

EFFECTO DE LAS LABORES CULTURALES EN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DEL LIMÓN MEXICANO DE INVIERNO

EFFECT OF CULTURAL PRACTICES ON THE PRODUCTION AND QUALITY OF WINTER MEXICAN LIME

Rafael Ariza Flores^{1*}, Rubén Cruzaley Sarabia¹, Enrique Vázquez García², Aristeo Barrios Ayala¹ y Noé Alarcón Cruz¹

¹ Campo Experimental Chilpancingo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Av. Ruffo Figueroa S/N, Col. Burócratas, C.P. 39090. Chilpancingo, Gro. Correo electrónico: arizafr77@hotmail.com ² Campo Experimental Sur de Tamaulipas, INIFAP. Tampico, Tam.

* Autor para correspondencia

RESUMEN

En este trabajo se evaluaron las prácticas culturales de anillado, estrés hídrico, poda, raleo de frutos y sus combinaciones, para inducir la floración y producción invernal de fruto, así como sus efectos en la calidad del fruto, en limón mexicano [*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle]. Las labores culturales realizadas en el mes de agosto y en el testigo absoluto (aplicación foliar de urea 1 % p/v) indujeron un aumento de 600 % en la cantidad de flores. Las prácticas de anillado, estrés hídrico, poda y raleo de frutos promovieron ganancias de 500 a 1000 % en la producción invernal de fruto. Sin embargo, el anillado y el estrés hídrico pueden dañar a los árboles. La aplicación de urea incrementó la floración, pero no el rendimiento. El anillado mejoró la calidad de los frutos en peso, diámetro y en la relación azúcares/acidez, pero redujo el índice de color y la firmeza de la pulpa.

Palabras clave: *Citrus aurantifolia*, inducción de floración, producción de fruto de invierno, calidad de fruto.

SUMMARY

In this research we evaluated cultural practices such as branch girdling, pruning, fruit thinning, drought stress and its combinations, to induce flowering and fruit production in the Winter, as well as their effects on the fruit quality of Mexican lime [*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle]. The cultural practices applied in August including and the absolute control (foliar spray of urea 1 % p/v) induced an increase of 600 % in the amount of flowers. Branch girdling, drought stress, pruning and fruit thinning promoted gains of 500 to 1000 % in fruit yield during the Winter. However, branch girdling and drought stress might damage the trees. Application of urea increased flowering, but not fruit yield. Branch girdling im-

proved fruit quality regarding fruit weight, diameter and the sugar/acid ratio, but it reduced color index and pulp firmness.

Index words: *Citrus aurantifolia*, flower induction, Winter fruit production, fruit quality.

INTRODUCCIÓN

En México se cultivan 83 mil hectáreas de limón mexicano (*Citrus aurantifolia* Christ Swingle), las cuales producen 745 mil toneladas de fruto, con un rendimiento promedio de 9.0 t ha⁻¹. La mayor parte (90 %) de la producción ocurre en los meses de junio a septiembre, época que coincide con los precios más bajos en los mercados nacional e internacional (ASERCA, 2002). La producción de frutos es escasa en el resto del año, sobre todo en los meses de diciembre a abril, cuando se alcanzan los precios más altos, y el cultivo es más rentable. Además de ser bajo el rendimiento, la calidad de los frutos no es adecuada a causa del manejo deficiente del cultivo (Medina-Urrutia *et al.*, 1993). El periodo de floración a cosecha de los frutos dura alrededor de 105 d, pero varía con la época del año (Ariza-Flores y Cruzaley-Sarabia, 2003). En limón mexicano la floración de verano puede ser estimulada con estrés hídrico (Ben Tal, 1986), equivalente a uno o dos meses de sequía o a un déficit de 50 a 60 mm de lluvia (Baradas, 1994). Otra práctica que puede inducir floración es el anillado, ya que favorece la acumulación de carbohidratos arriba del anillo y la detención del crecimiento (Erner, 1986). Tanto el crecimiento vegetativo como los frutos adheridos al árbol inhiben al proceso de diferenciación floral y fructificación de los cítricos, por un exceso de giberelinas (Carlson y Croveti, 1990). La calidad de los frutos incluye atributos como el tamaño del fruto y la cantidad de jugo (Shewfelt, 1999), la presencia de daños mecánicos o causados por patógenos; también incluye propiedades sensoriales, valores nutritivos, constituyentes químicos y propiedades funcionales (Abbott, 1999), algunas de las cuales están relacionadas con el manejo del cultivo, las técnicas de cosecha y el manejo postcosecha.

