

PROPAGACIÓN DE AGUACATERO POR ACODO UTILIZANDO ETIOLACIÓN, ÁCIDO INDOLBUTÍRICO, Y OBSTRUCCIÓN DE SAVIA

I. Rogel-Castellanos¹; R. B. Muñoz-Pérez¹ J. G. Cruz-Castillo²

¹Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C. Ignacio Zaragoza No. 6. Coatepec Harinas, Estado de México. México. Fax: (714) 50279. Email: cictamex@prodigy.net.mx

²Centro Regional Universitario Oriente. Universidad Autónoma Chapingo. Aptdo. 49. Huatusco, Veracruz. 94100. México. Fax: (273) 10764. Email: cruo_uach@iqia.com.mx

RESUMEN

Con el objetivo de contar con una metodología para propagar clonalmente portainjertos de aguacatero (*Persea americana* Mill.) se realizó la presente investigación, la cual consistió en estudiar el efecto del tipo de injerto, dos concentraciones de ácido indolbutírico (AIB), y obstrucción de savia sobre vástagos etiolados de un portainjerto de raza Mexicana enraizado por acodo aéreo en maceta. Se determinó que el tipo de injerto influye en forma significativa sobre la capacidad de enraizamiento de los brotes etiolados. Las plantas de injerto hendidura aplicadas con 10 000 mg-litro⁻¹ de AIB sin obstrucción de savia en los brotes etiolados, alcanzaron una mayor calidad de enraizamiento. Las plantas injertadas por enchapado lateral aplicadas con 5 000 mg-litro⁻¹ de AIB sin obstrucción de savia tuvieron un menor número y longitud de raíces.

PALABRAS CLAVE: *Persea americana*, portainjertos, enraizamiento, injerto, propagación clonal, auxina

AVOCADO LAYERING PROPAGATION USING ETIOLATION, INDOLBUTIRIC ACID, AND SAP OBSTRUCTION

SUMMARY

With the purpose of finding a methodology for clonally propagate avocado (*Persea americana* Mill.) rootstocks this investigation was carried out. It was studied the effect of the type of graft, indolbutiric acid (IBA) concentrations, and sap obstruction on etiolated shoots of an avocado rootstock of the Mexican race rooted by air layering in pots. The rooting capacity of etiolated shoots was influenced by the type of graft. Tip-grafted plants with 10,000 mg-liter⁻¹ of IBA without sap obstruction of etiolated shoots achieved the highest rooting quality. Veener grafted etiolated plants treated with 5,000 mg-liter⁻¹ of IBA without sap obstruction had lower number and length of roots.

KEY WORDS: *Persea americana*., rootstocks, rooting, grafting, clonal propagation, auxin

INTRODUCCIÓN

En general las huertas comerciales de aguacate en México se establecen con plantas injertadas, preferentemente por enchapado lateral, sobre portainjertos criollos de raza Mexicana (Gallegos, 1983), sin que se lleve un estricto control sobre la fuente de la semilla usada.

Como en otros sistemas de producción frutícola, existe la necesidad de utilizar portainjertos específicos que toleren enfermedades que atacan a la raíz. Por ejemplo, en el estado de Michoacán la pudrición radical o tristeza del aguacatero causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands ocasionó daños severos a por lo menos 100,000 árboles de aguacatero, causando pérdidas económicas

para los productores de 32'700 000 pesos (Vidales y Alcantar, 1994).

Dada la alta heterogeneidad que de forma natural presentan los portainjertos obtenidos de semilla, es poco probable conservar alguna característica sobresaliente de algún genotipo, en cuanto a su respuesta a condiciones edáficas adversas, por lo que se hace necesaria la propagación clonal de estos genotipos de interés (González y Salazar, 1984).

También se tiene la necesidad de propagar clonalmente individuos ya identificados como tolerantes a condiciones de salinidad del suelo para probar su efecto como portainjerto (López *et al.*, 1993).

El aguacatero es una especie de difícil enraizamiento por lo que se han utilizado diferentes metodologías para su propagación clonal. Frolich y Platt (1971), mencionaron la conveniencia de injertar el portainjerto específico sobre plántulas de semilla y obtener estacas con su base etiolada y anillada para promover el enraizamiento.

