

ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE ICACO (*Chrysobalanus icaco* L.) SOMETIDAS A APLICACIONES DE AUXINAS

Georgina Vargas-Simón¹, Gregorio Arellano-Ostoa² y Ramón Soto-Hernández³

RESUMEN

El icaco (*Chrysobalanus icaco* L.) es una especie semicultivada, tradicionalmente usada como alimenticia por sus frutos comestibles, medicinal y ornamental; sin embargo, dado su estado de poca domesticación, los estudios que se han hecho sobre esta especie son incipientes. Su reproducción natural es por medio de semillas y para alcanzar su madurez reproductiva puede tomar más de cinco años. Un medio para acortar dicho proceso es a través de propagación asexual, particularmente mediante estacas con hojas. El presente trabajo se realizó con el objeto de probar el efecto que sobre el enraizamiento producían diferentes concentraciones de las auxinas ácido indol-3-acético (AIA, 5 000 mgL⁻¹), ácido indol-3-butírico (AIB, 10 000 mgL⁻¹ en forma del producto comercial Radix 10 000®) y las combinaciones de AIA+AIB (1 000+4 000 mgL⁻¹, 2 500+2 500 mgL⁻¹ y 4 000+1 000 mgL⁻¹) en estacas con hojas colectadas en primavera en Paraíso, Tabasco, México. Se usaron estacas apicales e intermedias colocadas en posición vertical y posición horizontal en condiciones de invernadero en Chapingo, estado de México. Las estacas se mantuvieron por espacio de 49 días en una cámara de enraizamiento. A las estacas apicales que no enraizaron se les aplicó un re-tratamiento con el producto comercial y se mantuvieron por un mes adicional para su posterior evaluación. El mejor porcentaje de enraizamiento se obtuvo siempre con el uso de este producto y se demostró la factibilidad de propagar el icaco mediante estacas apicales e intermedias con hojas.

Palabras clave adicionales: Propagación, árboles frutales

ABSTRACT

Propagation of *Chrysobalanus icaco* by cuttings treated with various levels of auxins

Chrysobalanus icaco L. is a tropical tree known for its edible fruits. The tree has also been used as a medicinal and ornamental plant, but being a partially wild species, it has received no much research work. When propagated by seeds, its juvenile period may take more than five years. Asexual propagation by leafy cuttings can be used to shorten that period. In this experiment, applications of different levels of auxins were tested on cuttings collected at spring in order to enhance the rooting process. The treatments were: Indol-acetic acid (IAA) at 5 000 mgL⁻¹, Indol-butiric acid (IBA) at 10 000 mgL⁻¹ (Radix 10 000®), and combinations of IAA+ABA at 1 000+4 000, 2 500+2 500, and 4 000+1 000 mgL⁻¹, respectively. Apical and intermediate cuttings coming from the location of Paraíso, Tabasco State, Mexico, were placed in vertical and horizontal position under greenhouse conditions. After 49 days, those cuttings failing to root received a second application of Radix® and were maintained under evaluation for 30 additional days. The best rooting response was found in those cuttings receiving the commercial product. The experiments showed the feasibility of propagation of *C. icaco* by using apical and intermediate leafy cuttings.

Additional key words: Woody plant propagation, fruit trees

INTRODUCCIÓN

La propagación de las plantas por semilla es un

método natural de reproducción que tiene diversas ventajas; sin embargo, en algunas ocasiones el tiempo que se requiere para que alcancen la

Recibido: Abril 21, 1999

¹ División Académica de Ciencias Biológicas. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

Villahermosa, Tabasco, México. C.P. 86000. [e-mail: gvargas@inforedmx.com.mx](mailto:gvargas@inforedmx.com.mx)

² Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, IREGEP. Colegio de Postgraduados.

Montecillo, México. C.P. 56230

³ Instituto de Recursos Naturales, IRENAT. Colegio de Postgraduados.

Montecillo, México. C.P. 56230. [e-mail: msoto@colpos.colpos.mx](mailto:msoto@colpos.colpos.mx)

madurez es largo. Por ello, existe interés en promover estudios tendentes a buscar otras técnicas de multiplicación en especies de potencial importancia económica. Una práctica muy utilizada es el enraizamiento por medio de estacas de tallo, la cual es una forma asexual de multiplicación donde se pueden obtener ciertas características como la uniformidad en el material genético y el acortamiento del período juvenil, así como de las fases de floración y fructificación (Hartmann y Kester, 1995).