El trabajo consistió en evaluar el efecto de poda, anillado, estrés hídrico y raleo de frutos, así como sus combinaciones, en la diferenciación floral y la calidad de la producción invernal de fruto de limón mexicano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se estableció en Valle del Río, Gro. El diseño experimental fue bloques completos al azar con tres repeticiones y 13 tratamientos, éstos conformados por las siguientes prácticas culturales: 1) Poda; 2) Anillado; 3) Raleo manual de frutos; 4) Estrés hídrico; 5) Poda + raleo de frutos; 6) Poda + anillado; 7) Poda + estrés hídrico; 8)

Anillado + raleo de frutos; 9) Anillado + estrés hídrico; 10) Raleo de frutos + estrés hídrico; 11) Anillado + estrés hídrico + raleo de frutos + poda (completo); 12) Testigo absoluto (aplicación de urea a 1 %, p/v); y 13) Testigo intacto. La poda se hizo durante el mes de agosto y consistió en eliminar las ramas delgadas a una distancia de 0.20 m alrededor del árbol. El anillado se realizó a una altura de 1.0 m del suelo, mediante eliminación de la corteza del tallo hasta alcanzar el floema, durante el mes de agosto. El estrés hídrico se provocó al cubrir el suelo con polietileno negro alrededor de la zona de goteo de la planta, durante los meses de septiembre y octubre, y luego a partir de noviembre se aplicaron los riesgos. El raleo consistió en la eliminación manual de todos los frutos, y se hizo en el mes de agosto. La fertilización edáfica se hizo con la dosis de 120N-60P-60K, suplementada con aplicación foliar de micronutrientes en la primera mitad de septiembre; simultáneamente se aplicó la mezcla fungicida Metalaxil +Clorotalonil a 450 g (i.a) ha⁻¹, para la protección contra enfermedades en ramas y frutos. Las variables analizadas fueron: número de flores acumuladas en cuatro ramas de 0.75 m, durante los meses de octubre a marzo; rendimiento de fruto (kg ha⁻¹) en cada árbol, de un huerto con 123 árboles por hectárea; calidad del fruto, mediante: peso, diámetro, índice de color (IC), firmeza (N cm⁻²), sólidos solubles totales (°Brix), acidez titulable (% ácido cítrico), pH, y la relación °Brix/acidez. Los datos se sometieron a análisis de varianza y a la comparación de medias con la prueba denominada diferencia mínima significativa (DMS, 0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Floración y rendimiento

Los efectos de los tratamientos con estrés hídrico, raleo de frutos, anillado y el de todas las prácticas combinadas, empezaron a ser visibles entre los 2.5 y 3.5 meses después de aplicados, y fueron evidentes a los 4.5 meses. La mayor cantidad de floración invernal ocurrió entre la segunda quincena de noviembre y primera de diciembre, la cual fue inducida por los tratamientos de anillado y estrés hídrico. La inducción floral lograda mediante el anillado coincide con la obtenida en naranja (*Citrus sinensis*) cv. Valencia (Curti-Díaz *et al.*, 1990), y la inducida por estrés hídrico concuerda con la indicada por Baradas (1994) y Ben Tal (1986). La poda promovió tanto la emisión de brotes como la de flores, mientras que el raleo de frutos contribuyó únicamente en la emisión floral del limón mexicano (Cuadro 1). Conviene indicar que el crecimiento vegetativo y el de frutos inhiben la formación de nuevas flores y frutos, debido al contenido de giberelinas en las yemas apicales y semillas, como lo señalan Carlson y Croveti (1990). En el testigo absoluto (aspersión de urea

1 %), la floración fue estadísticamente igual al tratamiento anillado + estrés hídrico + raleo de frutos + poda (todas las combinaciones). La aplicación de urea 1 % puede incrementar la floración porque es convertida en amonio, el cual reduce el crecimiento por la síntesis de etileno e induce floración (Lovatt *et al.*, 1988). Sin embargo, la urea no incrementó el rendimiento, porque en este estudio estuvo asociada con una alta caída de flores.

