre otros (Jankiewicz, 2003).

3.2.2. Etefón

Etefón es el nombre común aprobado para el ácido (2-cloroetil) fosfónico; también conocido en la literatura como Ethrel, Florel, CEP, CEPA, y 2-CEPA, entre otros nombres, este producto causa numerosos efectos fisiológicos en los tejidos de la planta similares al etileno (Osuna, 1998; Díaz, 2002; Jankiewicz, 2003).

Yang (1969) menciona que el etefón ejerce sus efectos liberando gradualmente etileno como producto de la descomposición cerca del lugar de acción en los tejidos vegetales.

3.2.3. Citocininas

Las citocininas estimulan la división celular en los meristemos, retardan la senescencia de órganos y, en presencia de auxinas, estimulan la actividad del cambium (Jankiewicz, 1989). Estas hormonas controlan el proceso de diferenciación, como formación de flores y de brotes vegetativos (Díaz, 2002). Un incremento en la formación de yemas florales se logra al aplicar citocininas en crisantemos y bugambilias (Zeevaart, 1976).

3.2.4. Tiazurón

El tiazurón tiene una función citocinínica; es una fenilurea derivada (N-fenyl-1, 2, 3-tiazol-5-ylurea). Fue usado originalmente como defoliante en algodón (Martínez y Peña, 1997).

El efecto fisiológico del thidiazuron que desencadena para estimular la brotación no es conocido totalmente; estudios realizados en manzano en preletargo muestran que las yemas tratadas con este producto incrementaron el grado de insaturación de ácidos grasos de los lípidos y disminuye la relación de esteroides-fosfolípidos alterando la permeabilidad y permitiendo un incremento en la relación agua-libre estructural en el interior de las células de la yema, se produce una reducción de radicales libres, lo que incrementa la disponibilidad de oxígeno e inicia la respiración aeróbica, induciendo el metabolismo de los tejidos en letargo tratados con thidiazuron (Wang *et al.*, 1994 citado por Alvarado 1997).

3.3. Investigaciones realizadas con etefón

Iwahori y Oohata (1980) observaron que aplicaciones de etefón en dosis de 200 300 ml·litro⁻¹ indujeron floración en árboles de tangerina (*C. reticulata*) Gonzalez *et al.*, (1986) estudiando el control de la floración en cítricos, en Cuba, encontraron que con aplicaciones de CEPA 500 y 1000 mg·litro⁻¹ en naranja 'Valencia Tardía' y 500 mg·litro⁻¹ en limón persa, se lograron mayores floraciones y número de frutos con respecto al

testigo. Cuttin (1989) evaluando el control de la floración en lima tahiti, en Martinica, encontró que aplicaciones de 1000, 1250 y 1500 mg·litro⁻¹ de etefón en diciembre, provocaron defoliación en los árboles y seis semanas después presentaron las mayores floraciones con respecto al testigo. Rojas (1995) evaluando la aplicación de CEPA en limón persa, para aumentar la producción fuera de temporada en Venezuela, encontró que aplicaciones de CEPA de 0.1, 0.2, 0.3, 0.4 y 0.6 ml·litro⁻¹ promovieron una defoliación y una menor floración con respecto al testigo y aplicaciones de CEPA de 0.5 ml·litro⁻¹ más 2 % de urea fue el tratamiento en el que se alcanzó el mayor número de flores y presentó diferencias estadísticas con respecto al testigo. Espinoza y Almager (1997) analizando el desfaseamiento de cosecha en limón persa, en Martínez de la Torre, Veracruz, encontraron que aspersiones foliares de etefón a 500 mg·litro⁻¹, promovieron la brotación floral, 40 días después de su aplicación.

3.4. Investigaciones realizadas con thidiazuron

Ríos *et al.*, (1997) evaluando reguladores del crecimiento en frambuesa roja encontraron que aplicaciones de TDZ 10 ml·litro⁻¹ adelantaron las floraciones en 22 días comparadas con el testigo. Guzmán (1999) desfasando cosecha en limón persa encontró que aplicaciones de 300 mg·litro⁻¹ de thidiazuron, adelantaron hasta 20 días la floración con respecto al testigo. De Dios (2000) evaluando la aplicación de thidiazurón en árboles de limón persa, en Martínez de la Torre, Veracruz, menciona que aplicaciones con thidiazuron a concentraciones de 200 y 250 mg·litro⁻¹ promueven una defoliación y aumenta la brotación de yemas vegetativas y florales. Calderón y Rodríguez (2000) evaluaron el thidiazuron como promotor de la brotación en ciruelo y

encontraron que al aplicar el thidiazuron a una concentración de $250 \text{ ml}\cdot\text{litro}^{-1}$ adelantó la floración 40 días con respecto al testigo.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, que se encuentra a 20° 04' 40" LN y 97° 04' 50" LW, a una altitud de 120 msnm (INEGI, 1993). El lugar presenta una clasificación climática Af(m)W"(e), caracterizada como un clima cálido-húmedo, con lluvias todo el año, con una temperatura media anual arriba de 26° C y precipitación media anual de 1743.7 mm (García, 1987).

En el Cuadro 1, se presentan la lista de tratamientos.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en limón persa, el primero de noviembre de 2003, para promover floraciones en los meses invernales, en el Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz.

Tratamientos	Descripción
1	testigo
2	etefón 300 mg·litro ⁻¹
3	etefón 500 mg·litro ⁻¹
4	tidiazurón 250 mg·litro ⁻¹

El diseño experimental que se utilizó fue un completamente al azar con diez repeticiones, utilizando un árbol como unidad experimental.

La aplicación de los tratamientos se realizó el primero de noviembre 2003 utilizando el producto comercial Ethrel 480 LS[®] (i.a. 480 g·litro⁻¹ de etefón), Dropp Fluid[®] (i.a. 200 g·litro⁻¹ de tidiazurón) mas adherente Zeta[®] al 1 % (Nonil fenol éter polioxietileno 30 %, equivalente a 300 g de i.a.·litro⁻¹). Las aplicaciones se hicieron con bombas de aspersión manuales, al follaje de los árboles hasta punto de goteo.

Los árboles se fertilizaron con 500 gramos de urea el 10 de agosto; 20 días después se aplicó un fertilizante vegetal foliar a base de macronutrientes y micronutrientes, con el producto comercial Bayfolan Forte[®] al 2 %; el control de maleza se realizó el 15 de octubre, manualmente, para posteriormente hacer un control químico el 10 de noviembre usando el producto comercial Faena[®] al 2 % (i.a. 356 g·litro⁻¹ de glifosato). Se realizaron dos aplicaciones para el control de la antracnosis: la primera fue el 27 de noviembre utilizando el producto comercial Antrak[®] 2 g·litro⁻¹ (i.a. 500 g·kg⁻¹ de benomilo), más Bayfolan Forte[®] al 2 %, y adherente Zeta[®] a 1 % (Nonil fenol éter polioxietileno 30 %, equivalente a 300 g de i.a.·litro⁻¹); la segunda aplicación para el control de antracnosis, el primero de febrero aplicando Cupravit Mix[®] al 2 % (i.a. 230 g·kg⁻¹ de cobre metálico y 300 g·kg⁻¹ de mancozeb) mas adherente Zeta[®] a 1 % (Nonil fenol éter polioxietileno 30 %, equivalente a 300 g de i.a.·litro⁻¹).

Las variables evaluadas fueron las siguientes.

4.1. Variables estudiadas

4.1.1. Variables climáticas. De la estación meteorológica “El Clarín”, ubicada en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz, se obtuvieron los registros de las humedades relativas, precipitaciones y temperaturas, y se graficaron promedios por semana.

4.1.2. Número de flujos de fructificación. El primero de noviembre de 2003, se contaron el número de flujos de frutos y el número de fruto de cada flujo, de 10 árboles de limón persa, antes de la aplicación de los tratamientos, la edad de los frutos de cada flujo se calculó, de acuerdo a su tamaño, color y textura de superficie de fruto.

4.1.3. Defoliación. Se evaluó el porcentaje de defoliación, en tres árboles de cada tratamiento, el ocho de noviembre de 2003.

4.1.4. Número de flores. Se contaron el número de flores por árbol, y las evaluaciones se realizaron el 30 de noviembre, 15 de diciembre y 30 de diciembre del 2003.

4.1.5. Rendimiento. Se realizaron tres cosechas: la primera el 14 de abril; la segunda el 24 de abril y una última el 3 de mayo del 2004. La recolección se hizo de manera manual y se pesó la fruta cosechada.

Una vez cosechada la fruta, se evaluaron las siguientes variables.

4.1.6. Textura de cáscara. Las texturas de cáscara de fruto en limón persa se realizaron de acuerdo a mediciones visuales y manuales al tacto, que se establecieron con base a calidades (subjetivas) de comercialización, en el Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz. Se analizaron 10 frutos por tratamiento y se les evaluó la textura con base en la escala, que se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Escala usada para evaluar la textura en cáscara de frutos en limón persa.

Textura	Descripción
Lisa	Más de 70 % de la superficie de cáscara del fruto es lisa.
Rugosa	Más de 70 % de la superficie de cáscara del fruto es rugosa.
Medianamente lisa	La superficie de cáscara de los frutos que no tenían textura lisa o rugosa.

4.1.7. Peso de fruto. Se utilizaron los frutos a los que se evaluó la textura, se obtuvo el peso de 10 frutos.

4.1.8. Diámetro polar. Después de pesar los frutos, se les midió con un vernier el diámetro polar.

4.1.9. Diámetro ecuatorial. Para esta variable, se utilizaron los frutos considerados en las evaluaciones anteriores y se midió el diámetro ecuatorial con un vernier.

4.1.10. Grosor de cáscara. A los mismos 10 frutos, se les midió con un vernier el grosor de cáscara.

4.1.11. Sólidos solubles totales. Para esta variable se utilizaron los mismos frutos, a los cuales se pesó, y las lecturas se realizaron con un refractómetro manual, utilizando una gota de jugo para su lectura.