Para garantizar un buen enraizamiento de las estacas se utilizan particularmente auxinas. Su aplicación tiene por objetivo promover la iniciación de las raíces, incrementar el número y la calidad de las mismas, aumentar la uniformidad del enraizamiento y reducir el tiempo requerido para el proceso (Sadhu, 1989). Otros factores que pueden afectar el enraizamiento son la duración del tratamiento, la época de colecta, ubicación en la planta madre y longitud de la estaca, la forma de su colocación durante el enraizamiento (posición vertical u horizontal), la necesidad o no de provocar lesiones en la estaca y las condiciones ambientales (Hartmann y Kester, 1995).

Se ha comprobado que las aplicaciones de auxinas sintéticas estimulan las divisiones celulares del primordio radical, posiblemente porque favorecen la reacción de conjugación que permite la síntesis de ciertas proteínas específicas, pueden incrementar la tasa en la cual los azúcares son descargados dentro del floema para su almacenamiento en el parénquima, promueven el transporte xilemático e incrementan el desarrollo del callo (Wilson, 1994).

Existen diversos ejemplos de especies vegetales, tanto de clima tropical como templado, que se propagan con éxito por este medio (Espinoza, 1987; Reuveni y Shlesinger, 1990; Ritter, 1993). Por ello se sugiere que la técnica podría probarse en una especie frutal poco domesticada como el icaco (*Chrysobalanus icaco* L.), en la que existen algunos antecedentes de éxito utilizando dicho método para su propagación (Patel, 1983; Vargas et al., 1997). Su reproducción natural es por medio de semillas y su madurez reproductiva puede alcanzarse hasta después de los cinco años. Un medio para acortar dicho proceso es a través de propagación asexual, particularmente mediante

estacas con hojas.

El icaco es una especie tropical nativa tanto de América como de África. Perteneció a la familia Chrysobalanaceae y tiene una importancia local como alimenticia, ornamental, medicinal y potencialmente industrial, ya que su semilla es rica en ácidos grasos (Gunstone y Subbarao, 1967; Vargas et al., 1992).

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes auxinas sobre el enraizamiento de estacas de madera semidura con hojas de *Chrysobalanus icaco* bajo condiciones de invernadero durante la época de primavera. Los resultados obtenidos pueden servir de base para estudios posteriores a realizar tanto en invernadero como en el hábitat original de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos simultáneos con estacas apicales e intermedias de poblaciones silvestres de plantas de icaco de aproximadamente cinco años de edad colectadas en la localidad de Paraíso, Tabasco, México, en marzo de 1997, considerándose brotes del último año.

Experimento 1: Se sometieron a propagación 20 estacas apicales por tratamiento, de 20 cm de longitud, colocadas en posición vertical, tomando cada una como unidad experimental. A las estacas se les eliminaron las hojas inferiores, dejándoles de 3 a 5 de ellas en la parte superior.

Experimento 2: Se sometieron a propagación 20 estacas intermedias por tratamiento, colocadas en posición horizontal, tomando cada una como unidad experimental. Se seleccionaron estacas con 2-3 nudos y se les dejó sólo 2 ó 3 pares de hojas.

En ambos experimentos, luego de provocar lesiones en la base de las estacas, se probaron diferentes auxinas como reactivo: ácido indol-3-acético (AIA), ácido indol-3-butírico (AIB) en forma del producto comercial Radix 10 000[®], y las combinaciones de AIA+AIB cuyas concentraciones se anotan en el Cuadro 1.

Las estacas se establecieron en cajonetas de madera de 1,25 x 0,70 x 0,15 m, ubicadas en una cámara de enraizamiento, con estructura de madera y cubierta de polietileno transparente PF800, en condiciones de invernadero en Chapingo, estado de

México. La cámara se mantuvo a una humedad relativa cercana al 100% con la ayuda de un humidificador. La temperatura media diurna fue de 28,7 °C, con media mínima de 15,5 °C y media máxima de 39,2 °C. En el sustrato la temperatura media fue de 22,8 °C. La mezcla del sustrato se obtuvo a partir de arena de río, tierra de hoja y tierra negra (2:1:1 v/v), la cual se esterilizó con bromuro de metilo; a la mezcla base se le adicionó germinaza y agrolita en proporción de 2:1:1 v/v. La mezcla final tuvo un pH de 6,8, conductividad eléctrica de 0,19 dS/m, densidad aparente de 0,65 g/mL, espacio poroso total de 64%, retención de humedad del 50% y espacio de aire de 14 % (valores promedio de tres repeticiones obtenidos en el Laboratorio de Biotecnología Vegetal, Especialidad de Fruticultura, Colegio de Postgraduados, México).

