

PROPAGACIÓN DE LA MACADAMIA POR INJERTACIÓN Y ESTACADO

J. G. Cruz-Castillo¹; M. Nicolás-Cruz²; I. Rogel-Castellanos²

¹Centro Regional Universitario Oriente. Universidad Autónoma Chapingo. Aptdo. 49. Huatusco, Veracruz. 94100. México.

Fax: (273)40764. E-mail: cruo_uach@iqia.com.mx

²Fundación Salvador Sánchez Colín CICTAMEX, S.C. Coatepec Harinas, Estado de México. México. Fax: (714)50279. E-mail: cictamex@prodigy.net.mx

RESUMEN

Con la finalidad de estudiar algunas prácticas para propagar asexualmente la macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden and Betche, y *Macadamia tetraphylla* Jonh.), se implementaron experimentos sobre injertación y estacado de ramas. En ambos tipos de propagación las plantas fueron introducidas en una cámara con nebulización intermitente. La investigación se realizó durante 1998. Se encontraron diferencias significativas entre genotipos en lo relativo al injerto, destacando la selección L-46 con un porcentaje de prendimiento del 65%. El injerto se llevó a cabo sobre portainjertos de 9 meses de edad. En cuanto al estacado, la selección de *M. tetraphylla*, A527, y el híbrido de *M. integrifolia* x *M. tetraphylla*, 'Beaumont', alcanzaron un adecuado enraizamiento de 80 y 89 %, respectivamente. Generalmente, los árboles de *M. integrifolia* presentaron una menor capacidad de enraizamiento.

PALABRAS CLAVE: Enraizamiento, auxinas, frutales, *Macadamia integrifolia*, *Macadamia tetraphylla*.

MACADAMIA PROPAGATION BY GRAFTING AND STEM CUTTINGS

SUMMARY

Asexual propagation of macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden and Betche, and *Macadamia tetraphylla* Jonh.) by grafting and stem cuttings was carried out. The research was performed in 1998. For both types of propagation the plants were placed under mist. In relation to the grafting, there were significant differences among genotypes. The L-46 selection had 65% of grafting success. The grafting was on 9 month old seedlings. Stem cuttings from the selection of *M. tetraphylla*, A527, and the hybrid of *M. integrifolia* x *M. tetraphylla*, 'Beaumont', achieved an adequated rooting of 80 and 89%, respectively. In general, *M. integrifolia* trees had less rooting capacity.

KEY WORDS: Rooting, auxins, fruti crop, *Macadamia integrifolia*, *Macadamia tetraphylla*.

INTRODUCCIÓN

Con la apertura de compañías comercializadoras de macadamia en México, el cultivo de este frutal se encuentra en una etapa de crecimiento en superficie plantada, y algunos autores han especulado que a corto plazo nuestro país podría ser uno de los principales productores de macadamia en el mundo (Martínez y Cooper, 1995).

Debido a la gran demanda comercial de plantas de macadamia para establecer nuevas plantaciones y renovar huertas con nuevos cultivares, es importante estudiar métodos de propagación. La injertación generalmente resulta en una baja tasa de sobrevivencia de plantas y la producción de plantas lleva de dos o tres años en vivero, como es el caso en Temascaltepec, México, y Huatusco, Veracruz.

Se ha encontrado un buen prendimiento y aprovechamiento final de diferentes cultivares de macadamia en árboles de un año y medio de edad (Hernández, 1994). Otros investigadores han obtenido plantas injertadas de macadamia en un período máximo de un año (Campo-Dall'orto *et al.*, 1988) o en menos tiempo (Tonks, 1970; Leigh, 1973).

En diversos trabajos de investigación (Ryan y Frolich, 1958; Oppenheimer y Reuveni, 1961; Allan y Mitchell, 1968) se ha mostrado que los cultivares de macadamia pueden propagarse satisfactoriamente mediante enraizamiento de estacas de tallo bajo nebulización intermitente. Bell (1996) ha indicado que en el huerto las plantas de macadamia propagadas por esquejes desarrollan adecuadamente en comparación con las injertadas sobre patrones de pié franco.

