

**Evaluación de la efectividad en la aplicación
de Ácido Giberélico en la inhibición de la
floración y Etephon en la inhibición de la
fructificación de Limón Tahití (*Citrus
aurantifolia*)**

**Roberto Enrique Ferraté Sagastume
Luis Javier Salazar Vásquez**

**Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Honduras
Octubre, 2014**

ZAMORANO
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA

Evaluación de la efectividad en la aplicación de Ácido Giberélico en la inhibición de la floración y Etephon en la inhibición de la fructificación de Limón Tahití (*Citrus aurantifolia*)

Proyecto especial de graduación presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el
Grado Académico de Licenciatura

Presentado por

Roberto Enrique Ferraté Sagastume
Luis Javier Salazar Vásquez

Zamorano, Honduras
Octubre, 2014

Evaluación de la efectividad en la aplicación de Ácido Giberélico en la inhibición de floración y Etephon en la inhibición de la fructificación en Limón Tahití (*Citrus aurantifolia*)

Presentado por:

Roberto Enrique Ferraté Sagastume
Luis Javier Salazar Vásquez

Aprobado:

Mauricio Huete, Ing. Agr.
Asesor Principal

Renán Pineda, Ph.D.
Director
Departamento de Ciencia y Producción
Agropecuaria

Dennis Ramírez, Ph.D.
Asesor

Raúl H. Zelaya, Ph.D.
Decano Académico

Evaluación de la efectividad en la aplicación de Ácido Giberélico en la inhibición de la floración y Etephon en la inhibición de la fructificación en Limón Tahití (*Citrus aurantifolia*)

Roberto Enrique Ferraté Sagastume
Luis Javier Salazar Vásquez

Resumen. La producción de cítricos representa aproximadamente el 25% de la producción frutícola total, ubicando estos cultivos como los más importantes a nivel mundial. El limón Tahití inicia su floración naturalmente a inicio de la época lluviosa, concentrando la cosecha en una temporada específica del año, dando como resultado una disminución considerable en los precios del producto, debido al exceso de oferta en el mercado. El estudio pretende inhibir la floración y fructificación en la época más productiva del año. Al realizar esta práctica, la planta inhibe artificialmente la floración y aborta los frutos con el fin de reservar sus nutrientes para que estos sean utilizados al momento de realizar la inducción floral aplicando prácticas de manejo como: podas, estrés hídrico y fertilización. Se realizaron 5 tratamientos: 1 - Testigo (0 ppm AG3 + 0 ppm Etephon), 2 (25 ppm AG3 + 0 ppm Etephon), 3 (25 ppm AG3 + 200 ppm Etephon), 4 (25 ppm AG3 + 250 ppm Etephon), 5 (25 ppm AG3 + 300 ppm Etephon). El ácido giberélico (AG3). Se utilizó una prueba de Análisis de Varianza para las variables floración y fructificación y se evaluó: (1) Aplicación de AG3 (25 ppm y 0 ppm) y (2) Aplicación de Etephon (200, 250, 300 ppm). El tratamiento más efectivo para inhibir la floración fue el 5 (25 ppm AG3 y 300 ppm Etephon) y para forzar el aborto de frutos recién formados el tratamiento más efectivo fue el tratamiento 5 (25 ppm AG3 y 300 ppm Etephon).

Palabras clave: Aborto, brotes, inducción floral, inhibición.

Absatract. The citrus production represents approximately 25% of the total fruit production, placing these crops as the most important worldwide. The Tahiti lemon, initiates its flowering naturally in the beginning of the rainy season, concentrating the harvesting a specific time of the year, giving as a result a considerable reduce in the price of the products, due to the excess of the offer in the market. The study pretends to inhibit flowering and fruiting on the most productive season of the year. To make this practice, the plant inhibits artificially the flowering and aborts the fruits with the purpose of reserving its nutrients so that this will be used at the moment that we would do the flowering induction applying management practices like: pruning, fertilization and water stress. Five treatments were performed; 1 - Testigo (0 ppm AG3 + 0 ppm Etephon), 2 (25 ppm AG3 + 0 ppm Etephon), 3 (25 ppm AG3 + 200 ppm Etephon), 4 (25 ppm AG3 + 250 ppm Etephon), 5 (25 ppm AG3 + 300 ppm Etephon).