El efecto de las auxinas sobre el enraizamiento de estacas de aguacate ha sido estudiado por Kadman y Ben-Ya'acov (1965), Leal (1966), Salazar y Borys (1983), y otros. Existen estudios donde los tratamientos auxínicos son más eficientes cuando se combinan con otras prácticas de propagación como son la etiolación (Mohammed y Sorhaindo, 1984), y la obstrucción de savia (Frolich y Platt, 1971). Asimismo, la época del año para enraizar estacas de aguacatero puede ser determinante (Kadman y Gustafson, 1970).

Barrientos *et al.* (1986), basándose en la técnica de Frolich y Platt (1971), utilizó los ácidos naftalenacético e indolbutírico a 300 y 10,000 mg-litro⁻¹, respectivamente, obteniendo más del 90% de enraizamiento en estacas etioladas de los cultivares Fuerte y Colín V-33.

Considerando la necesidad de obtener portainjertos específicos y además posibilitar la evaluación de individuos sobresalientes en productividad creciendo con sus propias raíces, se realizó esta investigación con el objetivo de establecer una metodología de propagación clonal del aguacatero.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó dentro de un invernadero del vivero del Centro Experimental "La Cruz", de la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C., el cual se ubica geográficamente a 19°57' latitud Norte y 99°46' longitud Oeste, a una altitud de 2,140 m, en el municipio de Coatepec Harinas, Estado de México.

El material que se utilizó para el enraizamiento provino de un árbol de aguacate de raza Mexicana, el cual se encuentra en la parcela "Doctor 1" dentro del Centro Experimental "La Cruz", identificado con el número 127. Es un árbol muy vigoroso que no presenta síntomas de deficiencias nutrimentales ni de enfermedades radicales, al cual se le ha denominado 'Tepetl' (cerro en lengua Nahuatl). Dada estas características se le ha considerado como un individuo sobresaliente para su uso como portainjerto.

Los tratamientos contemplados para el experimento fueron: métodos de injertación de enchapado lateral y hendidura; obstrucción de savia: libre y estrangulado y la aplicación de AIB a 5,000 y 10,000 mg-litro⁻¹. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar, en arreglo factorial 2³. La unidad experimental fue un vástago etiolado y se tuvieron de dos a cuatro repeticiones por tratamiento en

cada fecha de aplicación de auxinas (bloques), en octubre (bloque 1) y en noviembre-diciembre (bloque 2).

Para la obtención de plantas nodrizas (portainjerto temporal) se colectaron 250 semillas de un árbol criollo de raza Mexicana marcado con el número 72 localizado en la parcela "La Joya" dentro del Centro Experimental "La Cruz". Las semillas se sembraron en bolsas de polietileno negro llenadas hasta la mitad con tierra de monte, previamente desinfectada con Fumigran (bromuro de metilo al 98%). Como las plántulas tenían tallos con diámetro de 3 a 5 mm, la mitad se injertaron por enchapado lateral y el resto por hendidura. Los miniinjertos se realizaron con varetas provenientes del árbol 'Tepetl' de 5 a 7 cm de longitud.

Las plántulas injertadas, se introdujeron a una cámara oscura para su etiolación. Dentro de la cámara sólo se permitió el crecimiento de un brote por injerto y cuando estos presentaron una longitud de 10 a 25 cm se les aplicó ácido indolbutírico (AIB) mediante un pincel de pelo de camello. El AIB fue aplicado en solución alcohólica al 70% en la base de los vástagos y para facilitar su penetración se realizaron dos cortes longitudinales opuestos de 2 cm de profundidad y largo.

El estrangulamiento se realizó al momento de retirar las plantas de la cámara oscura, en la base de los vástagos etiolados se les hizo un amarre con una pieza de alambre de cobre de 5 cm de largo, con la finalidad de que al ir engrosando el vástago se lograra paulatinamente la obstrucción de savia.

Después de aplicar los tratamientos, se desdobló la bolsa y se llenó con tierra de monte previamente desinfectada con Fumigran para cubrir los acodos y esperar el enraizamiento. Después de un período de 102 días se realizó la toma de datos.

Las variables evaluadas fueron: número de raíces; porcentaje de enraizamiento; longitud total de raíces; e índice de calidad de enraizamiento (Acosta *et al.*, 1998); éste resultó al multiplicar el número y la longitud total de las raíces

Se llevó a cabo un análisis de varianza (ANAVA) de los datos utilizando el procedimiento GLM de SAS (SAS INSTITUTE, 1989). Para la comparación de medias se utilizaron pruebas ortogonales con LSMEANS de SAS (SAS INSTITUTE, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El número de raíces por brote, la longitud total de raíces, y el índice de calidad del enraizamiento fueron afectados significativamente ($P \leq 0.05$) por el tipo de injerto (Cuadro 1). En cambio, la obstrucción de savia y las con-

centraciones de AIB, en forma independiente, no afectaron significativamente las tres variables estudiadas.