Cuadro 1. Floración acumulada en árboles de limón mexicano con la aplicación de diferentes prácticas culturales.

Tratamiento	Número acumulado de flores
Poda	40.5 b
Anillado	46.3 b
Estrés hídrico	71.3 b
Raleo de frutos	46.5 b
Poda + anillado	66.7 ab
Poda + estrés hídrico	43.8 b
Poda + raleo de frutos	42.3 b
Anillado + estrés hídrico	75.8 ab
Anillado + raleo de frutos	87.8 ab
Estrés hídrico + raleo de frutos	73.6 ab
Poda + anillado + estrés hídrico + raleo de frutos	136.7 a
Testigo absoluto	99.6 a
Testigo intacto	10.1 b
DMS (0.05)	38.5

Número promedio de flores acumuladas en 12 ramas.

Medias con la misma letra son iguales estadísticamente entre sí, (DMS, 0.05).

El mayor rendimiento fue de 16 369 kg ha⁻¹ y se obtuvo con el tratamiento de anillado + estrés hídrico + raleo de frutos + poda; le siguieron los tratamientos de estrés hídrico, y anillado + estrés hídrico, con 15 323 y 15 112 kg ha⁻¹ (Figura 1). Con estos tratamientos se lograron ganancias en la producción de fruto hasta de 1000 %. Los árboles anillados y con estrés hídrico mostraron incrementos en el rendimiento que variaron de 500 a 1000 % con respecto al testigo, y superaron en 200 a 300 % al testigo absoluto. Sin embargo, tanto el anillado como el estrés hídrico pueden causar efectos adversos como caída de flores y frutos, formación de frutos pequeños y muerte de ramas y árboles. Con base en la literatura, se infiere que el anillado y el estrés hídrico indujeron incrementos en la concentración de carbohidratos, fotoasimilados y amonio (Cohen, 1984; García-Luis *et al.*, 1988), por lo que favorecieron la productividad (Ariza-Flores y Cruzaley-Sarabia, 2003).

Calidad de frutos

Los resultados demostraron diferencias estadísticas entre tratamientos ($P \leq 0.05$) para todas las variables evaluadas (Cuadro 2). El anillado promovió aumentos en el peso y diámetro de los frutos, ya sea solo o combinado con otras prácticas; los aumentos de peso fueron de 20 a 40 %, y los del diámetro de 10 a 20 %, con respecto a los frutos

de los testigos. Es decir, los árboles con anillado produjeron la mayor calidad de fruto, con valores de 4 y 5 según la escala de comercialización (Ovando-Cruz, 1991; Medina-Urrutia *et al.*, 1993).

El color de los frutos varió de verde a verde amarillento. Los frutos de color más verde se cosecharon en los árboles con el tratamiento de anillado + estrés hídrico + raleo de frutos + poda, y los frutos de color verde amarillento en los tratamientos de anillado, poda + anillado, y en el testigo intacto. Los efectos adversos en el color se atribuyen a efectos en reducción de cloroplastos y en síntesis de flavonoides, como se ha demostrado en varios cítricos (Benavente-García *et al.*, 1997). La firmeza del mesocarpio mostró una ligera plasticidad; no obstante, la poda y el raleo de los frutos permitieron lograr una mayor resistencia a la plasticidad de los frutos, ya que no aceleraron la maduración, en comparación con los frutos del testigo intacto cuyos árboles tuvieron el menor manejo pre-cosecha y, sobre todo, baja fertilización (Shewfel, 1999; Abbott, 1999). Mediante el anillado y el raleo de los frutos en las plantas se mejoró la relación de sólidos solubles to-

tales/acidez titulable ($^{\circ}\text{Brix/acidez}$), ya que sus valores fueron bajos, lo que implica mejor equilibrio entre el contenido de azúcares y de ácido cítrico en los frutos del limón mexicano. Los frutos de los árboles de testigos y los anillados resultaron con una alta relación $^{\circ}\text{Brix/acidez}$, posiblemente por disponer de una mayor concentración de fotoasimilados (Cohen, 1984; García-Luis *et al.*, 1988).

