

1999. Revista Chapingo Serie Horticultura 5: 221-225

## PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE AGUACATE SELECCIÓN 153 (*Persea* sp.) POR ACODO EN CONTENEDOR

Arai Alves-de Oliveira<sup>1</sup>, Otto Carlos-Koller<sup>1</sup>, Ángel Villegas-Monter<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultade de Agronomia da Universidad Federal de Río Grande do Sul. Porto Alegre, Brasil

<sup>2</sup>Especialidad de Fruticultura, IREGEP. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Edo. de México. 56230 México. E-mail: avillega@colpos.colpos.mx

### RESUMEN

La propagación vegetativa de portainjertos de aguacate fue estudiada a través de acodo en contenedor, mediante el anillado de la corteza (3 mm), estrangulado con alambre y aplicación de ácido indolbutírico (AIB) en brotes injertados etiolados de plantas cultivadas en macetas y mantenidas en invernadero de la sección de Horticultura de la Estación Experimental de la Universidade Federal de Río Grande do Sul, Brasil. Se utilizó un diseño experimental en bloques completos al azar con 3 repeticiones de 10 plantas por parcela. La evaluación se realizó a los 70 días de la aplicación de los tratamientos, se observó que el anillado de la corteza combinado con 10 g-litro<sup>-1</sup> de AIB fue superior estadísticamente ( $P \leq 0.05$ ) a los demás tratamientos y promovió mayor porcentaje (73.6%) de acodos enraizados, formación de raíces primarias y secundarias por planta. En forma separada, los brotes etiolados con anillado (26.6%) también fueron superiores estadísticamente al estrangulado que a su vez fue igual al testigo.

**Palabras clave:** *Persea americana* Mill. aguacatero, etiolación, anillado, enraizamiento, multiplicación clonal.

### VEGETATIVE PROPAGATION OF AVOCADO (*Persea* sp.) SELECTION 153 THROUGH LAYERING IN CONTAINER

#### SUMMARY

The vegetative propagation of avocados was studied using air layering, bark ringing, stem strangling and indolbutyric acid application on etiolated stem avocado plants that were cultivated in containers and maintained in a greenhouse. The experiment was conducted in a completely randomized block with 3 replicates and 10 plants per replicate. The following applied treatments were: control, bark ringing, stem strangling, ringing 5 g-liter<sup>-1</sup> of AIB, ringing + 10 g-liter<sup>-1</sup> AIB, of strangling + 5 g-liter<sup>-1</sup> AIB, of strangling +10 g-liter<sup>-1</sup> of AIB. After 70 days of treatment application it was possible to conclude that bark ringing combined with application of 10 g-liter<sup>-1</sup> of AIB resulted in the highest percentage of rooting (74%) and formation of primary and secondary roots. Bark ringing, alone was more effective for root formation than he strangling, that did not differ from the control.

**Key words:** *Persea americana* Mill., etiolation, air layering, rooting, clonal mutiplication.

### INTRODUCCION

La propagación comercial de cultivares de aguacate generalmente es realizada a través de injertos de pua sobre portainjertos de pie franco, obtenidos de semilla. Según Koller (1991), el uso de portainjertos de pie franco trae como inconveniente la segregación genética, porque el aguacate es una especie de fecundación cruzada, altamente heterocigótica y tiene semillas monoembrionicas. Este hecho trae consigo una gran variabilidad de la progenie, haciendo imposible la perpetuación de características deseables en los portainjertos, como la inducción de enanismo, adaptación a condiciones edáficas y tolerancia a enfermedades, especialmente la pudrición de la raíz causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands.

De acuerdo con Bergh (1976) el mayor problema sanitario del aguacate, con presencia en prácticamente todas las regiones productoras del mundo, es la pudrición de la raíz causada por el hongo *Phytophthora cinnamomi* Rands. Zentmeyer (1977) enfatizó que la selección y uso de portainjertos tolerantes o resistentes, dentro de un programa de manejo integrado, es la mejor manera de controlar la enfermedad.