4.1.12. Contenido de nitrógeno en frutos. Se utilizó el método Microkjeldahl, se evaluaron 3 frutos por tratamiento, para analizar el contenido de nitrógeno en cáscara y consistió el método, en pesar una muestra de 0.1 g de fruta de seca, depositándola en un matraz de digestión de 30 ml, a la cual se le agregó 1.5 ml de una mezcla de ácido sulfúrico al 99 % mas ácido salicílico al 99 %. Posteriormente esta solución, se sometió a digestión a 300° C durante aproximadamente tres horas, hasta obtener un extracto de color verde claro. Al término de la digestión, a ese extracto se le adicionaron 10 ml de agua destilada y 14 ml de NaOH al 50 %. El destilado se recibió en un matraz que contenía seis gotas de indicador (verde bromocresol 1% más rojo de metilo 1%) y 20 ml de ácido bórico al 4 % hasta lograr 50 ml del destilado de una coloración azul pálido. La titulación de la solución extraída fue realizada con ácido sulfúrico 0.05 N que, al mezclarse con el destilado, viró a un color rosado.

Los cálculos se realizaron con la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de nitrógeno (\%)} = (\text{Volumen gastado de ácido sulfúrico}) \times (\text{la normalidad del H}_2\text{SO}_4 \text{ 0.05 N}) \times (14 / 0.1)$$

4.1.13. Contenido de Potasio en frutos. Se utilizó el método de flamometria. Se analizaron tres frutos por tratamiento; los frutos se secaron; posteriormente se pesaron 0.5 g de fruto y se agregó 10 ml de ácido nítrico al 99 % más 2 ml de ácido perclórico al 99 % y 1 ml de ácido sulfúrico al 1 %; esta mezcla se dejó reposar una noche para posteriormente digerir por 5 horas; esta solución se aforó a 50 ml con agua destilada; de esta solución se realizó la lectura en un flamómetro marca Corning.

4.1.14. Contenido de clorofilas totales en fruto. Se evaluaron 3 frutos de cada tratamiento; se molieron 10 g de cáscara fresca, la cáscara se maceró con un mortero y pistilo frío; se agregaron 20 ml de acetona al 80 %, posteriormente esta solución se filtró en una malla fina y se centrifugo en una centrífuga Internacional, a 1600 rpm por 2 min. Por último el sobrenadante se pasó a tubos para hacer las lecturas en un colorímetro Spectronic 20.

La fórmula que se utilizó para calcular el contenido de clorofilas totales, fue:

$$\text{Clorofila total (mg}\cdot\text{ml}^{-1}) = 18.2 (A_{663}) + 20.2 (A_{645})$$

Donde : A = Absorbancia (nm).

4.1.15. Color de fruto. Se evaluaron 5 frutos por tratamiento, y se les midió la luminosidad (L), cromaticidad (C) y el ángulo matiz (H) de la superficie de la cáscara del fruto, con un espectrofotómetro X-Rite, modelo SP62.

Se utilizó el programa computacional SAS (Statistical Analysis System). Se realizaron análisis de varianza, pruebas de comparación de medias por el método de Tukey y correlaciones, todas con un nivel de probabilidad del 5 %.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Humedad relativa

Las humedades relativas que se presentaron durante el periodo del experimento fueron muy heterogéneas, encontrándose una diferencia de 20 %, entre la máxima y la mínima humedad relativa (Figura 1).

5.2. Precipitación.

Las precipitaciones también presentaron una distribución muy irregular en el periodo del primero de agosto al 31 de octubre del 2003, y se estabilizaron a partir de la primera semana de noviembre y hasta el 31 de enero del 2004 (Figura 2).

5.3. Temperatura

Las temperaturas empezaron a descender a partir de la tercera semana de noviembre, alcanzando la temperatura mínima en la tercera semana de diciembre (Figura 2).

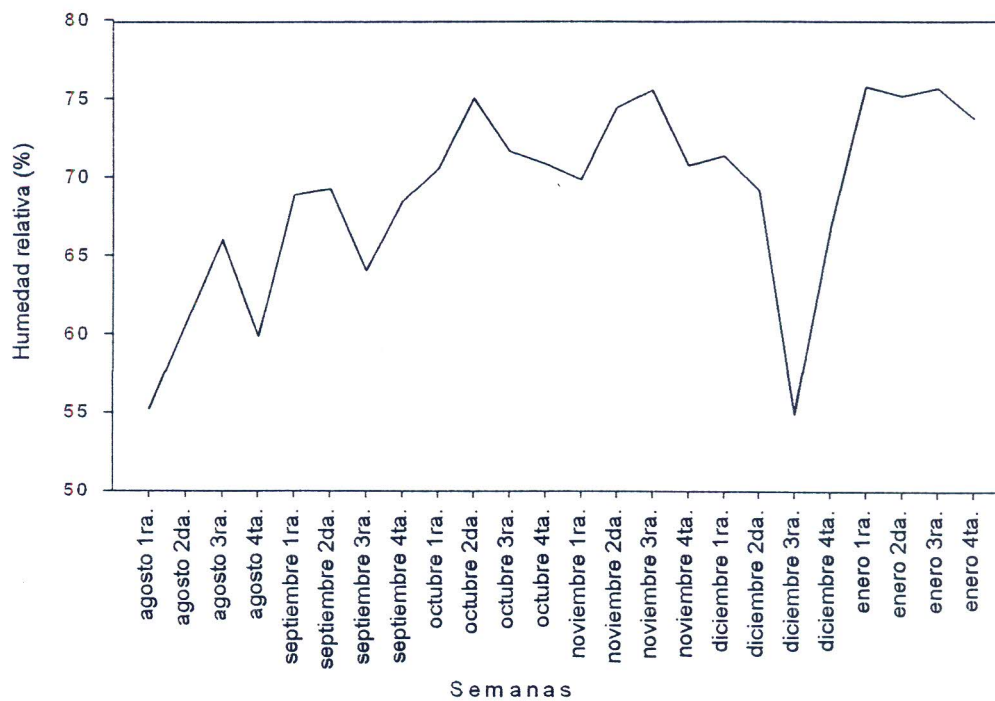


Figura 1. Promedios de humedad relativa, por semana, del primero de agosto de 2003 al 31 de enero de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.

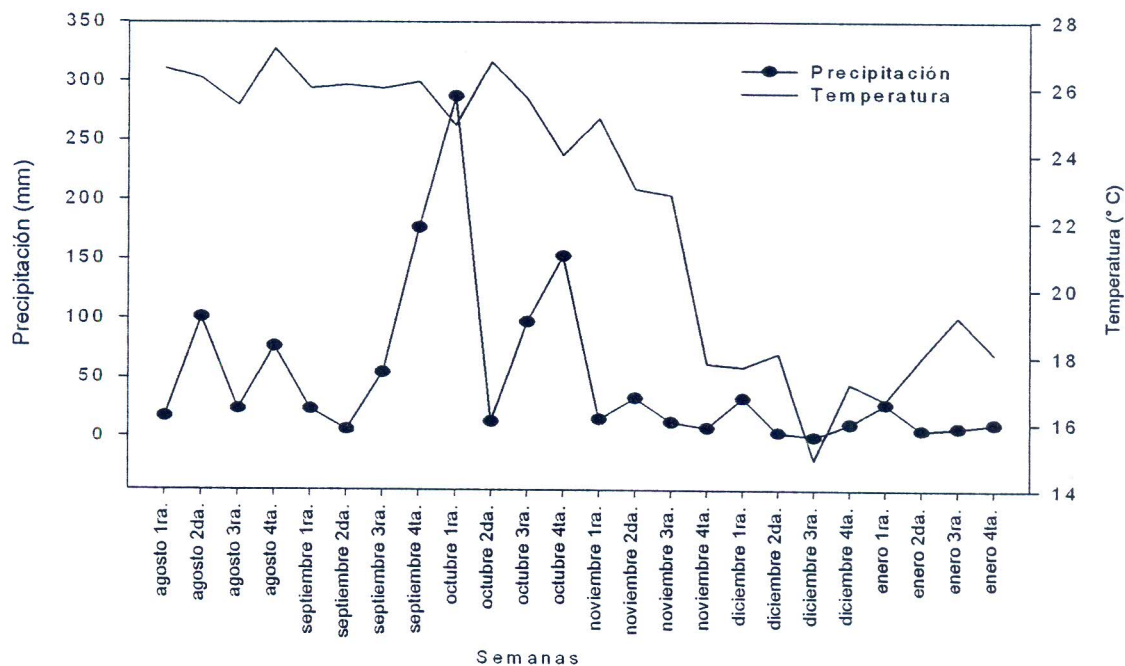


Figura 2. Promedios de precipitación y temperaturas, por semana, del primero de agosto de 2003 al 31 de enero de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.

5.4. Flujos de frutos

Se presentaron tres flujos de frutos en desarrollo en los árboles, el primero de noviembre de 2003. El primer flujo presentó un promedio de 61.9 frutos por árbol, y éstos tenían una edad aproximada de 3.5 meses, y ya estaban próximos a cosecha; el segundo flujo presentó 27.9 frutos por árbol, con una edad aproximada de 2 meses; el tercer flujo tenía 28.3 frutos por árbol y una edad aproximada de un mes, y los árboles presentaban una escasa a nula floración.

En el Cuadro 3 se presentan los datos correspondientes a los flujos de frutos que presentaron los árboles el 30 de noviembre de 2004, aproximadamente 30 días después de la aplicación de los tratamientos.

Cuadro 3. Número de flujos de frutos de limón persa, el 30 de noviembre de 2003, con diferentes tratamientos.