En México, el desarrollo de estudios sobre la propagación vegetativa de la macadamia ha sido recomendado desde hace 19 años (Cruz, 1981). En la actualidad existen documentos sobre micropropagación (Alvarado, 1997) e injerto (Hernández, 1994) de la macadamia. Sin embargo, no se encontró publicación alguna sobre su propagación por estacas.

Los objetivos de la presente investigación fueron evaluar el injerto de macadamia sobre portainjertos menores a un año de edad, y estudiar la capacidad de enraizamiento de estacas de macadamia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el vivero del Centro Experimental La Labor de la Fundación Salvador Sánchez Colín-CICTAMEX, S.C., localizado en Temascaltepec, México, a una altura de 2050 m, con un clima templado subhúmedo lluvioso en verano, una precipitación anual de 1300 mm y una temperatura media anual de 18° C, según datos registrados en la estación meteorológica local.

Injerto.

En plántulas de macadamia de 9 meses de edad provenientes de semilla de la selección del híbrido de *M. integrifolia* y *M. tetraphylla*, 'L21', se realizaron 200 injertos de enchapado lateral con varetas de las selecciones de *M. integrifolia*, L46 y L80. Los injertos se realizaron en junio de 1998. Posteriormente, los árboles fueron colocados bajo condiciones de nebulización y media sombra. El diseño experimental fue completamente al azar, con cinco repeticiones y 20 plantas por unidad experimental. La variable evaluada fue porcentaje de prendimiento. La colecta de los datos fue en octubre de 1998.

Estacado.

Se incluyeron 5 cultivares de *M. integrifolia*: 'L46', 'L80', 'L70', 'Wallace' y 'Lewis'; dos de *M. tetraphylla*: 'L44' y 'A527'; y dos híbridos entre ambas especies: 'Beaumont' y la selección L37.

El experimento se diseñó bajo un arreglo completamente al azar con cuatro repeticiones y 20 estacas en cada repetición. Utilizándose 80 estacas de cada cultivar dando un total de 720 estacas. Las estacas se colectaron de la parte terminal de la rama con dos nudos, utilizando como sustancia promotora del enraizamiento se utilizó ácido indolbutírico a 10 000 mg-litro⁻¹.

La cama de enraizamiento contó con tapetes de calefacción, manteniendo la temperatura del fondo del sustrato alrededor de los 24° C (Bell, 1996). También se aplicó riego por microaspersión durante 10 s cada 5 min de 9 de la mañana a 6 de la tarde.

El estacado se realizó en julio y agosto de 1998, la toma de datos se llevó a cabo cuatro meses después. Las variables medidas fueron el porcentaje de enraizamiento, número de raíces por estaca, y longitud media de raíces por estaca. Los datos fueron evaluados mediante análisis de varianza (SAS, 1989).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Injertación.

Se obtuvieron diferencias ($P \leq 0.05$) entre las dos selecciones utilizadas como fuente de varetas siendo la selección L46 la que presentó mayor prendimiento con un 65% de éxito contra un 35% de la selección L80.

Diferencias en prendimiento del injerto debido al cultivar también han sido encontradas en cultivares de macadamia injertadas en portainjertos de *M. tetraphylla* de un año de edad (Hernández, 1994). El porcentaje de prendimiento obtenido del 65% para la selección L46 es mayor en relación al 50 % obtenido por Ryan y Frolich (1956) con otros genotipos, sin embargo, estos mismos autores obtuvieron un 80% de prendimiento cuando realizaron los injertos en invierno, y el presente trabajo se llevó a cabo en verano. El porcentaje de prendimiento en la injertación de la macadamia se eleva cuando se anillan ramas seis semanas antes de injertarse (Jones y Storey, 1938). En el presente trabajo no se anillaron ramas.

La brotación de las yemas de las varetas con este método de injerto es más lenta en comparación con el injerto tradicional en plantas de mayor edad, pues la brotación de las yemas de los injertos ocurrió a los 90 días, y en el caso de injertos sobre patrones de un año y medio de edad ocurre a los 60 días en Temascaltepec, México.