Por otra parte, diferentes autores coinciden en señalar que el mejoramiento genético de portainjertos de aguacate, solo es viable si existiera la posibilidad técnica y económica para propagar vegetativamente los genotipos mejorados. En este sentido, el enraizamiento de estacas y acodos, son técnicas bastante prometedoras según relataron Frolich y Platt (1971 – 72), Salazar-García y Borys (1983), Barrientos-Priego *et al.* (1986) y más recientemente Biasi y Koller (1993).

Según Hartmann *et al.* (1997), el acodo es un método de propagación por el cual se induce la formación de raíces adventicias en una rama de un clon cuando aun permanece unida a la planta madre. El brote enraizado, es entonces cortado de la planta madre para crecer sobre sus propias raíces, originando una nueva planta. Es un método alternativo para algunas especies de difícil enraizamiento por estacas, o que no pueden ser propagados por injerto como en el caso del litchi (Ram y Majumdar, 1980), pues además de evitar el estrés hídrico causado por la ausencia de raíces, dispone de nutrimentos durante todo el período de enraizamiento.

El uso de la técnica de etiolamiento, desarrollada por Frolich (1961), combinada con la aplicación de reguladores de crecimiento, especialmente ácido indolbutírico (AIB), y anillado de la corteza, ha mejorado significativamente el enraizamiento de estacas y acodos en aguacate. Esta técnica parece ser fundamental para el éxito de la propagación vegetativa de portainjertos de aguacate (Frolich y Platt, 1971–72, Barrientos–Priego *et al.*, 1986; Biasi y Koller, 1993).

El anillado, práctica que consiste en la remoción de una porción de corteza, ocasiona una obstrucción temporal del flujo descendente de fotoasimilados, proporcionando la acumulación de varios metabolitos encima de esta región. El ácido indolacético (AIA), producido principalmente en los ápices de los brotes y hojas jóvenes es transportado basipetalmente por un mecanismo polar a través del floema (Mohr y Schopfer, 1995), se acumula encima del anillo donde la corteza es retirada. Otro metabolito, el almidón, también producido por las hojas y transportado por el floema, se acumula arriba del anillo y puede estar asociado al número de raíces producido (Veierskov, 1988).

Reuveni y Raviv (1980) destacan la importancia de la retención de hojas para el éxito en el enraizamiento de estacas semileñosas de aguacate. Muestran una correlación positiva entre el número de hojas retenidas con la habilidad de enraizamiento en los diversos clones analizados, atribuyendo el efecto positivo a la producción y acumulación de almidón en la base de las estacas durante el periodo de enraizamiento.

Considerando todos los aspectos anteriormente referidos y especialmente la susceptibilidad del aguacate a *Phytophthora*, fue desarrollado este trabajo buscando identificar el potencial real de utilización de la propagación vegetativa de portainjertos por acodo en contenedores.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El experimento fue desarrollado en un invernadero, con riego por aspersión del Departamento de Horticultura y Silvicultura de la Estación Experimental Agronómica, de la Universidade Federal do Rio Grande do Sul RS, en el periodo del 17 de septiembre de 1997 a 1 de mayo de 1998 (primavera, verano, otoño).

Inicialmente las semillas de aguacate fueron sembradas en camas con arena. Después de que las plántulas emergieron y tenían de 7 a 10 cm fueron transplantadas a contenedores de plástico de 0.70 litros de capacidad. Cuando las plantas alcanzaron de 20 a 30 cm fueron injertadas a través de injertos de copa con púas de la selección de aguacate 153. Cuando inició la brotación del

injerto, las plantas fueron colocadas en una cámara oscura para que los brotes fueran etiolados. Durante la permanencia de las plantas en la cámara oscura, periódicamente fueron eliminados los brotes laterales, con el fin de dejar solo un brote por planta.

Después que los brotes etiolados consiguieron de 15 a 20 cm de altura, las plantas fueron retiradas de la cámara oscura y para mantener parte del brote etiolado y al mismo tiempo el desarrollo y maduración de las hojas, sobre el contenedor fue colocado un tubo de PVC de 17 cm de largo y 7.5 cm de diámetro, cuya base permaneció sobre el sustrato del recipiente, tal como se muestra en la Figura 1. Posteriormente el tubo de PVC fue llenado con sustrato de cáscara de arroz carbonizado, para cubrir el brote etiolado dejando emerger el ápice vegetativo para permitir el desarrollo de hojas en presencia de luz natural.