Número de tratamiento	Tratamiento mg·litro ⁻¹	Flujos de frutos	Número de frutos por flujo	Edad aproximada de los frutos
1	Testigo	1	25	3 meses
		2	23	2 meses
		3	20	8 días
2	300 de etefón	1	10	3 meses
		2	7	2 meses
3	500 de etefón	1	8	3 meses
		2	5	2 meses
4	250 de tidiazurón	1	8	3 meses
		2	3	2 meses

Los tratamientos 2 ($300 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de etefón) y 3 ($500 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de etefón) presentaron un flujo de frutos menor con respecto al testigo, debido muy probablemente al efecto raleador del etefón, ya que se observó una semana después de la aplicación de este producto, una caída de hojas, flores y frutos de diferentes tamaños en los árboles, lo cual generó también que los flujos persistentes tuvieran menos frutos. Goren y Huberman (1976) han demostrado que el etileno aplicado exógenamente, induce la caída de hojas y frutos jóvenes en naranjo. Un comportamiento similar mostró el tratamiento 4 ($250 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de tidiazurón) y esto pudo deberse a una fitotoxicidad del tidiazurón ya que de igual manera se presentó en los árboles una abscisión de hojas, flores y frutos 8 días después de su aplicación. Rosenstein (1998) menciona que el tidiazurón provoca una alta fitotoxicidad.

5.5. Defoliación

En los árboles en los que se aplicaron los tratamientos 2 ($300 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de etefón), 3 ($500 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de etefón) y 4 ($250 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de tidiazurón) se presentó defoliación, mientras que en los árboles testigo no (Cuadro 4).

Cuadro 4. Defoliación y número de flores en árboles de limón persa, sometidos a diferentes tratamientos.

Número de tratamiento	Tratamiento mg·litro ⁻¹	Defoliación (%)	Número de flores		
		8/11/04 ^y	30/11/04	15/12/04	30/12/04
1	Testigo	0 c ^z	4 b	4.2 c	105.7 a
2	300 de etefón	46 b	2.7 b	40 b	159.5 a
3	500 de etefón	47 b	6.2 b	88.2 a	127.5 a
4	250 de tidiazurón	67.5 a	49.2 a	15.2 c	12.7 b
D.M.S.		5.3	7.8	13.9	57.9
C.V. (%)		11	23.9	16.8	27.6

D.M.S. = diferencia mínima significativa. C.V. = coeficiente de variación.

^y Fechas de toma de datos.

^z Medias con las mismas letras en columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $P = 0.05$).

Esta caída de hojas en los tratamientos 2 (300 mg·litro⁻¹ de etefón) y 3 (500 mg·litro⁻¹ de etefón), se debió a la aplicación de etefón, el cual es un producto que se utiliza como defoliante. Como lo demostró Cuttin (1989), quien encontró que aplicaciones de 1000, 1250 y 1500 mg·litro⁻¹ de etefón, provocaron defoliaciones en árboles de limón persa. Ya que el etefón libera gradualmente etileno como producto de la descomposición cerca del lugar de acción en los tejidos vegetales (Yang, 1969) y éste degrada químicamente la lamina media entre las células de la zona de abscisión, provocándose así la caída de los órganos (Jankiewicz, 2003). En el tratamiento 4 (250 mg·litro⁻¹ de tidiazurón) se obtuvo un comportamiento similar, ya que al aplicarse en árboles cuando tienen hojas, induce una defoliación. Lo que concuerda por lo

aseverado por Arnedt *et al.*, (1976) quienes indican que el tidiazurón fue utilizado originalmente como defoliante en algodón a concentraciones de 50 a 250 g·ha⁻¹.

5.6. Floración

Los árboles que se trataron con tidiazurón fueron los que presentaron una floración anticipada y más abundante, el 30 de noviembre de 2003, en comparación con los demás tratamientos (Cuadro 4) y esto probablemente se debió a la fitotoxicidad que ocasionó el producto días después de su aplicación provocando caída de hojas, flores y frutos que estaban presentes en los árboles (entre el 1 y 8 de noviembre de 2003), y muerte de ramas del crecimiento del año, tal como han observado otros autores, como Rosenstein (1998). Esta fitotoxicidad muy probablemente promovió una síntesis de etileno, lo que coincide con lo mencionado por Mok *et al.*, (1987), y como efecto del etileno se promovió diferenciación floral, lo que asevera Díaz (2002), quien indica que el etileno induce diferenciación floral al aplicarse a plantas. Por lo tanto, se concluye que el tidiazurón adelantó la floración, y esta brotación floral se presentó debido a las condiciones ambientales de precipitación (en un rango de 25 a 150 mm, cuatro semanas antes de la floración) y temperatura (oscilaron entre 18 a 26° C, cuatro semanas antes de la floración), lo que confirma Webber, (1943) al mencionar que el cero biológico en los cítricos es de 12.8 ° C y que temperaturas por arriba de esta promueven crecimientos activos en cítricos.

Diferentes investigadores han evaluado la aplicación de tidiazurón en árboles frutales con resultados similares a los obtenidos, como lo indica De Dios (2000), quien,

al aplicar $250 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de tidiazurón en limón persa, incrementó el número de flores con respecto al testigo. Guzmán (1999), encontró que concentraciones de $300 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de tidiazurón, en árboles de limón persa, adelantaron la floración 20 días con respecto al testigo. Ríos *et al.*, (1997) quienes, realizaron aplicaciones de tidiazurón en concentraciones de $10 \text{ ml}\cdot\text{litro}^{-1}$ lograron adelantar la floración en 22 días en comparación con el testigo. Calderón y Rodríguez (2000) aplicando tidiazurón en ciruelo y adelantaron la floración 40 días con respecto al testigo.

El tratamiento 3 ($500 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de etefón), el 15 de diciembre de 2003, fue el que logró el mayor número de flores con respecto de los demás tratamientos. Este comportamiento se debió a la aplicación de etefón, que promovió síntesis de etileno, lo que coincide con lo encontrado por Yang (1969), y el etileno pudo ayudar a que se diera diferenciación floral (Díaz 2002). Esta brotación floral se debió a la aplicación de etefón y se corrobora por otros investigadores que han evaluado los efectos del etefón para promover floraciones en cítricos, como Espinoza y Almaguer (1997), quienes utilizaron concentraciones de $500 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de etefón en limón persa y lograron obtener una floración 40 días después de la aplicación. Por otro lado, González *et al.*, (1986) encontraron que concentraciones de $500 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de etefón, en limón persa incrementan el número de flores con respecto al testigo. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que las aplicaciones de etefón adelantaron la floración.

5.7. Rendimiento

El testigo, el 14 de abril de 2003, obtuvo los mayores rendimientos, mientras que los tratamientos 2 ($300 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de etefón), 3 ($500 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de etefón) y 4 ($250 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de tidiazurón) presentaron los menores rendimientos de frutos, como efecto de la aplicación de los productos, los cuales tiraron frutos de diferentes tamaños que se encontraban en los árboles, entre el 1 y 8 de noviembre de 2003.

El tratamiento 3 ($500 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de etefón), el 24 de abril de 2004, fue el que logró el mayor rendimiento (Cuadro 5); este comportamiento estuvo influenciado por las flores que se presentaron en los árboles, el 15 de diciembre de 2003, como efecto de la aplicación de etefón, ya que en la zona de estudio tarda el proceso de flor a cosecha de fruto entre 4 a 4.5 meses. Se observó que el tratamiento 3 ($500 \text{ mg}\cdot\text{litro}^{-1}$ de etefón), fue el que logró el máximo rendimiento de fruto acumulado (Cuadro 5).

Existen trabajos de investigación en los que se ha demostrado que aplicaciones de etefón incrementan los rendimientos en cítricos, como lo señalan González *et al.*, (1986) y Rojas (1995).

Cuadro 5. Rendimiento de frutos (kg) en árboles de limón persa, sometidos a diferentes tratamientos.

Número de tratamiento	tratamiento mg·litro ⁻¹	Rendimiento (kg/árbol)			Rendimiento total (kg/árbol)
		14/04/04 ^y	24/04/04	4/05/04	
1	testigo	6.2 a ^z	2.4 c	6 b	14.6 b
2	300 de etefón	1.1 b	3.1 b	8.1 a	12.3 b
3	500 de etefón	1.6 b	11.1 a	7.1 a b	19.8 a
4	250 de tidiazurón	1.8 b	0.0 c	0.0 c	1.8 c
D. M. S.		1	1.4	2	3.1
C. V. (%)		32.1	28.9	32.7	21.3

D. M. S. = diferencias mínimas significativas. C. V. = coeficiente de variación (%).

^y fechas de cosechas de limón Persa.

^z Medias con las mismas letras dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, P = 0.05).

A continuación se presentan los resultados de las variables de los frutos obtenidos de los diferentes tratamientos. La textura de cáscara de los frutos de todos los tratamientos fue lisa. Para las variables peso de fruto, diámetro ecuatorial, diámetro polar de fruto, grosor de cáscara y color de fruto no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos (Cuadro 6). Los frutos presentaron diferencias estadísticas en el contenido de nitrógeno (Cuadro 7).

Se encontró una alta correlación entre peso de fruto y diámetro ecuatorial (P<0.0001). Para las variables químicas no se encontraron correlaciones.

Cuadro 6. Características físicas de frutos cosechados, el 24 de abril de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.

Número de tratamiento	Tratamiento mg. litro ⁻¹	Peso de fruto (gramos)	Diámetro ecuatorial (mm)	Diámetro polar (mm)	Grosor de cáscara (mm)	Color		
						H	L	C
1	testigo	87.9 a ^z	52.8 a	63.5 a	3 a	110.7 a	45.5 a	29.8 a
2	3000 de etefón	82.9 a	51.3 a	61.8 a	3 a	110 a	43.5 a	33.3 a
3	500 de etefón	88.4 a	52.6 a	62.9 a	3 a	111.9 a	41.4 a	29.2 a
4	250 de tidia- zurón	79.7 a	50.7 a	63.1 a	3 a	107.6 a	47.7 a	35.1 a
D. M. S.		24.6	5.4	6.2	0	5.8	8.8	9.3
C. V. (%)		24.1	8.7	8.3	0	2.9	11.17	16.2

D. M. S. = diferencias mínimas significativas. C. V. = coeficiente de variación (%).

^z Medias con las mismas letras dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, P = 0.05).
Luminosidad (L), cromaticidad (C) y el ángulo matiz (H).