Analysis of variance test was used for flowering and fruiting Variable to evaluate: Ag3 application (25ppm and 0 ppm) and (2) application of Etephon (200,250,300 ppm). The treatment was effective to inhibit flowering was 5th (25ppm AG3 y 300 ppm Etephon) and to force the abort of fruits recently formed the treatment with more efficiency was treatment 5 (25 ppm AG3 y 300 ppm Etephon).

Key words: Abortion, buds, flower induction, inhibition.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Página de firmas	ii
Resumen	iii
Contenido	v
Índice de cuadros, figuras y anexos.....	vi
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MATERIALES Y MÉTODOS.....	3
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	6
4 CONCLUSIONES.....	10
5 RECOMENDACIONES.....	11
6 LITERATURA CITADA.....	12

ÍNDICE DE CUADROS, FIGURAS Y ANEXOS

Cuadros Página

1. Tratamientos evaluados en la plantación de limón Tahití. 4
2. Efecto del Ácido Giberélico sobre la floración de Limón Tahití (*Citrus aurantifolia*)..... 7
3. Efecto del Etephon sobre la fructificación de Limón Tahití (*Citrus aurantifolia*)..... 8

Figuras Página

1. Precios promedios mensuales de venta al por mayor para limón Tahití en los mercados mayoristas de Honduras, noviembre 2012 - octubre 2013..... 1
2. Distribución de tratamientos en lote de Cítricos, Monte Redondo (Vega 7)..... 5
3. Distribución de aplicaciones y toma de muestras en lote de Cítricos, Monte Redondo (Vega 7)..... 5

1. INTRODUCCIÓN

La producción de limón en Latinoamérica representa un gran potencial para la economía en la región, ya que existe una gran demanda a nivel global. La producción mundial de Limón Tahití (*Citrus aurantifolia*) para el 2007 fue de 103 millones de toneladas métricas, lo cual representa el 25% de la producción total de frutales (FAO 2013).

Normalmente, la producción de Limón Tahití se concentra en la temporada lluviosa, la cual en Honduras ocurre de mayo a octubre causando una sobre oferta de la fruta en el mercado y por consecuencia los precios de venta se reducen considerablemente, desestabilizando la economía del productor (Cuellar 2013).

Se desarrolló un plan de manejo para reducir la producción de Limón Tahití durante la época de lluvia y concentrar la producción en la época seca de noviembre a abril, aplicando diferentes tratamientos, primero la aplicación de Ácido Giberélico (AG3) para promover el desarrollo vegetativo e inhibir la floración, posteriormente la aplicación de Etephon para acelerar la maduración y la caída de frutos formados (Huete 2014).

Estas prácticas inhiben o retardan a la producción del Limón Tahití durante la temporada de lluvia, por lo tanto se proyecta concentrar la cosecha durante los meses de mayor escasez de la fruta, con el fin de obtener los mejores precios en el mercado (Rivera 1999).

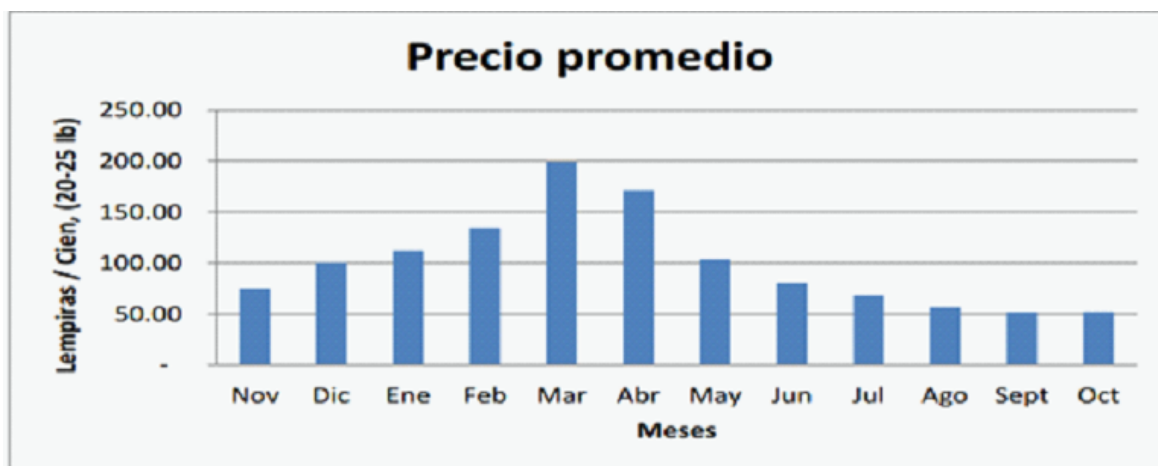


Figura 1. Precios promedios mensuales de venta al por mayor para limón Tahití (*Citrus aurantifolia*) en los mercados mayoristas de Honduras, noviembre 2012 - octubre 2013. Fuente: SIMPAH (2013), adaptado por el autor.