**Figura 1.** Planta de aguacate injertada y enraizada por acodo de brotes etiolados. Detalle de la colocación del tubo de PVC y sustrato sobre el recipiente de plástico.

El diseño experimental empleado fue en bloques completos al azar, con 7 tratamientos, 3 repeticiones y 10 plantas útiles por parcela. Los tratamientos aplicados a brotes etiolados fueron los siguientes:

- 1). Testigo con brote etiolado
- 2). Anillado con eliminación de 3 mm de corteza
- 3). Estrangulado del brote con alambre
- 4). Anillado más 5 g·litro<sup>-1</sup> de AIB
- 5). Anillado más 10 g·litro<sup>-1</sup> de AIB
- 6). Estrangulado más 5 g·litro<sup>-1</sup> de AIB
- 7). Estrangulado más 10 g·litro<sup>-1</sup> de AIB

Los tratamientos para inducir la formación de raíces adventicias fueron aplicados a los brotes en su parte del tallo etiolado, cuando los brotes presentaron, por lo menos 8 hojas adultas. Para realizar los tratamientos, se retiró el tubo de PVC y la cáscara de arroz carbonizado, dejando al descubierto la región etiolada. Después de la aplicación de los tratamientos, el tubo fue nuevamente colocado y llenado con un nuevo sustrato constituido de cáscara de arroz carbonizado, turba y vermiculita en proporción 1:1:1 v/v.

El Anillado fue realizado mediante la eliminación de 3 mm de corteza de la porción inferior del brote etiolado, aproximadamente 10 cm arriba del cuello del brote. El anillado fue realizado con mucho cuidado para evitar cortar el brote, además, procurando evitar quebrar el brote. Se retiró toda la corteza para evitar la circulación de los fotoasimilados. El estrangulado fue realizado a la misma altura que el anillado, en las plantas que les correspondió dicho tratamiento, mediante amarre apretado con alambre fino de cobre de 0.25 mm de diámetro dando de 4 a 5 vueltas alrededor del brote.

La aplicación de AIB fue realizada conforme a la metodología descrita por Salazar–García y Borys (1983), que consistió en la incrustación de cuñas de madera de 5 mm de largo por 2 x 1 mm de ancho y grueso, previamente saturadas en una solución de 5 ó 10 g·litro<sup>-1</sup> de AIB disuelto en alcohol al 40%. Las cuñas fueron colocadas entre la corteza y la madera inmediatamente encima del anillo o estrangulación.

A los 70 días de la aplicación de los tratamientos, se realizó la evaluación de los resultados, mediante el conteo del número de acodos enraizados, número de raíces primarias y secundarias por acodo y porcentaje de plantas muertas. Después del conteo de raíces, las plantas fueron trasplantadas a bolsas de plástico de 15 cm de diámetro y 40 de alto y mantenidas en un invernadero con nebulización. La evaluación del porcentaje de plantas supervivientes fue realizada 60 días después del trasplante.

Los datos obtenidos fueron sometidos al análisis de varianza y las medias comparadas por la prueba de Tukey.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar del cuidado utilizado para la ejecución del anillado hubo muerte de las plántulas, debido a la fragilidad de los brotes y a los daños causados en la madera de los mismos, llegando al nivel máximo de 10% en el tratamiento con 5 g·litro<sup>-1</sup> de AIB. Este resultado mostró que la práctica del anillado además de requerir un trabajo minucioso debe ser realizada con navajas bien afiladas para que el corte se haga solamente en la cáscara de los brotes. Cabe indicar que en una investigación realizada en aguacate cv. Ouro Verde por Biasi y Koller (1993) ocurrió el 17% de muertes debido al anillado de la corteza y 49.6% para el anillado combinado con la aplicación de 1 g·litro<sup>-1</sup> de AIB en acodos aéreos del cv. Ouro Verde. Lo anterior muestra la importancia que tiene la realización del anillado durante esta práctica de enraizamiento, donde la madera del brote aún no está totalmente lignificada.