Cuadro 7. Características químicas de frutos cosechados, el 24 de abril de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.

Número de tratamiento	Tratamiento mg·litro ⁻¹	Sólidos solubles totales	Contenido de nitrógeno (%)	Contenido de potasio (%)	Contenido de clorofilas totales en cáscara mg·ml ⁻¹
1	testigo	8 a ^z	0.99 b	1.47 a	0.0068 a
2	300 de etefón	8 a	1.2 a	1.25 a	0.0057 a
3	500 de etefón	8 a	1.08 b	1.26 a	0.0064 a
4	250 de tidiazurón	8 a	1.2 a	1.50 a	0.0058 a
D. M. S.		0	0.10	0.462	0.0061
C. V. (%)		0	3.6	12.8	37.3

D.M.S. = diferencias mínimas significativas. C.V. = coeficiente de variación (%).

^z Medias con las mismas letras dentro de columnas son estadísticamente iguales (Tukey, P = 0.05).

6. CONCLUSIONES

- Las aplicaciones de etefón aumentaron las floraciones invernales.
- Se incrementó el rendimiento de frutos con aplicaciones de etefón a una concentración de $500 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$.
- El etefón no modificó la calidad interna y externa de los frutos.
- Las aplicaciones de tidiazurón aumentaron las floraciones invernales.
- Las aplicaciones de tidiazurón no aumentaron los rendimientos de frutos.
- El tidiazuron no modificó la calidad interna y externa de los frutos.

7. BIBLIOGRAFIA

AGUSTI M.; ALMELA. V. 1991. Aplicación de fitorreguladores en la agricultura. ed. AEDOS. España.

ALMAGER, V. G. 1998. Principios de fruticultura. ed. Mundi-Prensa. México.

ALVARADO, R. H. E. 1997. Efecto del thidiazuron sobre la brotación y diferenciación floral en ciruelo Japonés Shiro. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. México.

ARNDT, F.; RUSCH, R.; STILLFRIED, H. V.; HANISCH, B.; MARTIN, W., C. 1976. SN 49537. A new defoliant. Plant Physiology. 57, 99.

CALDERÓN, Z. G. Y RODRÍGUEZ, A. J. 2000. Thidiazuron como promotor de la brotación en ciruelo y durazno. Revista Chapingo Serie Horticultura Vol. VI (1) 117.

CUTTIN, R. 1989. Control of the flowering of Tahiti in the humid tropics. Fruits-Paris. 44:5, 259-273.

CURTI, D. S. A.; LOREDO S.X.; DÍAZ, Z. U.; SANDOVAL, R. J. A.; HERNÁNDEZ, H. J. 2000. Tecnología para producir limón "Persa". INIFAP-CIRGOC. Campo experimental Ixtacuaco, libro técnico numero 8. Veracruz. México. 144 p.

DE DIOS, D. I. 2000. Oligosacarinas y thidiazuron para producción forzada en limón Persa (*Citrus latifolia* Tan.) en Martínez de la Torre, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Edo. México. México.

DÍAZ, M. H. D. (2002). Fisiología de árboles frutales. ed. AGT editor, S.A. México.

ESPINOZA, E. J. R.; ALMAGUER, V. G. 1997. Promoción de la floración fuera de época en limón "Persa" (*Citrus latifolia* Tan.) en Martínez de la Torre, Veracruz. México. En resúmenes citrícolas. UACH, PIISCI. Chapingo Edo. México.

GARCÍA, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen.

GONZÁLEZ, J. C.; BORROTO, G.; BLANCO, M.; ESCALONA, M.; NIEVAS, N. 1986. Control de la floración en cítricos. Relación con los contenidos de ácido giberélico y ácido abscísico. Memorias Simp. Int. Citricultura Tropical. Vol. 1. La Habana, Cuba.

GOREN, R. AND HUBERMAN, N. 1976. effects of ethylene and 2, 4 – D on the activity of cellulasa isoenzymes in abscission zone of the developing orange fruit. *Physiol. Plant.* 37:123-130.

GUZMÁN, T. E. 1999. Desfasamiento de floración y cosecha de limón Persa con TDZ (Thidiazuron) y citrolina en Emiliano Zapata, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Estado de México, México.

INEGI. 1993. Cuaderno estadístico municipal de Martínez de la Torre, Veracruz. México.

IWAHORI, S.; OOHATA, J. 1980. Alleviative effects of calcium acetate on defoliation and fruti drop induce by 2-chloroethylphosphonic acid in citrus. *Scientia Horticulture*. 12 (3):265-271.

JANKIEWICZ, S. L. 1989. Desarrollo vegetal: sustancias reguladoras. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

JANKIEWICZ, S. L. 2003. Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas; propiedades y acciones. ed. Mundi-Prensa. México.

MARTÍNEZ, C. L.; PEÑA, L. S. 1997. Evaluación de un defoliante y dos promotores de la brotación en ciruela mexicana. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Estado de México. México.

MOK, M. C.; MOK, D. W. S.; TURNER, J. E.; MUJER, C.V. 1987. Biological and biochemical effects of cytokinin-active phenylurea derivates in tissue culture systems. *HortScience* 22:1194-1197.

OSUNA, E. T. 1998. Anatomía y fisiología de la floración forzada de mango (*Mangifera indica* L.) cv manila. Centro de Fruticultura. Tesis de Doctorado. Colegio de postgraduados. México.

PIMIENTA, B. E. 1985. Diferenciación floral en especies frutales perennes. Fitotecnia. 7: 154-179.

RÍOS, S. R.; RODRÍGUEZ, A. J.; CANO, M. R. 1997. Reguladores del crecimiento en la producción de frambuesa roja Autumn Bliss productora de otoño. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 41:124-128.

ROJAS, E. 1995. efecto del ácido 2-cloroetil fosfónico, la urea y el ácido giberelico en lima Tahiti. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 39: 110-114.

ROSENSTEIN, S. E. 1998. Diccionario de Agro especialidades Agroquímicas. PLM. ArgEvo.

WEBBER, H. J. 1943. The citrus industry. University of California. U.S.A.

YANG, S. F. 1969. Ethylene evolution from 2-chloroethyl phosphonic acid. Plant Physiol. 44:1202-1204.

ZEERVAART, J. A. D. 1976. Physiology of flower formation. Annual Reviews of Plant Physiology 27:321-348.

ANEXO

Cuadro 1 A. Análisis de varianzas.

Variable	Tratamientos			R ²	C. V.
	G. L.	Fc	Pr>Fc		
Defoliación	3	411.15	0.0001	0.97	11.08
Conteo de flores 1	3	146.23	0.0001	0.97	23.91
Conteo de flores 2	3	108.70	0.0001	0.96	16.85
Conteo de flores 3	3	20.87	0.0001	0.83	27.24
Rendimiento 1	3	74.38	0.0001	0.86	32.15
Rendimiento 2	3	162.48	0.0001	0.93	28.97
Rendimiento 3	3	45.17	0.0001	0.79	32.71
Rendimiento total	3	85.28	0.0001	0.87	21.30
Diámetro polar	3	0.19	0.89	0.01	8.30
Diámetro ecuatorial	3	0.50	0.68	0.04	8.73
Peso de fruto	3	0.41	0.74	0.03	24.12
Grosor de cáscara	3	0	0	0	0
Clorofila total	3	0.16	0.99	0.05	37.31
Nitrógeno	3	19	0.0005	0.87	3.6
Potasio	3	1.76	0.23	0.39	12.86
H	3	1.55	0.23	0.22	2.61
C	3	1.47	0.26	0.21	16.21
L	3	1.61	0.22	0.23	11.12

ESTUDIO 2

DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia* tan.)

OFF-SEASON HARVESTING OF PERSIAN LEMON (*Citrus latifolia* tan.)

R. Berdeja-Arbeu¹; J. R. Espinoza-Espinoza¹; G. Almager-Vargas¹; Ma. T. Colinas-Leon¹.

¹Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. 56230. México.

RESUMEN

Con el objetivo de promover floraciones y cosechas de frutas fuera de época en árboles de limón persa, se realizó este trabajo en el Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, en el 2003. A los árboles se les aplicó tidiazuron a una concentración de 250 mg·l⁻¹ más eliminación de flores y frutas por varios meses (4.5, 2.5 y 1.5) antes del primero de noviembre de 2003 y solo eliminación de flores y frutos por varios meses (4.5, 2.5 y 1.5) antes del primero de noviembre de 2003. Los tratamientos a los que se les aplicó tidiazurón adelantaron la floración, y no hubo diferencias estadísticas para rendimiento de fruta del testigo con los tratamientos a los que se les realizó eliminación de flores y frutos.

Palabras claves: Defoliación, floración, rendimiento, tidiazuron.

SUMMARY

This work was carried out in Martínez de la Torre, Veracruz in 2003 with the objective of promoting persian lemon off-season flowers and harvest. Thidiazuron at a concentration of 250 mg·litro⁻¹ was applied to the trees, and in addition flowers and fruits were removed during several months (4.5, 2.5, 1.5) before november first 2003 compered to only flower and fruit removal before november first 2003. Treatments in which thidiazuron was used advanced flowering and there were not statistical differences in regard to fruit yield compered to the control, where flowers and fruit removal were performed.

Keys words: Defoliation, flowers, yield, thidiazuron.

1. INTRODUCCIÓN

El limón persa (*Citrus latifolia*) en México ha adquirido una enorme importancia económica en los últimos años. Actualmente México es el principal productor de este cítrico a nivel mundial y cuenta con una superficie de 32,092 ha. Los principales Estados productores son Veracruz, Tabasco y Oaxaca (Curti *et al.*, 2000).