Sin embargo, en el presente trabajo, se logró reducir el tiempo de permanencia en vivero de las plantas, a 14 meses, tiempo en que la planta injertada se encontraba lista para plantarse. En Temascaltepec, México, y en Huatusco, Veracruz, las plantas injertadas de macadamia pueden permanecer en el vivero hasta dos o tres años antes de llevarse a la huerta.

Estacado.

Se detectaron diferencias significativas en la respuesta al enraizamiento entre los diferentes cultivares de macadamia, siendo los mejores el cultivar A527 de la especie *M. tetraphylla*, y 'Beaumont' un híbrido de ambas especies (Cuadro 1).

En general se ha observado que las estacas de los cultivares de *M. tetraphylla* producen mejores sistemas de raíz y enraizan en menos tiempo que los cultivares de *M. integrifolia* (Ryan y Frolich, 1958). En nuestro estudio

la selección L44 es de *M. tetraphylla* y tuvo un bajo porcentaje de enraizamiento.

Se obtuvieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en lo relativo al número de raíces por estaca entre los diferentes cultivares; siendo el cultivar A527 el que tuvo mayor número de raíces por estaca. 'Beaumont' fue igual a 'Lewis' y 'L-46' en número de raíces por estaca (Cuadro 1). Diferencias entre cultivares en la facilidad de enraizamiento han sido mencionadas por Ryan y Frollich (1958) y Bell (1996).

El cultivar Wallace, y las selecciones L70 y L80 de *M. integrifolia* presentaron bajo número de raíces por estaca. Estos datos confirman que los cultivares de *M. integrifolia* son de difícil enraizamiento (Bell, 1996).

En lo referente a la longitud media de raíces por estaca existieron diferencias significativas entre los diferentes cultivares y selecciones, siendo 'Beaumont' y A527 los cultivares que tuvieron una mayor longitud de raíces de aproximadamente 5 cm (Cuadro 1).

CUADRO 1. Porcentaje de enraizamiento, y promedios del número de raíces y longitud media de raíces por estaca de nueve selecciones y cultivares de macadamia.

Cultivar o selección	Enraizamiento %	Número de raíces por estaca	Longitud media de las raíces por estaca (cm)
A527	88.7 a ^z	12.6 a	4.9 ab
Beaumont	80.0 a	7.6 bc	5.2 a
Lewis	57.5 b	8.5 b	4.2 b
Wallace	41.2 bc	5.4 de	4.2 b
L46	41.2 bc	7.1 bcd	1.6 cd
L37	40.0 bcd	6.0 cd	2.9 c
L80	36.2 cd	2.4 f	1.4 d
L44	27.5 cd	5.8 cd	1.9 c
L70	21.2 d	2.9 ef	1.6 cd

^z Medias con la misma letra en cada columna son iguales estadísticamente de acuerdo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

Algunos cultivares son difíciles de propagar por estacas (Bell, 1996). Las selecciones L46, L70 y L80, caracterizadas por producir una excelente calidad de almendra en el área de Temascaltepec, México, presentan un porcentaje de enraizamiento menor comparadas con el cultivar Beaumont y la selección A527.

En Hawai los árboles de macadamia propagados por esqueje han sido considerados inferiores por su susceptibilidad al daño por viento (Beaumont y Fukunaga, 1958). Este problema de anclaje puede estar relacionado al tipo de suelo y a técnicas de manejo que afecten la distribu-

ción de raíces (Lawes, 1990). Experiencias en Rodesia (Comrak y Bate, 1977), y Australia (Bell y Gallagher, 1997) señalan que macadamias propagadas por estacas no presentan un sistema de anclaje superficial y desarrollan adecuadamente. Asimismo, en Sudáfrica el híbrido 'Beaumont' propagado por estacas empieza a usarse como portainjerto clonal (Bell, 1996). Árboles de macadamia provenientes de acodo aéreo no mostraron problemas de crecimiento con respecto a árboles injertados en una evaluación preliminar en Israel (Kadman, 1986).