CONCLUSIONES

El anillado, el estrés hídrico, la poda y el raleo de frutos promueven la floración y producción de invierno del limón mexicano. La calidad de los frutos en cuanto al peso, diámetro y a la relación azúcares/acidez fue mejorada por el anillado, pero influyó adversamente en el índice de color y firmeza de los frutos.

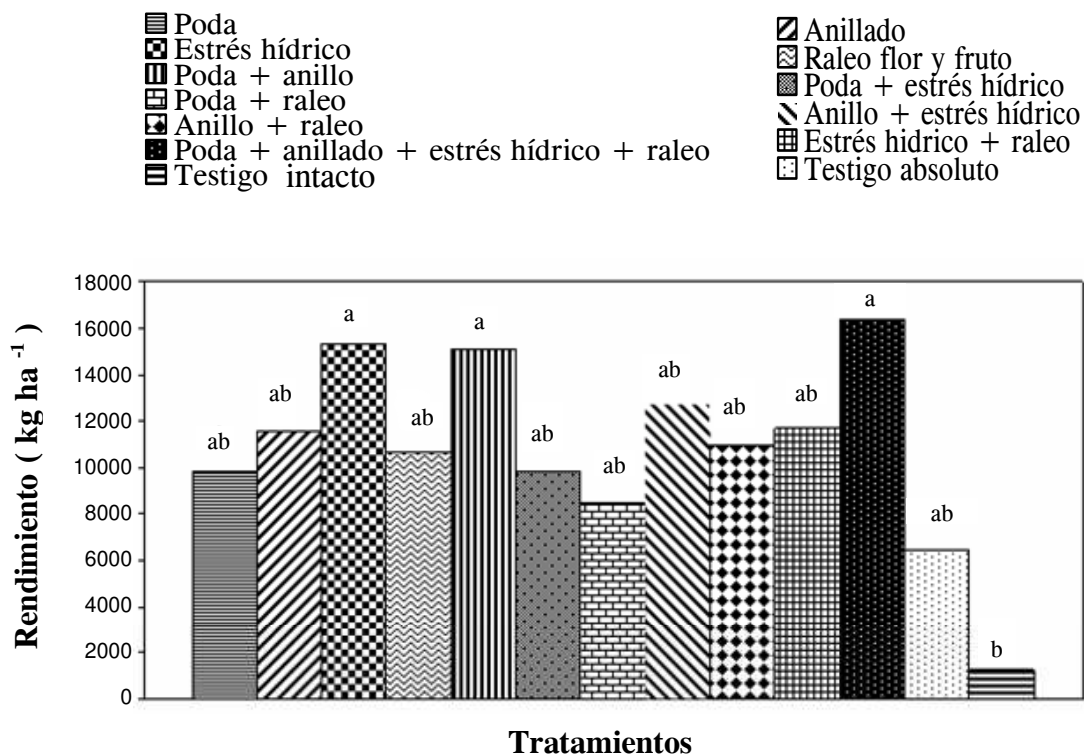


Figura 1. Rendimiento invernal de fruto (kg ha⁻¹) del limón mexicano sometido a diferentes prácticas culturales, cosechado durante los meses de enero a abril. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (DMS, 0.05).

Cuadro 2. Efectos de las prácticas culturales en la calidad de fruto del limón Mexicano, en invierno.