En el Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, la producción de limón persa se concentra en los meses de mayo a septiembre, lo que provoca que los precios del limón disminuyan (Curti *et al.*, 2000). En los mercados internacionales los mejores precios se presentan en los meses de diciembre a febrero (Rojas, 1995).

En la actualidad existen técnicas que pueden favorecer la producción fuera de época en diferentes frutales y así los productores puedan competir en ciertos periodos del año cuando la oferta de frutos es baja y los precios son altos para obtener mayores beneficios económicos (Almager, 1998).

Debido a todo lo antes mencionado, es importante encontrar un manejo agronómico en las huertas de limón que nos permita obtener frutos en los meses en que existe poca producción, para obtener mayores ganancias; motivo por el cual se realizó el presente trabajo con el objetivo de evaluar diferentes dosis de tidiazurón y épocas de desfructificación para cosechar fruta de limón en los meses invernales.

2. OBJETIVOS

- Evaluar los efectos de la aplicación de tidiazurón sobre la floración invernal en limón persa.
- Evaluar los efectos de la aplicación de tidiazurón más periodos de descargas de flores y frutos sobre la floración invernal en limón persa.
- Evaluar los efectos de la aplicación de tidiazurón más periodos de descargas de flores y frutos sobre el rendimiento de fruta en limón persa.
- Evaluar los periodos de descargas de flores y frutos sobre la floración invernal en limón persa.
- Evaluar los periodos de descargas de flores y frutos sobre el rendimiento de fruta en limón persa.
- Evaluar los efectos de la aplicación de tidiazurón en la calidad de frutos de limón persa.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Factores que regulan la diferenciación floral

En especies frutales se han identificado numerosos factores que afectan la diferenciación floral, como anillado, poda de raíces y de ramas, aplicación de compuestos químicos, condiciones ambientales (estrés hídrico y bajas temperaturas), nutrición, carbohidratos y frutos en el árbol (Pimienta 1985).

3.2. Hormonas y reguladores del crecimiento

En las plantas se han caracterizado como hormonas importantes a las auxinas, las giberelinas, las citocininas, los inhibidores y el etileno (Díaz, 2002). Los reguladores del desarrollo son sustancias que modifican algún proceso fisiológico de la planta, sea de origen natural o sintético (Agustí y Almela, 1991).

3.2.1. Etileno

El etileno es el compuesto orgánico más simple que hasta hoy se ha reconocido como regulador del crecimiento; al igual que otras fitohormonas, es producido en una mínima cantidad por los tejidos y órganos de casi todas las especies vegetales; los efectos fisiológicos de esta hormona son maduración de frutos climatéricos, abscisión de hojas, flores y frutos y estimula floración, entre otros (Jankiewicz, 2003).

3.2.2. Etefón

Etefón es el nombre común aprobado para el ácido (2-cloroetil) fosfónico; también conocido en la literatura como Ethrel, Florel, CEP, CEPA, y 2-CEPA, entre otros nombres. Este producto causa numerosos efectos fisiológicos en los tejidos de la planta similares al etileno (Osuna, 1998; Díaz, 2002; Jankiewicz, 2003).

Yang (1969) menciona que el etefón ejerce sus efectos liberando gradualmente etileno como producto de la descomposición cerca del lugar de acción en los tejidos vegetales.

3.2.3. Citocininas

Las citocininas estimulan la división celular en los meristemas. retardan la senescencia de órganos y, en presencia de auxinas, estimulan la actividad del cambium (Jankiewicz, 1989). Estas hormonas controlan el proceso de diferenciación, como formación de flores y de brotes vegetativos (Díaz, 2002). Un incremento en la formación de yemas florales se logra al aplicar citocininas en crisantemo y bugambilia (Zeevaart, 1976).

3.2.4. Tidiázurón

El tidiázurón tiene una función citocinínica; es una fenilurea derivada (N-fenyl-1, 2, 3-tidiazol-5-ylurea). Fue usado originalmente como defoliante en algodón (Martínez y Peña, 1997).

El efecto fisiológico del thidiazuron que desencadena para estimular la brotación no es conocido totalmente; estudios realizados en manzano en preletargo muestran que las yemas tratadas con este producto incrementaron el grado de insaturación de ácidos grasos de los lípidos y disminuye la relación de esteroides-fosfolípidos alterando la permeabilidad y permitiendo un incremento en la relación agua-libre estructural en el interior de las células de la yema, se produce una reducción de radicales libres, lo que incrementa la disponibilidad de oxígeno e inicia la respiración aeróbica, induciendo el metabolismo de los tejidos en letargo tratados con thidiazuron (Wang *et al.*, 1994 citado por Alvarado, 1997).

3.3. Investigaciones realizadas con thidiazuron

Ríos *et al.*, (1997) evaluando reguladores del crecimiento en frambuesa roja encontraron que aplicaciones de de TDZ $10 \text{ ml} \cdot \text{litro}^{-1}$ adelantaron las floraciones en 22 días comparadas con el testigo. Guzmán (1999) desfasando cosecha en limón persa encontró que aplicaciones de $300 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ de thidiazuron, adelantaron hasta 20 días la floración con respecto al testigo. De Dios (2000) evaluando la aplicación de tidiázurón en árboles de limón persa, en Martínez de la Torre, Veracruz, menciona que

aplicaciones con tiazuron a concentraciones de 200 y 250 mg·litro⁻¹ promueven una defoliación y aumenta la brotación de yemas vegetativas y florales. Calderón y Rodríguez (2000) evaluaron el thidiazuron como promotor de la brotación en ciruelo y encontraron que al aplicar el thidiazuron a una concentración de 250 ml·litro⁻¹ adelantó la floración 40 días con respecto al testigo.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz, que se encuentra a 20° 04' 40" LN y 97° 04' 50" LW, a una altitud de 120 msnm (INEGI, 1993). El lugar presenta una clasificación climática Af(m)W"(e), caracterizada como un clima cálido-húmedo, con lluvias todo el año, con una temperatura media anual arriba de 26° C y precipitación media anual de 1743.7 mm (García, 1987).

En el Cuadro 1, se enlistan los tratamientos aplicados para obtener fruta, de limón Persa, en los meses invernales.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en limón persa para promover floraciones en los meses invernales, en el Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz.

Tratamientos	Descripción
1	Testigo
2	Sin descarga de fruta + thidiazuron 250 mg·litro ⁻¹
3	Con descarga de fruta 1.5 meses
4	Con descarga de fruta 2.5 meses
5	Con descarga de fruta 4.5 meses
6	Con descarga de fruta 1.5 meses + thidiazuron 250 mg·litro ⁻¹
7	Con descarga de fruta 2.5 meses + thidiazuron 250 mg·litro ⁻¹
8	Con descarga de fruta 4.5 meses + thidiazuron 250 mg·litro ⁻¹

Nota: la descarga de frutos se hizo durante el periodo previo a la aplicación de los tratamientos.

El diseño experimental que se utilizó fue un completamente al azar con diez repeticiones, utilizando un árbol como unidad experimental.

El experimento se estableció el 15 de junio de 2003. Se seleccionaron árboles de limón Persa con buena sanidad. La aplicación de los tratamientos se realizó de la siguiente manera. Cuatro y medio meses antes al primero de noviembre de 2003 se eliminaron flores y frutos a los tratamientos 5 y 8, para posteriormente cada 15 días eliminar flores y frutos. A los tratamientos 4 y 7 se les eliminaron flores y frutos 2.5

meses antes del primero de noviembre; a los tratamientos 3 y 6 se eliminaron flores y frutos 1.5 meses antes del primero de noviembre.

El primero de noviembre 2003 se aplicó el producto comercial Dropp Fluid[®] (i.a. 200 g·litro⁻¹ de tidiazurón) mas adherente Zeta[®] al 1 % (Nonil fenol éter polioxietileno 30 %, equivalente a 300 g de i.a.·litro⁻¹). A los tratamientos 2, 6, 7 y 8, para hacer las aplicaciones se utilizaron bombas de aspersion manual, al follaje de los árboles hasta punto de goteo.

Los árboles se fertilizaron con 500 gramos de urea el 10 de agosto; 20 días después se aplicó un fertilizante vegetal foliar a base de macronutrientes y micronutrientes, con el producto comercial Bayfolan Forte[®] al 2 %; el control de maleza se realizó el 15 de octubre, manualmente, para posteriormente hacer un control químico el 10 de noviembre usando el producto comercial Faena[®] al 2 % (i.a. 356 g·litro⁻¹ de glifosato). Se realizaron dos aplicaciones para el control de la antracnosis; la primera fue el 27 de noviembre utilizando el producto comercial Antrak[®] 2 g·litro⁻¹ (i.a. 500 g·kg⁻¹ de benomilo), mas Bayfolan Forte[®] al 2 %, y adherente Zeta[®] a 1 % (Nonil fenol éter polioxietileno 30 %, equivalente a 300 g de i.a.·litro⁻¹); la segunda aplicación para el control de antracnosis, el primero de febrero aplicando Cupravit Mix[®] al 2 % (i.a. 230 g·kg⁻¹ de cobre metálico y 300 g·kg⁻¹ de mancozeb) mas adherente Zeta[®] a 1 % (Nonil fenol éter polioxietileno 30 %, equivalente a 300 g de i.a.·litro⁻¹).

Las variables evaluadas fueron las siguientes.

4.1. Variables estudiadas

4.1.1. Variables climáticas. De la estación meteorológica "El Clarín", ubicada en el municipio de Tlapacoyan, Veracruz, se obtuvieron los registros de las precipitaciones, humedades relativas y temperaturas, y se graficaron promedios por semana.

4.1.2. Número de flujos de fructificación. El primero de noviembre de 2003, se contaron el número de flujos de frutos y el número de fruto de cada flujo, de 10 árboles de limón persa, antes de la aplicación de los tratamientos, la edad de los frutos de cada flujo se calculó, de acuerdo a su tamaño, color y textura de superficie de fruto.