El Ethrel es considerado como un agente que se descompone en los tejidos vegetales, liberando etileno cerca del sitio de acción. El uso de este producto ha despertado mucho interés en la agricultura, ya que puede aplicarse mediante técnicas agrícolas y porque frecuentemente sus efectos son similares a los del etileno (Weaver 1982).

Las giberelinas son producidas en las hojas jóvenes, embriones, raíces y frutos en desarrollo y los primeros efectos que causa son el crecimiento longitudinal excesivo de los árboles frutales, así como el rompimiento del letargo de yemas y semillas (Moore 1979).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación del estudio. Se realizó en el área de Monte Redondo de la Unidad de Frutales de la Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. Ubicada a 31 km de Tegucigalpa en el valle del río Yeguaré, departamento de Francisco Morazán; a una altura de 800 msnm, consta de una temperatura promedio anual de 24°C y una precipitación anual de 1200 mm.

Unidades experimentales. Se construyó una muestra experimental con 320 árboles de Limón Tahití (*Citrus aurantifolia*) distribuidos en 0.9 hectáreas. Se utilizaron cinco tratamientos con cuatro repeticiones cada una haciendo un total de veinte unidades experimentales.

Los árboles. Los árboles que se utilizaron para este estudio se encuentran establecidos en el área de Monte Redondo de la Unidad de Frutales de la Escuela Agrícola Panamericana a un distanciamiento de 5 × 5 m en emplazamiento de tresbolillo con una altura promedio de 5.5 m y un diámetro de copa de 5 m. La edad de la plantación es de aproximadamente 12 años y se buscaron árboles homogéneos para que los tratamientos fueran representativos y reducir al mínimo el error experimental.

Diseño experimental: Se realizó un diseño completo al azar (DCA) donde se evaluó: el uso de Ácido Giberélico (25 ppm) como inhibidor de la floración, posteriormente el uso de Etephon a concentraciones de 0, 200, 250 ó 300 ppm como abortivo de frutos formados. El estudio contó con cuatro repeticiones de cuatro árboles cada uno, para un total de 16 árboles por repetición. Se realizó un Análisis de Varianza (ANDEVA) con un nivel de significancia exigido de $P \leq 0.05$ para el análisis de datos de las variables floración y fructificación. Se realizó una separación de medias utilizando la prueba de DUNCAN y los métodos de diferenciación mínima significativa (PDIFF, STDERR) para separar las medias en las interacciones, todo esto utilizando el sistema de análisis estadístico SAS (SAS, 2013).

Métodos: Previo al inicio del estudio se procedió a hacer mantenimiento a las unidades experimentales realizando un control de maleza mecánico, luego se realizó la marcación de los árboles para poder tener una señalización por tratamiento y repetición, los árboles fueron pintados de color blanco y luego se marcaron con el tratamiento y repetición correspondiente.

Cuadro 1. Tratamientos evaluados en plantación de limón Tahití (*Citrus aurantifolia*).

Tratamiento	Concentración de Ácido Giberélico (ppm)	Concentración de Etephon (ppm)
Ácido Giberélico 0 + Etephon 0	0	0
Ácido Giberélico 25 + Etephon 0	25	0
Ácido Giberélico 25 + Etephon 200	25	200
Ácido Giberélico 25 + Etephon 250	25	250
Ácido Giberélico 25 + Etephon 300	25	300

En la primera aplicación solamente se utilizó la dosis de 25 ppm de AG3 (Ácido Giberélico). La segunda aplicación se realizó 30 días después, utilizando 25 ppm de AG3 (Ácido Giberélico). 8 días después se realizaron las aplicaciones de Etephon a concentraciones de 200, 250 ó 300 ppm. (Cuadro 1)

Posteriormente a los 52 días después de la primera aplicación, 22 días después de la segunda aplicación y 15 días después de la tercera aplicación se recopilaron los datos; se identificaron los 16 árboles a muestrear por cada tratamiento, siendo un total de 80 árboles evaluados.