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en estacas con hojas de *C. icaco*

Compuesto	Concentración (mg L ⁻¹)	Nomenclatura
AIA	5 000	TA
	1 000 + 4 000	TB
AIA + AIB	2 500 + 2 500	TC
	4 000 + 1 000	TD
AIB	10 000 Re-tratamiento	TE
		TF
Testigo	0	TG

Los experimentos se evaluaron después de 49 días. Al hacer la cuantificación del primer experimento, se observó un número alto de estacas apicales vivas sin enraizar. De éstas se seleccionaron 60 estacas a las que se le provocó nuevamente lesiones en la base y se le aplicó Radix 10 000® al 100% (identificadas como TF, estacas con re-tratamiento). Estas estacas fueron dejadas dentro de la cámara de enraizamiento por un espacio adicional de un mes para su posterior evaluación.

Los parámetros evaluados en ambos experimentos fueron: porcentaje de enraizamiento (PE), número de raíces por estaca (NR), longitud radical (LR), porcentaje de estacas vivas sin enraizar (EV), porcentaje de estacas muertas (EM)

y porcentaje de estacas con callo (EC). El promedio del número y longitud de las raíces se obtuvo con base al número de estacas enraizadas por tratamiento, el cual fue variable en cada caso. El análisis de los resultados se hizo basado en estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Experimento 1. Las estacas apicales en posición vertical (a excepción de las que recibieron re-tratamiento) tuvieron un porcentaje de enraizamiento bajo (Cuadro 2); el mejor PE, lo alcanzó TA (AIA 5 000) con un 15% mientras que no hubo enraizamiento en TB (AIA 1 000 + AIB 4 000) y TD (AIA 4 000 + AIB 1 000). Por el contrario, el re-tratamiento aplicado a las estacas (TF) promovió después de 30 días el mejor PE con un valor notoriamente alto (86,7 %) así como los mayores valores en el número y longitud de las raíces. Esto significaría que, inicialmente, las estacas no habrían absorbido el nivel óptimo de auxinas para producir la iniciación e inducción radical y por el contrario una segunda aplicación habría favorecido la absorción de esta hormona y por ende, la emisión de primordios radicales. Aparentemente, las estacas de esta especie pueden absorber efectivamente los promotores de enraizamiento, aunque para ello requerirían de mayor tiempo (Villegas et al., 1996), lo cual se puede evidenciar por el gran número de estacas vivas sin enraizar existentes después de los 49 días de aplicados los productos (Cuadro 2). También existe la posibilidad de que el segundo lesionado haya inducido la producción de raíces adventicias. En diversas especies la interacción entre la auxina y la herida es benéfica porque se incrementa la respiración, la absorción del agua y la síntesis de cofactores de enraizamiento como el etileno. Esta hormona causa la acumulación de auxinas en la estaca, ya que inhibe su transporte, induciendo en forma indirecta el desarrollo de raíces adventicias (Zacarías, 1993; Wilson, 1994; Hartmann y Kester, 1995).

Cuadro 2. Enraizamiento de estacas apicales en posición vertical de *C. icaco* en condiciones de invernadero. Promedios \pm error estándar

Tratamiento	PE (%)	NR ^z	LR ^z (cm)	EV (%)	EM (%)	EC (%)
TA	15	1,0 \pm 0,0	0,8 \pm 0,4	60	25	0
TB	0	0	0	65	35	0
TC	10	1,0	0,5	75	15	0
TD	0	0	0	65	35	0
TE	10	1,0	1,0	60	30	0
TF	86,7	9,9 \pm 1,4	7,6 \pm 0,5	13,3	0	0
TG	10	1,0	1,7	80	10	0

^z Promedios en base al número de estacas enraizadas (n). No se indica la dispersión cuando n fue menor de 3.

PE: porcentaje de enraizamiento, NR: número de raíces por estaca, LR: longitud radical, EV: estacas vivas sin enraizar, EM: estacas muertas y EC: estacas con callo.