Las plantas injertadas por el método de hendidura presentaron un mayor número de raíces alargadas de buena calidad que las provenientes de plantas injertadas por enchapado lateral (Cuadro 1). En Estados Unidos de Norteamérica y en la República de Sudáfrica el tipo de injerto utilizado en el enraizamiento de portainjertos clonales de aguacate es el de hendidura. Al momento de la evaluación, las plantas injertadas por enchapado lateral presentaron un mayor número de hojas maduras que pudieron competir con el desarrollo de las nuevas raíces. Las hojas y las raíces pueden competir por carbohidratos (Davison, 1990).

Se presentó una interacción con diferencias significativas entre los tres factores estudiados en lo referente al índice de calidad de enraizamiento, mostrando que las plantas con injerto de hendidura sin obstrucción de savia con la aplicación de 10 000 mg·litro⁻¹ de AIB tuvieron una mejor respuesta. En contraste, plantas con injerto de hendidura, estranguladas, y tratadas con 10 000 mg·litro⁻¹ de AIB tuvieron una menor calidad de enraizamiento. Resultados similares fueron obtenidos con plantas injertadas por enchapado lateral sin estrangulamiento tratadas con 5 000 mg·litro⁻¹ de AIB (Cuadro 2).

En estudios preliminares no mostrados en el presente artículo, se determinó que junto con el tipo de injerto y la obstrucción de savia la aplicación de AIB fue necesaria para obtener enraizamiento en portainjertos de aguacatero. Frolich y Platt (1971), y Kadman y Ben-Ya'acov (1965), han mostrado estacas y acodos de aguacate donde las auxinas no alteraron significativamente el enraizamiento. En contrate, Barrientos *et al.* (1986), indicaron que el uso de auxinas junto con el anillado de estacas con sus bases etioladas tuvieron un efecto positivo en el enraizamiento. Resultados similares fueron encontrados en nuestro trabajo (Cuadro 2). Esto sugiere que el portainjerto 'Tepetl' puede requerir de auxinas exógenas para formar raíces.

Existieron diferencias significativas entre fechas de establecimiento de los tratamientos. Las plantas tratadas en el mes de octubre de 1997 (bloque 1), presentaron mayor longitud total de raíces por brote (183.31 cm) que aquellas tratadas en noviembre-diciembre de 1997 (120.0 cm). Estos diferentes períodos de tiempo pudieron significar cambios fisiológicos que afectaron los resultados, por ejemplo, diferencias en la velocidad del crecimiento.

El porcentaje de enraizamiento no fue afectado significativamente ($P \leq 0.05$) por los efectos principales e interacciones del tipo de injerto, concentración de auxina, y la obstrucción de savia.

CUADRO 1. Medias ajustadas por el método de cuadrados mínimos del efecto del tipo de injerto sobre el número de raíces, longitud total de raíces por brote e índice de calidad de enraizamiento en acodos de aguacatero (*Persea americana* Mill.) en vivero. Coatepec Harinas, México. 1998.

Tipo de injerto	Número de raíces por brote	Longitud total de raíces por brote (cm)	Índice de calidad de enraizamiento ^z (cm)
Hendidura	20.19 a ^y	184.84 a	4983.81 a
Enchapado lateral	14.11 b	112.29 b	3195.24 b

^z Obtenido multiplicando la longitud total de raíces por el número de raíces

^y Diferentes a una $P \leq 0.05$ mediante pruebas ortogonales.

CUADRO 2. Interacción entre el tipo de injerto, la concentración de auxina (AIB) y la obstrucción de savia sobre el índice de calidad de enraizamiento^y, en acodo de aguacatero (*Persea americana* Mill.) en vivero.