Nuestros resultados de enraizamiento indican la posibilidad de propagar por esquejes algunas cultivares y portainjertos de macadamia en México.

CONCLUSIONES

El porcentaje de prendimiento de injertos sobre portainjertos provenientes de semilla de la selección de macadamia L21, fue diferencial con respecto al genotipo, resultando mayor para la selección L46 con un 65% de éxito en comparación con varetas de la selección L80 con un 35% de injertos prendidos.

El enraizamiento de estacas de macadamia está influenciado por el genotipo, resultando la selección A527 y el cultivar Beaumont con mayor porcentaje de enraizamiento, A527 con mayor número de raíces por estaca, y el cultivar Beaumont y la selección A527 con mayor longitud media de raíces por estaca.

LITERATURA CITADA

- ALLAN, P.; MITCHELL, C.F. 1968. Rooting macadamia cuttings. California Macadamia Society Yearbook 14: 92-97.
- ALVARADO R., H.R. 1997. Obtención de brotes y enraizamiento de macadamia (*M. integrifolia* y *M. tetraphylla*) mediante el cultivo in vitro de yemas axilares y ápices. Tesis profesional Ingeniero Agrónomo. Especialista en Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. 68 p.
- BEAUMONT, J.H.; FUKUNAGA, E.T. 1958. Root systems of macadamias as influenced by nursery practices. California Macadamia Society Yearbook 6: 50.
- BELL, H.F.D. 1996. Cuttings as an alternative to grafted trees. Australian Macadamia Society News Bulletin 23(6): 51-57.
- BELL, H.F.D.; GALLAGHER, E.C. 1997. High density plantings of cuttings in macadamia. 1996 progress report. Australian Macadamia Society News Bulletin 24(2): 43-48.
- CAMPO-DALL'ORTO, F.A.; OJIMA, M.; BARBOSA, W.; SABINO, C.; RIGITANO, O. 1988. Enxertia precole la nogueira-macadamia. Bragantia, Campinas 47(2): 195-211.
- CORMACK, D.B.; BATE, G.C. 1977. Growth studies on young macadamia developed from stem cuttings. Rhodesian Journal of Agricultural Research 15: 201-213.
- CRUZ C., J.G. 1981. Proyectos y necesidades de investigación sobre la macadamia en el INIREB. Simposio interno del proyecto manejo integral del bosque mesófilo. INIREB 8330150. Xalapa, Ver., México.

- HERNÁNDEZ, D. O. 1994. Evaluación de afinidad y compatibilidad en 24 variedades de macadamia injertadas por el método de púa terminal embolsado. Tesis profesional Ingeniero Agrónomo. Especialista en Fitotecnia. Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Agrícolas. Córdoba ,Veracruz., México. 103 p.
- JONES, W.W.; STOREY, W.B. 1938. Plant propagation. Hawaii Agricultural Experimental Station Report 1937, p.28.
- KADMAN A. 1986. Propagation of macadamia by airlayering. Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture 30: 143-145.
- LAWES, G.S. 1990. Propagation of kiwifruit. pp. 297-321. *In: Kiwifruit Sand Management*. I.J. Warrington and G.C. Weston. (eds.) Ray Richards Publisher and New Zealand Society for Horticultural Science.
- LEIGH, D.S. 1973. Notes on macadamia propagation in New South Wales. California Macadamia Society Yearbook 19: 55-60.
- MARTÍNEZ, J.M.; COOPER, T.H. 1995. Macadamia nuts Mexico. Macadamia de México S.A. 49 p.
- OPPENHEIMER, CH.; REUVENI, O. 1961. Rooting macadamia cuttings. California Macadamia Society Yearbook 7: 52-56.
- RYAN, G.F.; FROLICH, E. 1958. Response of macadamia cuttings to indolebutyric acid. California Macadamia Society Yearbook 4: 42.
- SAS. 1989. User's guide: Statistics. Version 6. Vol 1. SAS institute, USA.
- TONKS, E. 1970. Bag grafting macadamias. California Macadamia Society Yearbook 16: 59-63.