La primera aplicación se realizó el día 7 de Julio de 2014 utilizando Ácido Giberélico (AG3) a 25 ppm, la segunda aplicación se realizó el día 6 de Agosto de 2014 utilizando Ácido Giberélico (AG3) a 25 ppm; y la tercera aplicación se realizó el día 14 de agosto de 2014 utilizando Ethrel (Etephon) a 200, 250 y 300 ppm. Se aplicó con dos bombas de motor las cuales tienen una capacidad de 15 y 20 litros, dejando únicamente sin aplicar los 64 árboles correspondientes al tratamiento testigo. Se aplicaron 320 árboles organizados en 16 bloques de 4×4 por cada repetición del tratamiento.

En cuanto a la toma de datos, se identificaron los 4 árboles ubicados al centro del bloque, dejando a la orilla 12 árboles los cuales sirven como efecto borde ya que puede existir un traslape entre las aplicaciones y obtener datos erróneos, por lo tanto se muestrearon los 4 árboles que se encuentran al centro, para obtener datos más verídicos y representativos. (Figura 3)

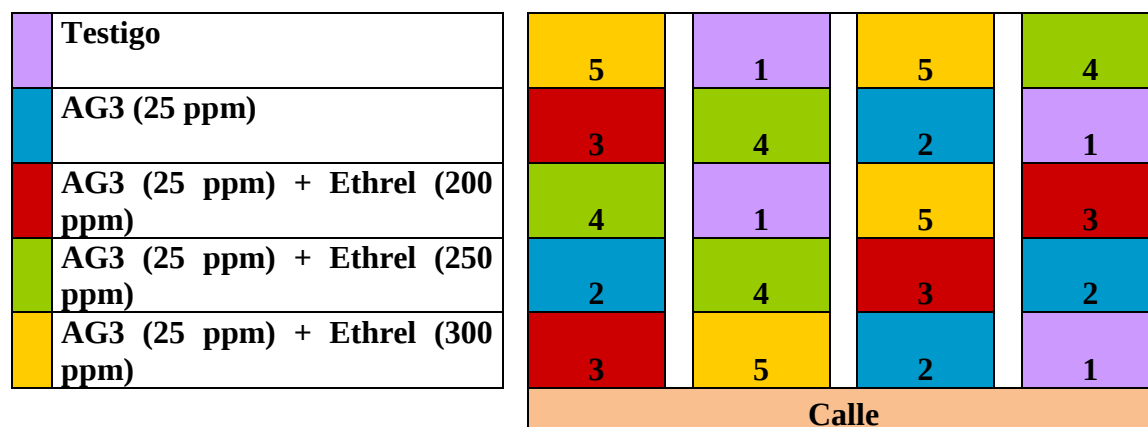


Figura 2. Distribución de tratamientos en lote de Cítricos, Monte Redondo (Vega 7).



Figura 3. Distribución de aplicaciones y toma de muestras en lote de Cítricos, Monte Redondo (Vega 7).

*Cuadros en blanco indica los árboles muestreados a los cuales se realizó un conteo de frutos/metro cuadrado y flores/metro cuadrado para estimar la efectividad de las aplicaciones.

Cantidad de Frutos: el conteo de frutos se realizó el día 28 de agosto de 2014, una vez identificados los 80 árboles a muestrear se procedió a la toma de datos ubicando un cuadrado con un área de 1.0×1.0 m en la parte media del área foliar del árbol; se ubicó dicho cuadro en la parte de los extremos laterales de los árboles, todo esto con el fin de obtener un conteo representativo del número de frutos por metro cuadrado.

Cantidad de Flores: la toma de datos de floración se realizó de la misma manera, el mismo día que se realizó la toma de datos de fruto.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Floración:

Los resultados del análisis de varianza se muestran en el cuadro 2, en esta fase del ensayo se trata de evaluar únicamente el efecto del Ácido Giberélico sobre la floración, donde se aprecia claramente que tiene un efecto en la reducción de la floración del Limón Tahití. Según los resultados obtenidos los tratamientos más efectivos en reducir la floración en Limón Tahití fueron los que contienen concentraciones de Ácido Giberélico y las mayores concentraciones de Etephon.

Cuadro 2. Efecto del Ácido Giberélico sobre la floración de Limón Tahití (*Citrus aurantifolia*).