4.1.3. Defoliación. Se evaluó el porcentaje de defoliación, en tres árboles de cada tratamiento, el ocho de noviembre de 2003.

4.1.4. Número de flores. Se contaron el número de flores por árbol, y las evaluaciones se realizaron el 27 de noviembre, 15 de diciembre y 30 de diciembre del 2003.

4.1.5. Rendimiento. Se realizaron dos cosechas: la primera el 1 de abril y la segunda el 10 de abril, del 2004. La recolección se hizo de manera manual. Se pesó la fruta cosechada, y se calculó el rendimiento de fruta en $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Una vez cosechada la fruta, se evaluaron las siguientes variables.

4.1.6. Textura de cáscara. Las texturas de cáscara de fruto en limón persa se realizaron de acuerdo a mediciones visuales y manuales al tacto, que se establecieron con base a calidades (subjetivas) de comercialización, en el Municipio de Martínez de la Torre, Veracruz. Se analizaron 10 frutos por tratamiento y se les evaluó la textura con base en la escala, que se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Escala usada para evaluar la textura en cáscara de frutos en limón persa.

Textura	Descripción
Lisa	Más de 70 % de la superficie de cáscara del fruto es lisa.
Rugosa	Más de 70 % de la superficie de cáscara del fruto es rugosa.
Medianamente lisa	La superficie de cáscara de los frutos que no tenían textura lisa o rugosa.

4.1.7. Peso de fruto. Se utilizaron los frutos a los que se evaluó la textura, se obtuvo el peso de 10 frutos.

4.1.8. Diámetro polar. Después de pesar los frutos, se les midió con un vernier el diámetro polar.

4.1.9. Diámetro ecuatorial. Para esta variable, se utilizaron los frutos considerados en las evaluaciones anteriores y se midió el diámetro ecuatorial con un vernier.

4.1.10. Grosor de cáscara. A los mismos 10 frutos, se les midió con un vernier el grosor de cáscara.

4.1.11. Sólidos solubles totales. Para esta variable se utilizaron los mismos frutos, a los cuales se pesó, y las lecturas se realizaron con un refractómetro manual, utilizando una gota de jugo para su lectura.

4.1.12 Contenido de nitrógeno en frutos. Se utilizó el método Microkjeldahl, se evaluaron 3 frutos por tratamiento, para analizar el contenido de nitrógeno en cáscara y consistió el método, en pesar una muestra de 0.1 g de fruta de seca, depositándola en un matraz de digestión de 30 ml, a la cual se le agregó 1.5 ml de una mezcla de ácido sulfúrico al 99 % mas ácido salicílico al 99 %. Posteriormente esta solución, se sometió a digestión a 300° C durante aproximadamente tres horas, hasta obtener un extracto de color verde claro. Al término de la digestión, a ese extracto se le adicionaron 10 ml de agua destilada y 14 ml de NaOH al 50 %. El destilado se recibió en un matraz que contenía seis gotas de indicador (verde bromocresol 1% más rojo de metilo 1%) y 20 ml de ácido bórico al 4 % hasta lograr 50 ml del destilado de una coloración azul pálido. La titulación de la solución extraída fue realizada con ácido sulfúrico 0.05 N que, al mezclarse con el destilado, viró a un color rosado.

Los cálculos se realizaron con la siguiente ecuación:

$$\text{Contenido de nitrógeno (\%)} = (\text{Volumen gastado de ácido sulfúrico}) \times (\text{la normalidad del H}_2\text{SO}_4 \text{ 0.05 N}) \times (14 / 0.1)$$

4.1.13. Contenido de Potasio en frutos. Se utilizó el método de flamometria. Se analizaron tres frutos por tratamiento; los frutos se secaron; posteriormente se pesaron 0.5 g de fruto y se agregó 10 ml de ácido nítrico al 99 % más 2 ml de ácido perclórico al 99 % y 1 ml de ácido sulfúrico al 1 %; esta mezcla se dejó reposar una noche para posteriormente digerir por 5 horas; esta solución se aforó a 50 ml con agua destilada; de esta solución se realizó la lectura en un flamómetro marca Corning.

4.1.14 Contenido de clorofilas totales en fruto. Se evaluaron 3 frutos de cada tratamiento; se molieron 10 g de cáscara fresca, la cáscara se maceró con un mortero y pistilo frío; se agregaron 20 ml de acetona al 80 %, posteriormente esta solución se filtró en una malla fina y se centrifugo en una centrífuga Internacional, a 1600 rpm por 2 min. Por último el sobrenadante se pasó a tubos para hacer las lecturas en un colorímetro Spectronic 20.

La fórmula que se utilizó para calcular el contenido de clorofilas totales, fue:

$$\text{Clorofila total (mg}\cdot\text{ml}^{-1}) = 18.2 (A_{663}) + 20.2 (A_{645})$$

Donde : A = Absorbancia (nm).

4.1.15 Color de fruto. Se evaluaron 5 frutos por tratamiento, y se les midió la luminosidad (L), cromaticidad (C) y el ángulo matiz (H) de la superficie de la cáscara del fruto, con un espectrofotometro X-Rite, modelo SP62.

Se utilizó el programa computacional SAS (Statistical Analysis System). Se realizaron análisis de varianza, pruebas de comparación de medias por el método de Tukey y correlaciones, todas con un nivel de probabilidad del 5 %.

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Humedad relativa

Las humedades relativas que se presentaron durante el periodo del experimento fueron muy heterogéneas, encontrándose una diferencia de 20 %, entre la máxima y la mínima humedad relativa (Figura 1).

5.2. Precipitación

Las precipitaciones también presentaron una distribución muy irregular en el periodo del primero de agosto al 31 de octubre del 2003, y se estabilizaron a partir de la primera semana de noviembre y hasta el 31 de enero del 2004 (Figura).

5.3. Temperatura

Las temperaturas empezaron a descender a partir de la tercera semana de noviembre, alcanzando la temperatura mínima en la tercera semana de diciembre (Figura 2).

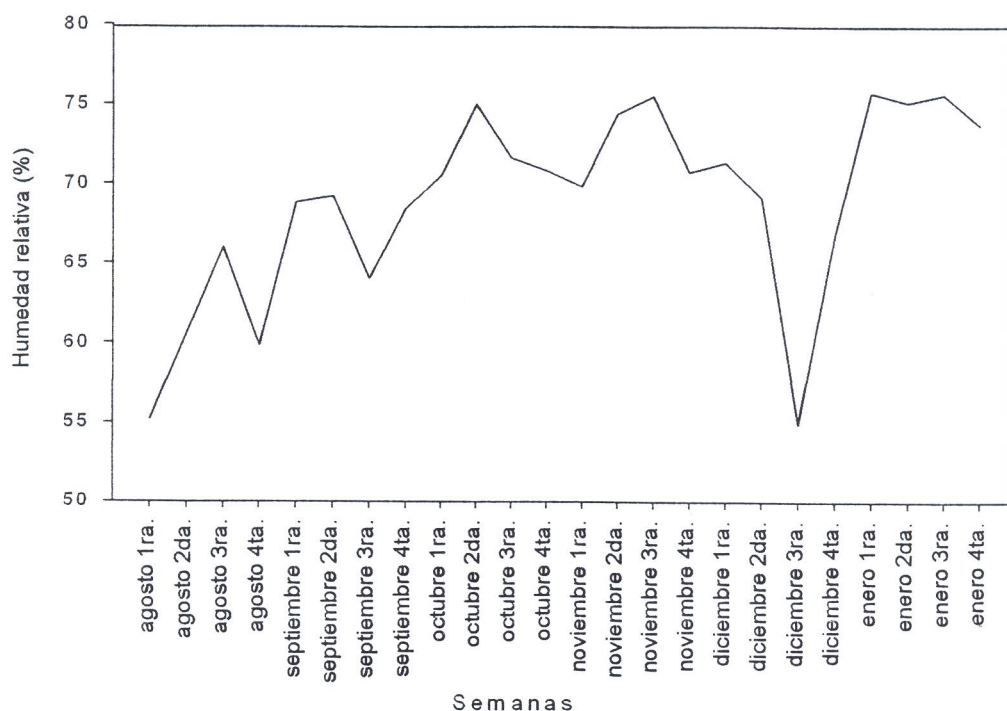


Figura 1. Promedios de humedad relativa, por semana, del primero de agosto de 2003 al 31 de enero de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.

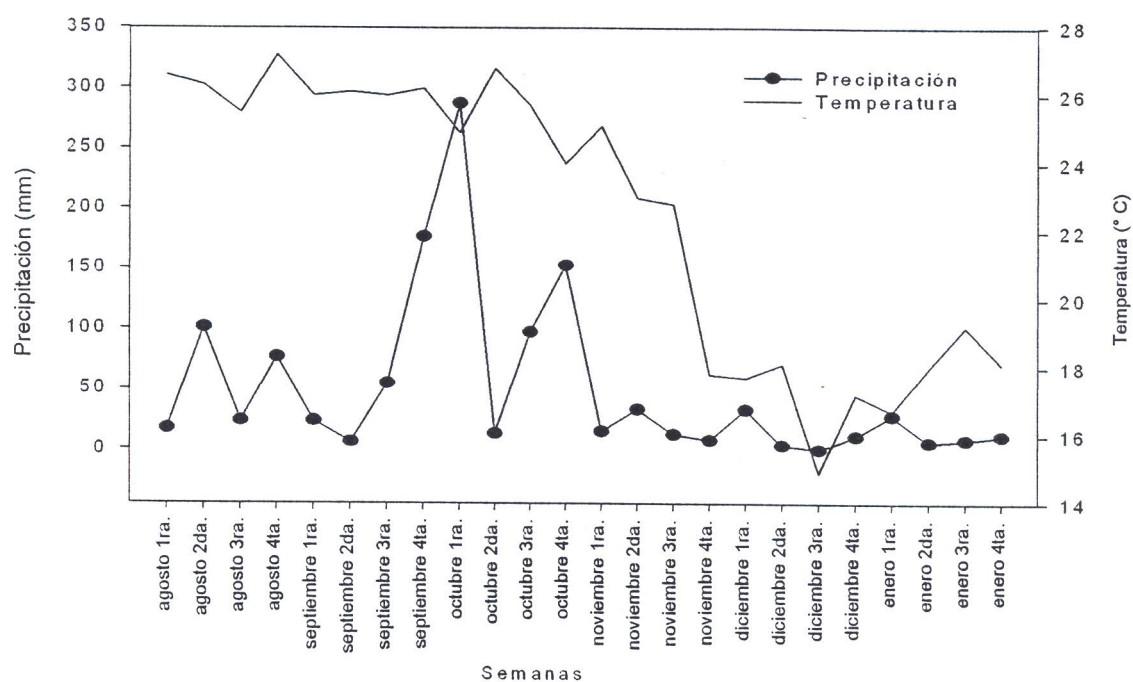


Figura 2. Promedios de precipitación y temperaturas, por semana, del primero de agosto de 2003 al 31 de enero de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.