La temperatura del aire y del sustrato, durante la conducción del experimento, se mantuvo dentro de la franja considerada ideal para la inducción y desarrollo de las raíces adventicias de especies templadas y subtropicales, entre 18 y 25° C según Hartmann *et al.* (1997).

La mezcla de cáscara de arroz carbonizado, turba y vermiculita en la proporción volumétrica de 1:1:1 proporcionó al sustrato una buena capacidad de retención de agua, aireación y estabilidad térmica ya que la temperatura media del sustrato varió de 22.4°C a 26.8°C y la temperatura del invernadero, de 18.2°C a 27.7°C. Sin embargo, el sustrato mostró problemas de estabilidad de estructura, debido a la fragilidad estructural de la vermiculita, que propició un asentamiento continuo del sustrato, que hizo necesario reposiciones periódicas de sustrato para mantenerlo próximo al nivel superior del tubo de PVC.

Los resultados de los efectos de los tratamientos sobre el enraizamiento de acodos de aguacate se muestran en el Cuadro 1. Se verificó que el anillado de la corteza del brote por si solo con 26.7%, superó estadísticamente al testigo y el estrangulado en la inducción del enraizamiento. Esto ocurrió porque, según Hartmann *et al.* (1997), el anillado ejerció un bloqueo inmediato sobre el flujo descendente de los productos elaborados por la fotosíntesis de las hojas, proporcionando la

acumulación de varios metabolitos arriba de la región anillada, como almidón, fitohormonas y cofactores de enraizamiento que favorecen la formación de raíces adventicias.

**Tabla 1.** Efecto del anillado, estrangulado y aplicación de AIB en brotes etiolados de aguacate de la selección 153.

Tratamientos	Acodos Enraizados (%)	Número de Raíces por Acodo	
		Primarias	Secundarias
Testigo	3.33 d <sup>z</sup>	2.0 c	10.0 c
Anillado de la corteza del brote	26.67 c	3.5 c	5.4 c
Estrangulado	6.66 d	6.0 c	10.0 c
Anillado + 5 g·litro <sup>-1</sup> de AIB	56.67 b	13.0 b	16.2 b
Anillado + 10 g·litro <sup>-1</sup> de AIB	73.67 a	22.0 a	28.5 a
Estrangulado + 5 g·litro <sup>-1</sup> de AIB	23.33 c d	4.2 c	5.7 c
Estrangulado + 10 g·litro <sup>-1</sup> de AIB	16.67 d	4.2 c	4.4 c
Coeficiente de variación (%)	19.5	13.5	15.4

<sup>z</sup>Medias seguidas de misma letra en la columna no difieren de acuerdo a la prueba de Tukey al nivel de 5% de probabilidad.

El estrangulado también debería interrumpir la circulación de los fotoasimilados, sin embargo, hasta los 70 días el crecimiento del brote, en diámetro, no fue suficiente para aumentar la presión del alambre, de modo que interrumpiera la circulación de fotoasimilados. Mejores resultados tal vez pudieran ser obtenidos si fuera utilizado un alambre más delgado, con mayor flexibilidad y que sea amarrado con mayor presión contra la corteza del brote.

Para los tratamientos con estrangulado, el efecto del AIB no llegó a ser estadísticamente significativo sobre los índices de enraizamiento de los acodos. Ya en los tratamientos con anillado del brote, el AIB aumentó significativamente la porcentaje de acodos enraizados y número de raíces primarias y secundarias en relación a los solamente anillados y al testigo (Figura 2).



**Figura 2.** Número de raíces de acodos de aguacate con tratamiento de anillado de la corteza y aplicación de AIB.

La concentración de 10 g·litro<sup>-1</sup> de AIB fue el mejor tratamiento, difiriendo de 5 g·litro<sup>-1</sup> de AIB y de todos los demás tratamientos en cuanto a porcentaje de acodos enraizados y número de raíces primarias y secundarias. Esos resultados coinciden con los obtenidos por Barrientos-Priego *et al.* (1986). Sin embargo, Biasi y Koller (1993) obtuvieron mayor enraizamiento sin AIB, debido probablemente a la alta mortalidad causada por la aplicación de AIB.