Tratamiento	Flores/metro cuadrado.
Ácido Giberélico 0 + Etephon 0	0.64 a
Ácido Giberélico 25 + Etephon 0	0.50 ab
Ácido Giberélico 25 + Etephon 200	0.31 ab
Ácido Giberélico 25 + Etephon 250	0.20 b
Ácido Giberélico 25 + Etephon 300	0.19 b

a, b= valores en la misma columna con letra distinta difieren estadísticamente entre sí ($P \leq 0.05$).

Los tratamientos con 25 ppm de Ácido Giberélico, 200 y 250 ppm de Etephon no difieren estadísticamente con el tratamiento Ácido Giberélico 0 + Etephon 0, concluyendo que la floración obtenida en estos dos tratamientos es debido al efecto del Etephon, el cual actuó como inductor floral coincidiendo con trabajos realizados que indican que la aplicación de Etephon a 150 mg L⁻¹ obtuvo un fomento en la inducción de botones florales en mango (*Mangífera indica*) y a 100 mg L⁻¹ en la formación de flores de mango (García *et al*, 2008). La concentración de 300 ppm de Etephon no tiene efecto como inductor floral y actuó directamente en la eliminación de frutos recién cuajados.

El ácido giberélico tiene muchos usos en la citricultura, principalmente en el desarrollo reproductivo (M. Agusti 2000) ampliamente utilizando el control de la floración, siendo demostrado su efecto en el naranjo dulce Sahomouti (*Citrus sinensis*) por Monselise y (Halevy 1964), donde redujo significativamente el número de flores, consecuentemente una disminución de los frutos a la cosecha, lo que es comercialmente interesante (Conveva E. 2006).

El Ácido Giberélico tiene el mismo efecto en plantaciones de mango (*Mangifera indica* L.) 'keitt', aunque la cantidad de brotes nuevos depende de la concentración que se aplique (Sanchez E. 2009).

Las concentraciones adecuadas de giberelinas, impiden también la inducción floral en el limón, en Israel las ramas de limón de la variedad "Eureka" que se asperjaron dos veces en agosto con AG3 en concentración de 500 ppm no desarrollaron flores. Las giberelinas son capaces de reemplazar algunas condiciones ambientales específicas que regulan la formación de flores (Weaver 1982).

El Ácido Giberélico retrasa la inducción floral en los cítricos. Se ha demostrado en Israel, que la aplicación de Ácido Giberélico en concentración de 200 ppm, a intervalos de dos semanas, donde los tratamientos constaron de 3, 4, 5 o 6 aspersiones, desde noviembre hasta finales de enero. Inhibe la inducción floral en los naranjos de la variedad "Shamouti" (Halevy 1964).

Fructificación:

En esta segunda fase del ensayo se evalúa únicamente el efecto del Etephon sobre la fructificación de Limón Tahití, tomando en cuenta el tiempo transcurrido entre las aplicaciones de Ácido Giberélico y el inicio de las aplicaciones de Etephon; se concluye que no existe interacción alguna entre ellos.

Los resultados del efecto de Etephon sobre la fructificación de Limón Tahití se muestran en el cuadro 3, donde se observa que aplicaciones de Etephon en concentraciones iguales o mayores a 250 ppm son efectivas en provocar la caída de frutos recién formados en Limón Tahití, concentraciones menores a 250 ppm no logran el efecto esperado.

Cuadro 3. Efecto del Etephon sobre la fructificación de Limón Tahití (*Citrus aurantifolia*).

Tratamiento	Frutos/metro cuadrado
Ácido Giberélico 0 + Etephon 0	3.50a
Ácido Giberélico 25 + Etephon 0	3.15a
Ácido Giberélico 25 + Etephon 200	2.67a
Ácido Giberélico 25 + Etephon 250	1.04b
Ácido Giberélico 25 + Etephon 300	1.04b

Los resultados coinciden con el estudio realizado por Berdeja en el 2003 en el cual indica que aplicaciones de Etephon en concentraciones de 300 ppm y 500 ppm presentan una reducción significativa en el número de frutos en Limón Tahití .

Los árboles de Limón Tahití sometidos a tratamientos de Etephon a 300 ppm y 500 ppm presentaron una reducción considerable en el rendimiento de producción de fruto. Al comparar estos tratamientos individualmente con el testigo absoluto se encuentra diferencia significativa ya que no comparten la misma letra. Sin embargo los tratamientos de Etephon a 300 ppm y 500 ppm son estadísticamente iguales (Berdeja *et al.* 2003).