5.4. Flujos de frutos

Se presentaron tres flujos de frutos en desarrollo en los árboles, el primero de noviembre de 2003 para los tratamientos 1 y 2; para los demás tratamientos no se contaron los flujos debido a que ya se les habían eliminado flores y frutos muy pequeños en fechas anteriores.

En el cuadro 3 se presentan los datos correspondientes a los flujos de frutos que presentaron los árboles el 30 de noviembre de 2004.

Cuadro 3. Número de flujos de frutos de limón persa en los tratamientos 1 y 2, el primero de noviembre de 2003.

Número de tratamiento	Tratamiento (mg·litro ⁻¹)	Flujos de frutos	Número de frutos por flujo	Edad aproximada de los frutos
1	Testigo	1	30	3 meses
		2	29	2 meses
		3	18	8 días
2	Sin desfructificar + 250 de tidiazurón	1	36	3 meses
		2	13	2 meses
		3	27	8 días

5.5. Defoliación

En los árboles en los que se aplicaron $250 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ de tidiazurón, se presentó defoliación, mientras que en los árboles del testigo, no (Cuadro 4). Los árboles que se trataron con tidiazurón fueron los que presentaron defoliación, el 8 de noviembre de 2003, en comparación con los demás tratamientos (Cuadro 4) y esto probablemente se debió a la fitotoxicidad que ocasionó el producto días después de su aplicación provocando caída de hojas, flores y frutos que estaban presentes en los árboles (entre el 1 y 8 de noviembre de 2003), y muerte de ramas del crecimiento del año, tal como han observado otros autores, como Rosenstein (1998). Esta fitotoxicidad muy probablemente promovió una síntesis de etileno, lo que coincide con lo mencionado por Mok *et al.* (1987), y como efecto del etileno se promovió la abscisión de hojas, y esto concuerda con lo citado por Jankiewicz (2003).

Cuadro 4. Defoliación en árboles de limón persa sometidos a tratamientos de tidiazurón, en Martínez de la Torre, Veracruz.

Número de tratamiento	Tratamientos	Defoliación (%)
		8/11/04 ^y
1	Testigo	0 b ^z
2	Sin descarga + TDZ 250 mg·litro ⁻¹	68.5 a
3	Con descarga 1.5 meses	0 b
4	Con descarga 2.5 meses	0 b
5	Con descarga 4.5 meses	0 b
6	Con descarga 1.5 meses + TDZ 250 mg·litro ⁻¹	68 a
7	Con descarga 2.5 meses + TDZ 250 mg·litro ⁻¹	69 a
8	Con descarga 4.5 meses + TDZ 250 mg·litro ⁻¹	68.5 a
D.M.S.		2.3
C. V. (%)		4.9

D. M. S. = diferencia mínima significativa. C. V. = coeficiente de variación (%).

^y Fechas de toma de datos.

^z Medias con las mismas letras en columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $P = 0.05$).

5.6. Floración

Los árboles que se trataron con tidiazurón fueron los que presentaron una floración anticipada y más abundante, el 27 de noviembre de 2003, en comparación con los demás tratamientos (Cuadro 5) y esto probablemente se debió a la fitotoxicidad que ocasionó el producto días después de su aplicación provocando caída de hojas, flores y frutos que estaban presentes en los árboles (entre el 1 y 8 de noviembre de 2003), y muerte de ramas del crecimiento del año, tal como han observado otros autores, como Rosenstein (1998). Esta fitotoxicidad muy probablemente promovió síntesis de etileno, lo que coincide con lo mencionado por Mok *et al.*, (1987), y como efecto del etileno se promovió diferenciación floral, lo que asevera Díaz (2002), quien indica que el etileno induce diferenciación floral al aplicarse a plantas. Por lo tanto, se concluye que el tidiazurón adelantó la floración, y esta brotación floral se presentó debido a las condiciones ambientales de precipitación (en un rango de 25 a 150 mm, cuatro semanas antes de la floración) y temperatura (oscilaron entre 18 a 26° C, cuatro semanas antes de la floración), lo que confirma Webber (1943) quien menciona que el cero biológico en los cítricos es de 12.8° C y que temperaturas por arriba de ésta promueven crecimientos activos.

Con base en los resultados obtenidos se puede decir que después de la primera floración abundante por efecto de la aplicación de tidiazurón, el número de flores posteriores fueron muy bajas o casi nulas en los tratamientos en donde se aplicó el producto.

Diferentes investigadores han evaluado la aplicación de tiodiazurón en árboles frutales con resultados similares a los obtenidos, como lo indica De Dios (2000), quien, al aplicar $250 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ de tiodiazurón en limón persa, incrementó el número de flores con respecto al testigo. Guzmán (1999) encontró que concentraciones de $300 \text{ mg} \cdot \text{litro}^{-1}$ de tiodiazurón en árboles de limón persa, adelantaron la floración 20 días con respecto al testigo. Ríos *et al.*, (1997) realizaron aplicaciones de tiodiazurón, en frambuesa, en concentraciones de $10 \text{ ml} \cdot \text{litro}^{-1}$ y lograron adelantar la floración en 22 días en comparación con el testigo. Calderón *et al.*, (2000), aplicando tiodiazurón en ciruelo, adelantaron la floración 40 días con respecto al testigo.

Cuadro 5. Número de flores en árboles de limón persa, sometidos a tratamientos de tidiazurón y descargas de frutos.

Número de tratamiento	Tratamiento (mg-litro ⁻¹)	Número de flores		
		27/11/04 ^y	15/12/04	30/12/04
1	Testigo	25 b ^z	68 a	103.6 a
2	Sin descarga + TDZ 250	54.6 b	5.3 d	2.3 b
3	Con descarga 1.5 meses	53.6 b	21.6 b c d	121.1 a
4	Con descarga 2.5 meses	45 b	28.6 b c	108.6 a
5	Con descarga 4.5 meses	54 b	33.3 b	102.3 a
6	Con descarga 1.5 meses + TDZ 250	102.3 a	5 d	0.6 b
7	Con descarga 2.5 meses + TDZ 250	90.3 a	6 d	2.6 b
8	Con descarga 4.5 meses + TDZ 250	98 a	9.3 c d	2.6 b
D.M.S.		31	20.4	34
C.V		16.7	32.5	21.6

D.M.S. = diferencia mínima significativa. C.V. = coeficiente de variación (%).

^y Fechas de toma de datos. ^z Medias con las mismas letras en columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $P = 0.05$).

5.7. Rendimiento

Los árboles que se trataron con tidiazurón obtuvieron una mayor floración 30 días después de su aplicación con respecto a los demás tratamientos, pero estas floraciones no se vieron reflejadas en un mayor rendimiento el primero de abril de 2004, debido a que los árboles presentaron una fitotoxicidad (caída de hojas y muerte de ramas, el 8 de noviembre de 2003) que no favoreció positivamente el amarre de flor a fruto (Cuadro 5), lo que coincide con lo mencionado por Agusti (2000), quien cita que la presencia de hojas es un factor importante en el amarre de frutos en cítricos ya que estas sintetizan y exportan metabolitos al fruto en desarrollo. El 10 de abril de 2004, el rendimiento de fruta del testigo no presentó diferencias estadísticas con respecto a los tratamientos en donde no se aplicó tidiazurón (Cuadro 6), y este comportamiento fue ocasionado por los flujos de floraciones y fructificaciones naturales que presentan los árboles en la zona de Martínez de la Torre, Veracruz.

De acuerdo a los resultados obtenidos se puede decir que los tratamientos a los que se aplicó tidiazurón fueron los que obtuvieron los menores rendimientos, el 1 y 10 de abril de 2004, y el 10 de abril de 2004 el tratamiento 1 (testigo), no presentó diferencias estadísticas en rendimiento de frutos con respecto a los tratamientos 3, 4 y 5 que fueron a los que no se les aplicó tidiazurón.

A continuación se presentan los resultados de las variables de los frutos en los tratamientos. No se observó una tendencia en los valores de las características físicas de los frutos (Cuadro 7), a excepción de textura de cáscara que fue rugosa en los

tratamientos en los que se aplicó tidiázurón, para los demás tratamientos la textura de cáscara fue lisa y lo mismo sucedió con las variables químicas en los frutos (Cuadro 8).

Cuadro 6. Rendimiento de fruta en árboles de limón Persa, sometidos a tratamientos de tidiazurón y descarga de frutos.