Se verificó también que, después que los acodos fueran transplantados para bolsas de plásticos, hubo supervivencia media de 90%. Solamente murieron las plántulas con sistema radical muy deficiente. Todas las plantas procedentes de los tratamientos con anillado sobrevivieron y no mostraron señales visuales de crisis pos-transplante.

Los resultados obtenidos en este experimento demuestran que el acodo es una técnica viable para la producción vegetativa de variedades copa y también de portainjertos de aguacate, cuyo enraizamiento por estacas es difícil (Frolich y Platt, 1971-72; Gustafson y Kadman, 1969; Leal, 1966).

## CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo permiten concluir que:

El anillado de brotes etiolados, con retirada de 3 mm de corteza es más efectivo en promover el enraizamiento de acodos de aguacate que el etiolamiento y estrangulado del brote con alambre. La aplicación de AIB aumenta el índice de enraizamiento, solamente en brotes anillados, siendo la concentración de 10 g-litro<sup>-1</sup> de AIB más eficiente que la de 5 g-litro<sup>-1</sup>. Combinando el anillado de la corteza en brotes etiolados con la aplicación de 10 g-litro<sup>-1</sup> de AIB es posible obtener el 74% de enraizamiento en acodos de aguacate a los 70 días.

## LITERATURA CITADA

- BERGH, B.O.; ZENTMEYER, G.A.; WHITSELL, R.H.; BOSWELL, S.B.; STOREY, W.B. 1976. Avocado rootstocks breeding, especially in relation to *Phytophthora*. Acta Horticulturae 57:237-41.
- BARRIENTOS-PRIEGO, A.; BORYS, M.W.; BARRIENTOS-PÉREZ, F. 1986. Rooting of avocado cuttings. Calif. Avocado Soc. Yearbook 70: 157-63.
- BIASI, L.A; KOLLER, O.C. 1993. Propagação clonal do abacateiro cv. Ouro Verde através da mergulhia de ramos estiolados. Revista Brasileira de Fruticultura 15(3): 95-102.
- GUSTAFSON, C.D.; KADMAN, A. 1969. Effect of some plant hormones on the rooting capacity of avocado cuttings. Calif. Avocado Soc.. Yearbook 53: 97-100.
- FROLICH, E.F. 1961. Etiolation and the rooting of cuttings. Proc. Int. Plant Prop. Soc. 11: 277-83.
- FROLICH, E.F.; PLATT, R.G. 1971-72. Use of etiolation technique in rooting avocado cuttings. Calif. Avocado Soc. Yearbook 53: 97-109.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES, F.T. 1997. Plant Propagation - Principles and practices. 6<sup>th</sup> ed. Englewood Clippis. New York, USA. 645 p.
- KOLLER, O.C. 1992. Abacaticultura. 2ed. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS. Brazil. 138 p.
- LEAL, F. 1966. Enraizamiento de estacas de aguacate. Agronomía Tropical XVI(2): 141-45,
- MOHR, H.; SCHOPFER, P. 1995 Physiology of hormone action. p.383-408. In: Plant Physiology Freiburg.
- RAM, M.; MAJUMDAR, P.K. 1980. Propagating litchi through stoling. Indian Hort. 25(2): 20-21.
- REUVENI, O.; RAVIV, M. 1981. Importance of leaf retention to rooting of avocado cuttings. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 106(2): 127-30.
- SALAZAR-GARCÍA, S.; BORYS, M.W. 1983. Clonal propagation of the avocado through franqueamiento. Calif. Avocado Soc. Yearbook 67: 69-72.

VEIERSKOV, B. 1988. Relations between carbohydrates and adventitious root formation, pp. 70-78, *In: Davies, T.D.; Haissig, B.E.; Sankla, N. (eds.) Adventitious Root Formation in cuttings. V.2* Discorides Press, Portland USA.

ZENTMEYER, G.A.; GUILLEMET, F.B.; HARJUNG, M.K.; ZARI, A.I. 1977. Resistance to *Phytophthora* root rot. Calif. Avocado Soc. Yearbook 61: 76-79.