4. CONCLUSIONES

- Aplicaciones de Ácido Giberélico a 25 ppm combinadas con 250 y 300 ppm de Etephon son efectivos en la inhibición de floración de limón Tahití.
- Aplicaciones de Ácido Giberélico a 25 ppm combinadas con 250 y 300 ppm de Etephon son efectivos en la inhibición de fructificación de limón Tahití.

5. RECOMENDACIONES

- Aplicar Ácido Giberélico a 25 ppm combinado con Etephon a 250 ppm para inhibir la floración en limón Tahití.
- Si se observa presencia de frutos uno o dos meses después de la aplicación de Ácido Giberélico, se recomienda aplicar Etephon a 250 ppm.
- Realizar este estudio en diferentes épocas del año, ya que pueden variar ciertos factores climáticos como: temperatura, humedad relativa y precipitación.
- Analizar las interacciones de Etephon y diferentes dosis de Ácido Giberélico y su acción en la inhibición de la floración y fructificación.

6. LITERATURA CITADA

Agusti J., Mechouachi, F., Tadeo, E., Primo-Millo, M. 2000. El uso del ácido giberélico en citricultura. Madrid, España. Universitat Politècnica de València. 10 p.

Berdeja R., J. Espinoza, M. Colinas. 2003. HUANGLONGBING Y DESFASAMIENTO DE COSECHA EN LIMÓN PERSA (*Citrus latifolia* Tan.). Chapingo, México. INIFAP. 388 p.

Conveva, E., J. Cline. 2006. Gibberellic acid inhibits flowering and reduces hand thinning of "Redhave" peach. Pennsylvania. State Horticultural Association of Pennsylvania. 51 p.

Cuellar, E. 2013. Historial de precios de venta por mayor para limón persa. Honduras. SIMPAH.

Curti, S., L. Salazar, U. Díaz, J. Sandoval y J. Hernandez. 2000. Tecnología para producir limón persa. Sonora, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 166 p.

Díaz, C. 2000. Tecnología para producir limón Persa. Veracruz, México. Campo Experimental Ixtacuaco. INFAP-CIRGOC. 166 p.

FAO. 2013. Crop Water Information: Citrus. Consultado 16 de julio de 2014. Disponible en http://www.fao.org/nr/water/cropinfo_citrus.html

García, O., E. Dueñez, G. Fischer, B. Chaves y O. Quintero. 2008. Efecto del nitrato de potasio, fosfato de potasio y ethephon en la inducción floral de la feijoa o goiabeira serrana (*Acca sellowiana* [O. Berg] Burret). Bogotá, Colombia. Rev. Bras. Frutic. Vol. 30. 14p.

Halevy S. and H. Monselise. 1964. Chemical inhibition and promotion of citrus flower - bud induction. Rehovot, Israel. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 146 p.

Huete, 2014. Comportamiento de demanda y oferta de lima ácida en el mercado de Honduras. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana.

Moore, T.C. 1979. Biochemistry and physiology of plants hormones. New York, United States of America. Springer Verlag. 276 p.

Moreira, R., A. Becerril, L. Tijerina y J. Cajuste. 2001. Efecto de promotores de floración sobre el estatus instrumental del mango CV. Tommy Atkins. Guerrero México. Colegio de postgraduados. 8p.

Pérez A. y N, Perez. 2013. Evaluación del uso de poda, estrés hídrico, fertilización, Paclobutrazol, solos y combinados sobre la inducción floral en nivel Tahití (*Citrus arantifolia*). Tesis Ing. Agr. Zamorano, Honduras. Escuela Agrícola Panamericana. 19 p.

Rivera, J. 1999. Producción forzada de naranja Valencia (*Citrus sinensis*) en la región de Monte Morelos, Nuevo León. MonteMorelos, Nuevo León, México. Universidad Autónoma de Nuevo León. 110 p.

Sachez, E., E. Ramirez, M. Beltrán, I. Padilla., J. Ramirez y A. Ramirez. 2009. Inhibición de la floración en árboles jóvenes de mango (*Mangifera indica* L.) "keitt", aplicado con ácido giberélico. Sonora, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 9 p.

Weaver J. 1982. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. México. Editorial Trillas, S.A. 622 p.