Tipo de injerto, nivel de obstrucción y concentración de auxina	Medias ajustadas del índice de calidad de enraizamiento ^y
Hendidura libre 10,000 mg·litro ⁻¹ AIB	10731.59 a
Hendidura estrangulado 5,000 mg·litro ⁻¹ AIB	8240.49 ab
Hendidura libre 5,000 mg·litro ⁻¹ AIB	5555.48 abc
Hendidura estrangulado 10,000 mg litro ⁻¹ AIB	4804.88 bc
Enchapado lateral estrangulado 10,000 mg·litro ⁻¹ AIB	3999.79 bc
Enchapado lateral libre 10,000 mg·litro ⁻¹ AIB	2083.94 c
Enchapado lateral estrangulado 5,000 mg·litro ⁻¹ AIB	1156.59 c
Enchapado lateral libre 5,000 mg·litro ⁻¹ AIB	936.72 c

^y Obtenido multiplicando la longitud total de raíces por el número de raíces.

^z Separación de medias a $P \leq 0.05$ mediante pruebas ortogonales.

CONCLUSIONES

Los vástagos etiolados provenientes de injerto de hendidura presentan una mayor capacidad de enraizamiento que aquellas de injerto de enchapado lateral.

El tratamiento para un mejor enraizamiento en acodo aéreo en maceta es con el uso de injerto de hendidura más la aplicación de 10,000 mg·litro⁻¹ de AIB sin la obstrucción de savia.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA C., M.; MUÑOZ P., R.B.; CRUZ C., J.G. 1998. Estacas suaves y uso de auxinas en el desarrollo de portainjertos de duraznero y sus efectos sobre el crecimiento del injerto 'Diamante' en vivero. *Horticultura Mexicana* 6(1): 15-23.
- BARRIENTOS P., A.; BORYS, M.W.; BARRIENTOS P., F. 1986. Rooting of avocado cuttings (*Persea americana* Mill.) cvs. Fuerte and Colín V-33. *California Avocado Society Yearbook* 70: 157-163.
- DAVISON, R.M. 1990. The physiology of the kiwifruit vine. In: *Kiwifruit Science and Management*. I.J. Warrington and C.C. Weston (eds.). Richards-New Zealand Society for Horticultural Science. New Zealand. pp. 127-154.
- FROLICH, E. F.; PLATT, R. G. 1971. Use of the etiolation technique in rooting avocado cuttings. *California Avocado Society Yearbook* 55: 97-109.
- GALLEGOS E., R. 1983. Algunos aspectos del aguacate y su producción en Michoacán. Universidad Autónoma Chapingo. Grupo Editorial Gaceta, S.A. Chapingo, México. S.A. 317 p.
- GONZALÉZ R., H.; SALAZAR-GARCÍA, S. 1984. Root induction and vegetative development from avocado plantules (*Persea americana* Mill.). *California Avocado Society Yearbook* 48: 167-171.
- GUSTAFSON, C. O.; KADMAN, A. 1969. Effect of some plant hormones on the rooting capacity of avocado cuttings. *California Avocado Society Yearbook* 53: 97-100.
- KADMAN, A.; BEN-YA'ACOV, A. 1965. A review of experiments on some factors influencing the rooting of avocado cuttings. *California Avocado Society Yearbook* 49: 67-72.
- KADMAN, A.; GUSTAFSON, C. 1970. The use of potassium salt of indolbutyric acid (KIBA) in rooting avocado cuttings. *California Avocado Society Yearbook* 54: 96-99.
- LEAL, F. 1966. Enraizamiento de estacas de aguacate. *Agronomía Tropical* 16(2): 141-145.
- LÓPEZ L., L.; SAAVEDRA G., C.; RUBÍ A., M. 1993. Selección de segregantes de aguacate (*Persea americana* Mill.). Memoria de la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C. Coatepec Harinas, México. 167-179.
- MOHAMMED, S.; SORHAINDO, O.A. 1984. Production and rooting of etiolated cuttings of West Indian and hybrid avocados. *Tropical Agriculture* 61(3): 200-204.
- SALAZAR G., S.; BORYS, M. W. 1983. Clonal propagation of the avocado through "Franqueamiento". *California Avocado Society Yearbook* 67: 69-72.
- SAS INSTITUTE. 1989. SAS User's Guide: Statistics. Version 6, 4th ed., Vol. 1. SAS Institute USA.
- VIDALES F., J.A.; ALCANTAR R., J.J. 1994. Control integrado de la tristeza (*Phytophthora cinnamomi*) del aguacate (*Persea americana*) en Michoacán. Memorias VII Reunión Científica y Técnica Forestal y Agropecuaria. Centro de Investigación del Pacífico Centro. INIFAP 7 p.