Tratamiento	Peso por fruto (g)	Diámetro de fruto (mm)	Firmeza de fruto (N cm ⁻²)	Índice de color	Relación sólidos solubles/acidez
Poda	36.8 cd	38.2 b	30.9 a	-7.6 b	5.7 a
Anillado	46.1 ab	40.5 ab	29.0 b	-6.6 bc	4.6 ab
Estrés hídrico	36.3 cd	37.3 b	29.3 b	-8.7 ab	5.7 ab
Raleo de frutos	37.7 cd	37.7 b	29.8 b	-7.4 b	4.4 b
Poda + Aanillado	50.5 a	41.7 a	29.3 b	-6.5 bc	4.1 b
Poda + estrés hídrico	37.9 cd	38.5 b	29.3 b	-8.6 ab	4.9 ab
Poda + raleo de fruto	36.1 cd	37.5 b	28.7 bc	-8.3 ab	5.0 ab
Anillado + estrés hídrico	40.9 c	38.5 b	29.2 b	-7.6 b	5.2 ab
Anillado + raleo de fruto	45.3 b	39.8 ab	28.9 bc	-8.4 ab	4.6 ab
Raleo + raleo de fruto	36.9 cd	37.2 b	29.8 b	-6.7 bc	4.8 ab
Poda + anillado + estrés hídrico + raleo de frutos	38.2 a	37.2 b	28.8 bc	9.4 a	5.4 ab
Testigo absoluto	35.9 cd	36.9 bc	29.5 b	-7.8 b	5.3 ab
Testigo intacto	29.2 d	35.2 c	25.2 c	-6.3 c	6.1 a
DMS	4.8	1.9	1.2	-1.6	1.2

*Promedio de 10 frutos seleccionados al azar, pero con apariencia física uniforme.

**Tratamientos con la misma letra en columna son iguales estadísticamente (DMS, 0.05).

BIBLIOGRAFÍA

- Abbott J A (1999)** Quality measurement of fruits and vegetables. Post-harvest Biol. Technol. 15:207-225.
- ASERCA (2002)** Comercialización de los productos agropecuarios: limón Mexicano. Apoyos y servicios a la comercialización agropecuaria en México. SAGARPA. México, D. F. Vol. 101:1-30.
- Ariza F R, R Cruzaley S (2003)** Tecnologías de producción del limón mexicano en Guerrero. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Chilpancingo. Folleto Técnico Núm.1. Chilpancingo, Gro. 23 p.
- Baradas M W (1994)** Crop requirements of tropical crops. In: Handbook of Agricultural Meteorology. J F Griffiths (ed). Oxford Univ. Press. New York. pp:189-202.
- Ben Tal Y (1986)** Flowering: its control by vegetative growth inhibition. Acta Hort. 179:329-335.
- Benavente G O, J Castillo, F Sabater, J A del Río (1997)** 4'-O-Methyltransferase from Citrus. A comparative study in *Citrus aurantium*, *C. paradise* and tangelo Nova. Plant Physiol. Biochem. 35(10):785-794.
- Carlson R D, A J Croveti (1990)** Commercial uses of gibberellins and cytokinins and new areas of applied research. In: Plant Growth Substances 1988. R P Pharis RP, S B Rood (eds). Springer-Verlag. pp:604-611.
- Cohen A (1984)** Citrus fruit enlargement by means of summer girdling. J. Hort. Sci. 59(1):119-125.
- Curti D S A, J Rodríguez A, R Mosqueda V (1990)** Paclobutrazol, anillado y urea para modificar el crecimiento y floración del naranjo "Valencia" (*Citrus sinensis* (L) Osbeck) en condiciones tropicales. Agrociencia 1(4):53-68.
- Erner Y (1986)** Girdling effect on yield over four years of citrus trees. HortScience 21(3):127.
- García L A, V Almela, C Monerri, M Agusti, J L Guardiola (1988)** The regulation of flowering and fruit set Citrus: relationship with carbohydrate levels. Israel J. Bot. 37:189-201.
- Lovatt C, Y Zheng, K Hake (1988)** Demonstration of a change in nitrogen metabolism influencing flower initiation in citrus. Israel J. Bot. 37:181-188.
- Medina U V M, S Becerra R, M M Robles G, M Orozco S, J Orozco R (1993)** El cultivo del limón mexicano en Colima. SARH, INIFAP, Centro de Investigaciones del Pacífico Centro. Folleto para Productores Núm. 5. Colima, Col., México. 37 p.
- Ovando C M E (1991)** Cómo cultivar limón en la costa de Oaxaca. SARH, INIFAP, Centro de Investigaciones Agropecuarias de Oaxaca, Campo Experimental Costa Oaxaqueña. Río Grande, Oaxaca. 26 p.
- Shewfelt R L (1999)** What is quality? Postharvest Biol. Technol. 15:197-200.