Número de tratamiento	Tratamiento (mg·litro ⁻¹)	Rendimiento (kg/árbol)	
		1/abril/2004 ^y	10/abril/2004
1	Testigo	8.58 c ^z	6.24 a
2	Sin descarga + TDZ 250	2.47 d	0.2 b
3	Con descarga 1.5 meses	10.44 a	6.7 a
4	Con descarga 2.5 meses	9.10 b c	6.7 a
5	Con descarga 4.5 meses	9.76 a b	6.7 a
6	Con descarga 1.5 meses + TDZ 250	3.05 d	0.05 b
7	Con descarga 2.5 meses + TDZ 250	2.64 d	0.20 b
8	Con descarga 4.5 meses + TDZ 250	3.3 d	0.37 b
C.V		19.9	35.7

C.V. = coeficiente de variación (%).

^y Fechas de toma de datos. ^z Medias con las mismas letras en columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $P = 0.05$).

Cuadro 7. Características físicas de frutos cosechados de árboles sometidos a tratamientos de tiazuron y descarga de frutos, el 1 de abril de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.

Número de tratamiento	Tratamiento (mg·litro ⁻¹)	P f (g)	D e (mm)	D p (mm)	G c (mm)	Color		
						H	L	C
1	Testigo	93.1 a	53.5 a	63.9 a	3.6 a b	111.1 a b	42.3 a	29.9 a
2	Sin descarga + TDZ 250	96.5 a	53.7 a	63.9 a	3.2 b c	110.3 a b	42.6 a	30.1 a ^b
3	Con descarga 1.5 meses	90 a	53.2 a	64.5 a	3.3 b c	112.6 a	38.8 a	26.6 b ^b
4	Con descarga 2.5 meses	84.2 a	51.8 a	64 a	4 a	111.8 a b	39.9 a	27.6 b
5	Con descarga 4.5 meses	76.2 a	50.2 a	58.9 a	3 c	108.2 a b	37.2 a	30 a b
6	Con descarga 1.5 meses + TDZ 250	90 a	53.5 a	62.5 a	3.5 a b	109.2 a b	43.8 a	34.5 a
7	Con descarga 2.5 meses + TDZ 250	110.5 a	53.7 a	64.8 a	3.3 b c	107.5 a b	47.5 a	34.7 a ^b
8	Con descarga 4.5 meses + TDZ 250	107.3 a	55.8 a	63.7 a	4 a	106 b	49.8 a	40.9 a ^b
D.M.S		32.16	6.05	9.1	0.58	6	13	11.1
C.V		24.9	8.1	10.3	12	2.7	14.8	17

D.M.S. = diferencia mínima significativa. C.V. = coeficiente de variación (%).

^z Medias con las mismas letras en columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $P = 0.05$). P f = Peso de fruto, D e = diámetro ecuatorial, D p = Diámetro polar, G c = Grosor de cáscara, H = Ángulo matiz, L = Luminosidad, C = Cromaticidad.

Cuadro 8. Características químicas de frutos cosechados, el 1 de abril de 2004, en Martínez de la Torre, Veracruz.

Número de Tratamiento	Tratamiento (mg·litro ⁻¹)	Sólidos solubles totales (° Bx)	Nitrógeno (%)	Potasio (%)	Clorofilas totales (mg·ml ⁻¹)
1	Testigo	8.2 a ²	1.2 a b	1.32 c	0.007 a
2	Sin descarga + TDZ 250	8.2 a	1.2 a b	1.51 b	0.002 b
3	Con descarga 1.5 meses	8 a	1.08 b c d	1.35. c	0.004 a b
4	Con descarga 2.5 meses	8.1 a	0.99 d	1.15 d	0.004 a b
5	Con descarga 4.5 meses	8.2 a	1.06 c d	1.27 c	0.004 a b
6	Con descarga 1.5 meses + TDZ 250	8.1 a	1.15 a b c	1.62 a	0.006 a b
7	Con descarga 2.5 meses + TDZ 250	8.2 a	1.27 a	1.67 a	0.003 a b
8	Con descarga 4.5 meses + TDZ 250	8.2 a	1.03 c d	1.32 c	0.003 a b
D.M.S		0.51	0.139	0.09	0.005
C.V		4.5	4.4	2.50	40.7

C. V. = coeficiente de variación (%). ² Medias con las mismas letras en columnas son estadísticamente iguales (Tukey, $P = 0.05$).

Se encontraron correlaciones entre peso de fruto y diámetro ecuatorial ($P < 0.0001$) y entre peso de fruto y diámetro polar ($P < 0.0001$); y entre potasio y nitrógeno ($P < 0.0001$).

6. CONCLUSIONES

- Las aplicaciones de tidiazurón aumentaron el número de flores por árbol y las adelantaron en los tratamientos 6 (con descarga 1.5 meses + TDZ 250 mg·litro⁻¹), 7 (con descarga 2.5 meses + TDZ 250 mg·litro⁻¹) y 8 (con descarga 4.5 meses + TDZ 250 mg·litro⁻¹).
- El tidiazurón disminuyó los rendimientos de frutos.
- Las aplicaciones de tidiazurón más los periodos de descarga de flores y frutos aumentaron el número de flores por árbol y las adelantaron.
- El tidiazurón más la eliminación de flores y frutos disminuyó el rendimiento de frutos.
- Los periodos de eliminación de flores y frutos no aumentaron, ni adelantaron el número de flores.
- Los periodos de eliminación de flores y frutos no aumentaron los rendimientos.
- La calidad interna y externa de los frutos de manera general no se modificaron.

7. BIBLIOGRAFIA

AGUSTI, M.; ALMELA, V. 1991. Aplicación de fitorreguladores en la agricultura. ed. AEDOS. España.

AGUSTI, M. 2000. Citricultura. ed. Mundi-prensa. España.

ALMAGER, V. G. 1998. Principios de fruticultura. ed. Mundi-Prensa. México.

ALVARADO, R. H. E. 1997. Efecto del thidiazuron sobre la brotación y diferenciación floral en ciruelo Japonés Shiro. Tesis de Maestría. Colegio de Posgraduados. México.

CALDERÓN, Z. G. Y RODRÍGUEZ, A. J. 2000. Thidiazuron como promotor de la brotación en ciruelo y durazno. Revista Chapingo Serie Horticultura Vol. VI (1) 117.

CURTI, D. S. A.; LOREDO S.X.; DÍAZ, Z. U.; SANDOVAL, R. J. A.; HERNANDEZ, H. J. 2000. Tecnología para producir limón "Persa". INIFAP-CIRGOC. Campo experimental Ixtacuaco. libro técnico numero 8. Veracruz. México. 144 p.

DE DIOS, D. I. 2000. Oligosacarinas y thidiazuron para producción forzada en limón Persa (*Citrus latifolia* Tan.) en Martínez de la Torre. Veracruz. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Edo. México. México.

DÍAZ, M. H. D. (2002). Fisiología de árboles frutales. ed. AGT editor, S.A. México.

GARCÍA, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köpen.

GUZMÁN, T. E. 1999. Desfasamiento de floración y cosecha de limón Persa con TDZ (Thidiazuron) y citrolina en Emiliano Zapata, Veracruz. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Estado de México, México.

INEGI. 1993. Cuaderno estadístico municipal de Martínez de la Torre, Veracruz. México.

JANKIEWICZ, S. L. 1989. Desarrollo vegetal: sustancias reguladoras. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

JANKIEWICZ, S. L. 2003. Reguladores del crecimiento, desarrollo y resistencia en plantas; propiedades y acciones. ed. Mundi-Prensa. México.

MARTÍNEZ, C. L.; PEÑA, L. S. 1997. Evaluación de un defoliante y dos promotores de la brotación en ciruela mexicana. Tesis de Licenciatura. Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo Estado de México, México.

MOK, M. C.; MOK, D. W. S.; TURNER, J. E.; MUJER, C.V. 1987. Biological and biochemical effects of cytokinin-active phenylurea derivatives in tissue culture systems. HortScience 22:1194-1197.

PIMIENTA, B. E. 1985. Diferenciación floral en especies frutales perennes. *Fitotecnia*. 7: 154-179.

RÍOS, S. R.; RODRÍGUEZ, A. J.; CANO, M. R. 1997. Reguladores del crecimiento en la producción de frambuesa roja Autumn Bliss productora de otoño. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 41:124-128.

ROJAS, E. 1995. efecto del ácido 2-cloroetil fosfónico, la urea y el ácido giberelico en lima Tahiti. *Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort.* 39:110-114.

-ROSENSTEIN, S. E. 1998. Diccionario de Agro especialidades Agroquímicas. PLM. ArgEvo.

WEBBER, H. J. 1943. The citrus industry. University of California. U.S.A.

YANG, S. F. 1969. Ethylene evolution from 2-chloroethyl phosphonic acid. *Plant Physiol.* 44: 1202-1204.

ZEERVAART, J. A. D. 1976. Physiology of flower formation. *Annual Reviews of Plant Physiology* 27: 321-348.

ANEXO

Cuadro 1 A. Análisis de varianzas.

Variable	Tratamientos			R ²	C. V.
	G. L.	Fc	Pr>Fc		
Defoliación	7	4708.85	0.0001	0.99	4.92
Conteo de flores 1	7	19.52	0.0001	0.89	16.77
Conteo de flores 2	7	26.92	0.0001	0.92	32.55
Conteo de flores 3	7	68.15	0.0001	0.96	21.69
Rendimiento 1	7	85.39	0.0001	0.91	19.97
Rendimiento 2	7	89.63	0.0001	0.90	35.77
Diámetro polar	7	0.84	0.56	0.07	10.33
Diámetro ecuatorial	7	1.40	0.22	0.11	8.16
Peso de fruto	7	1.74	0.11	0.14	24.96
Grosor de cáscara	7	7.52	0.0001	0.42	12.04
Clorofila total	7	2.40	0.07	0.51	40.74
Nitrógeno	7	11.38	0.0001	0.83	4.40
Potasio	7	77.79	0.0001	0.97	2.50
H	7	2.91	0.01	0.38	2.70
C	7	3.74	0.004	0.45	17.03
L	7	2.25	0.05	0.32	14.87