Experimento 2. Las estacas intermedias en posición horizontal tuvieron un moderado porcentaje de enraizamiento. En el tratamiento TE (Radix 10 000[®]) se obtuvo el mejor PE (70 %); después le siguieron los tratamientos TA (AIA 5 000) con un 30 % y TD (AIA 4 000 + AIB 1 000), con un 25%, entre los más relevantes (Cuadro 3). El uso del producto comercial también produjo los mejores resultados en los parámetros de número y longitud de raíz. Esto, junto a los resultados obtenidos en el primer experimento, sugiere que el producto es un buen promotor de la iniciación y desarrollo de las raíces adventicias, lo que pudiera estar relacionado con la alta concentración de auxina en su formulación.

El tratamiento TD, en el cual se utilizó una mezcla de auxinas (AIA 4 000 + AIB 1 000) produjo el mayor porcentaje de estacas muertas, así como un menor porcentaje de enraizamiento en comparación con el TA

donde se utilizó sólo AIA. Este resultado estaría en contradicción con lo señalado por Hartmann y Kester (1995) y Villegas et al. (1996) quienes mencionan que las mezclas de varios tipos de auxinas producen un efecto sinérgico y han sido más efectivas que cualquiera de sus componentes aislados. Sin embargo, el resultado concuerda con lo obtenido por Caldwell et al. (1988), cuya combinación de AIB y ANA, produjo una respuesta pobre en estacas de kiwi.

En las otras mezclas, se encontró que el TB (AIA 1 000 + AIB 4 000) produjo el mayor porcentaje de estacas sin enraizar y el TC (AIA 2 500 + AIB 2 500) el mayor porcentaje de estacas sin enraizar con formación de callo (Cuadro 3).

En las estacas testigo de ambos experimentos se desarrollaron algunas raíces (Cuadros 2 y 3), indicando que en ellas existió liberación y traslocación de auxina endógena.

Cuadro 3. Enraizamiento de estacas intermedias en posición horizontal de *C. icaco* en condiciones de invernadero. Promedios \pm error estándar

Tratamiento	PE (%)	NR ^z	LR ^z (cm)	EV (%)	EM (%)	EC (%)
TA	30	2,3 \pm 0,8	5,4 \pm 2,0	10	50	10
TB	5	8,0	5,73	65	25	5
TC	15	6,3 \pm 2,3	4,5 \pm 2,7	25	40	20
TD	25	2,8 \pm 0,7	4,0 \pm 1,5	15	55	5
TE	70	21,6 \pm 0,9	7,2 \pm 1,0	5	25	0
TG	10	1,0	0,8	85	5	0

^z Promedios en base al número de estacas enraizadas (n). No se indica la dispersión cuando n fue menor de 3.

PE: porcentaje de enraizamiento, NR: número de raíces por estaca, LR: longitud radical, EV: estacas vivas sin enraizar, EM: estacas muertas y EC: estacas con callo.

Cabe recalcar que la alta variabilidad en la respuesta de las estacas en ambos experimentos podría en parte atribuirse a que las mismas no eran genéticamente homogéneas, ya que provenían de una población silvestre y por lo tanto la respuesta tendería a ser diversa, en comparación con un material que se originara de una serie de plantas madre bajo cultivo.

Al comparar ambos experimentos, se destaca que los principales parámetros que definen el enraizamiento (PE, NR y LR) fueron siempre superiores en las estacas intermedias colocadas en posición horizontal (Cuadros 2 y 3). En este sentido, se acepta comúnmente que las estacas que provienen de una posición intermedia tienen menor posibilidad de enraizamiento que las estacas apicales (Al Barazi y Schwabe, 1984; Hartmann y Kester, 1995). Basado en este hecho, podría sugerirse que el mejor enraizamiento de las estacas intermedias no es atribuible al origen de la estaca sino probablemente a su colocación horizontal. Aparentemente, la posición horizontal de las estacas, que permite un mayor contacto con el producto auxínico y posibilita una mejor traslocación de diferentes sustancias como las auxinas, carbohidratos y el agua, favorece la formación de raíces adventicias; esto se suma al hecho que la estaca se encontraba prácticamente inmersa en el sustrato, disminuyendo así la posibilidad de algún estrés hídrico (Rein et al., 1991).

Aunque el porcentaje de enraizamiento del icaco obtenido fue bajo para la mayoría de los tratamientos (especialmente en el primer experimento), el resultado guarda cierta relación con los bajos porcentajes de enraizamiento en otras especies tropicales, como el *Anacardium occidentale* L., Citrange carrizo y *Annona cherimola* Mill., donde se obtuvieron valores del 56%, 53% y 39%, respectivamente (Tazzari et al., 1990; Duarte et al., 1991; Arellano et al., 1996; Villegas et al., 1996), lo que sugiere que los resultados estarían afectados por las características inherentes de cada especie.

CONCLUSIONES

Tanto en las estacas apicales colocadas en forma vertical así como en las intermedias

colocadas en posición horizontal se obtuvo el mejor porcentaje de enraizamiento y los mayores valores en el número y longitud de raíces al aplicar ácido indol-3-butírico a 10 000 mgL⁻¹ (producto comercial Radix 10 000®).

Se observó la factibilidad de propagar *Chrysobalanus icaco* por medio de estacas con hojas, provenientes tanto de posición apical como intermedia.

LITERATURA CITADA

1. Al Barazi, Z. y W. W. Schwabe . 1984. The possible involvement of polyphenol-oxidase and the auxin-oxidase system in root formation and development in cuttings of *Pistacia vera*. Journal of Horticultural Science 59(3): 453-461.
2. Arellano-Ostoa, G., A. Villegas-Monter y A. Arellano-Hernández. 1996. Enraizamiento de estacas con hojas de Citrange Carrizo. Congreso de Fitogenética. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México. p. 36.
3. Caldwell, J. D., D. C. Coston y K.H. Brock. 1988. Rooting of semi-hardwood 'Hayward' kiwifruit cuttings. HortScience 23 (4): 714-717.
4. Duarte, O., J. M. Nieto y A. Suárez, A. 1991. Tratamientos para mejorar la germinación y el enraizamiento de estacas de marañón (*Anacardium occidentale* L.). Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 35: 9-14.
5. Espinoza, E. J. R. 1987. Enraizamiento de estacas de guayabo (*Psidium guajava* L.) Tesis de Maestría en Ciencias. Montecillo, México. 95 p.
6. Gunstone, F. D. y R. Subbarao. 1967. New tropical seed oils. Part I. Conjugated trienoic and tetraenoic acids and their oxo derivatives in the seed oils of *Chrysobalanus icaco* and *Parinariium laurinum*. Chem. Phys. Lipids 1:349-359.

7. Hartmann, T. H. y V. Kester. 1995. Propagación de plantas. CECOSA. México.
8. Patel, S. I. 1983. Propagation of some rare tropical plants. Combined Proceedings the International Plant Propagators Society 33: 573-580.
9. Rein, W. H., R. D. Wright y J. R. Seiler. 1991. Propagation medium moisture level influences adventitious rooting of woody stem cuttings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(4): 632-636.
10. Reuveni, O. y D. R. Shlesinger. 1990. Rapid vegetative propagation of papaya plants by cuttings. Acta Horticulturae 275: 301-306.
11. Ritter, S. 1993. Seasonal variation in the successful propagation of *Spondias purpurea* hardwood cuttings. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 37: 136-137.
12. Sadhu, M. K. 1989. Plant Propagation. Wiley Eastern Limited. New Delhi.
13. Tazzari L., P. Pestelli, P. Fiorino y G. Parri. 1990. Propagation techniques for *Annona cherimola* Mill. Acta Horticulturae 275: 315-321.
14. Vargas S., G., F. M. Maldonado, A. S. Sol y R. F. M. Molina. 1992. Frutales de Tabasco. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco, México. 100 p.
15. Vargas S., G., G. Arellano-Ostoa y E. García-Villanueva. 1997. Propagación por estacas con hojas de icaco (*Chrysobalanus icaco* L.) y anatomía del enraizamiento. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 41:264-269.
16. Villegas, A. M., G. O. Arellano, G. H. Arellano y A. S. Robles. 1996. Enraizamiento de estacas de los portainjertos Citrange Carrizo y Troyer. Memorias. IV Simposium Internacional sobre Sistemas de Producción en Cítricos. Tuxpan, Veracruz, México. Octubre 28-30, 1996. pp. 100-103.
17. Wilson, P. J. 1994. The concept of a limiting rooting morphogen in woody stem cuttings. Journal of Horticultural Science 69 (4): 591-600.
18. Zacarías, L. 1993. Etileno. In: J. Azcon-Bieto y M. Talon (eds.). Fisiología y Bioquímica Vegetal. Interamericana McGraw-Hill. Madrid. pp. 343-356.