

Enraizamiento de estacas de *Eucalyptus camaldulensis*¹

J. Rigoberto Quintanilla G.²

Puntos claves y recomendaciones:

- ◆ Se evaluaron tres dosis de Acido indolbutírico (AIB), para estimular la formación de raíces en estacas de *Eucalyptus camaldulensis*.
- ◆ Se utilizó un diseño estadístico completamente al azar con cuatro repeticiones, se evaluó el número de estacas con brotes y el número y longitud de raíces.
- ◆ No se encontraron diferencias significativas entre las dosis utilizadas en cuanto al número y tamaño de raíces y porcentaje de enraizamiento y prendimiento en campo.

Introducción

El Salvador es uno de los países más deforestados de Latinoamérica, tan sólo se conserva el 2% de su vegetación original. El deterioro del ecosistema se debe en parte a la demanda de leña como fuente energética para la población, razón por la cual las zonas que aún conservan áreas forestales están constantemente amenazadas. Ante esta situación se necesitan técnicas para lograr una producción efectiva de especies forestales, y aumentar el rendimiento por unidad de área y de mejor calidad.

La reproducción por estacas, es una forma de propagación vegetativa, la cual presenta las características de sus progenitores. Thibau (1980), afirma que el problema de la propagación sexual (por semilla) requiere mucho tiempo y no es viable técnicamente. Hartmann (1972) afirma que las plantas propagadas vegetativamente reproducen toda la información de la planta progenitora. Salazar y Berceril (1983), comentan que el objetivo de tratar las estacas con auxinas es incrementar la producción de raíces.

La investigación consistió en probar el efecto de tres dosis de AIB para inducir el enraizamiento de estacas de *Eucalyptus camaldulensis* bajo condiciones de invernadero.

¹ Basado en: Muñóz V., J.E.; Quintanilla G., J.R.; Rivas R., F.A.; Urbina U., C.A. 1991. Evaluación de tres dosis de ácido indolbutírico (AIB), en el enraizamiento de estacas de *Eucalyptus camaldulensis* y plantación de un huerto clonal. Tesis Ing. Agr. Fac. de Ciencias Agronómicas, UES. 91p.

² Jefe de la Unidad de Ciencias Forestales, Fac. de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador.

Metodología

Selección de material vegetativo. Se seleccionaron 64 árboles de *E. camaldulensis* pertenecientes a un rodal de tres años de establecido, localizados en la Estación Experimental y de pruebas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de UES, San Luis Talpa, Depto. La Paz, a 36 msnm; con características deseables tales como: fuste recto, diámetro a la altura del pecho (dap) entre 10 y 12 cm, capacidad de autopoda y copa bien formada. Los árboles fueron talados dejando un tocón entre 20 y 25 cm del suelo para estimular la formación de rebrotes; estos se seleccionaron desde los más cercanos al suelo hasta casi dos tercios de la altura del tocón. Se cortaron a los 58 días de talados los árboles para obtener las estacas (teniendo al menos, una yema y un par de hojas) entre 11-14 cm de longitud y con un diámetro de 0,5 cm como mínimo.

Tratamiento preventivo. La base de las estacas fueron tratadas con benzimidazole (Benlate) a razón de 2g/l de agua durante un minuto y luego se sumergieron en la solución hormonal respectiva durante cinco segundos.

Las estacas se plantaron en bolsas plásticas de polietileno de 6 x 9", las cuales contenían sustrato preparado con subsuelo y granza de arroz quemado en una relación de 2:1,5 respectivamente. Luego se colocaron sobre bandejas de durapax dentro del propagador para evitar el contacto directo con el suelo y disminuir el riesgo del ataque de hongos e insectos.

Propagador. Para la cámara de enraizamiento se construyó un propagador rústico y se forró con plástico transparente, colocando en su techo, sarán al 50% y palmas de coco para disminuir la incidencia

de los rayos solares en un 40%. Dentro del propagador se instaló un sistema de riego por nebulización, y se mantuvo una humedad relativa del 70% y una temperatura menor de 35°C. El tiempo de riego fue de 10 minutos y en las horas de mayor temperatura de 15 minutos. El intervalo de riego fue de una hora.

Cuidados dentro del propagador. Durante los 28 días que estuvieron las estacas dentro del propagador recibieron dos fertilizaciones foliares a los 10 y 20 días de entradas con Bayfolan (4-5 cc/l de agua y como fungicidas preventivos aplicación semanal de Benlate (2g/l de agua) y Dithane M-45 (7 g/l de agua). Diariamente se retiraron las hojas caídas, así como las estacas secas para evitar la incidencia de patógenos.

Diseño estadístico y tratamientos utilizados. El diseño estadístico utilizado fue el completamente al azar con 4 repeticiones de 20 estacas cada una. Los tratamientos hormonales fueron AIB con dosis de 4000 (T1), 6000 (T2) y 8000 (T3) partes por millón (ppm) diluidos en solución alcohólica y un testigo (sin hormona).

Variables evaluadas. Las variables estudiadas fueron: número de estacas con brotes y número y longitud de raíces desarrolladas.

Para la primera variable se realizaron dos lecturas a los 10 y 15 días de establecido el ensayo, para la segunda y tercera se tomaron 3 lecturas a los 13, 20 y 27 días de iniciado el ensayo, considerando raíz, aquella con una longitud mayor o igual a 0,5 centímetros.

Se realizó análisis de varianza para las tres variables, transformando los porcentajes de número de estacas

con brotes a Arc. Sen \sqrt{x} ; para las otras variables se procedió en forma normal. Posteriormente se aplicó la prueba de diferencia mínima significativa (DMS) para comparar medias entre tratamientos.

Discusión y resultados

Número de estacas con brotes. El número de estacas con brotes presentó diferencias altamente significativas entre tratamientos; el testigo mostró mayor número de brotes que los tratamientos hormonales y estos no presentaron diferencias entre ellos (Cuadro 1).

Los tratamientos con auxinas mostraron un retardo en el apareamiento de brotes debido a las altas concentraciones de la misma, coincidiendo con Meyer (1976), quién menciona que las concentraciones, relativamente altas, disminuyen el crecimiento de los brotes. La formación de éstos en

el testigo indica que la auxina no estimula la iniciación de brotes, en forma directa, sino que actúa en el alargamiento y división celular para la formación de raíces.

Gostrinchar (1973), Hartmann y Kester (1972) y Meyer *et al.* (1976) coinciden en que la auxina desempeña un papel importante en la fase de alargamiento y división celular, así como estimular la formación de raíces adventicias.

Con respecto a la caída de las hojas, especialmente las estacas tratadas con AIB, se cree que la hormona utilizada promueve la caída de las hojas ya que rompe el equilibrio entre la auxina-etileno, pues este último activa la caída de las hojas y la auxina en altas concentraciones estimula la formación de etileno, coincidiendo con Weaver (1976), quién afirma que el etileno es un acelerador potente de la caída de las hojas y el equilibrio de auxina-etileno controla dicho fenómeno.

Cuadro 1. Número promedio de estacas con brotes de *Eucalyptus camaldulensis*.

Concentración de AIB (ppm)	Tiempo después de aplicado			
	10 (días)		15 (días)	
	Brotes No.	%	Brotes No.	%
T ₀ = 0,000	9	11.7 a*	11	13.8 a*
T ₁ = 4,000	3	3.8 b	5	6.3 b
T ₂ = 6,000	3	3.8 b	4	5.0 b
T ₃ = 8,000	3	3.8 b	5	6.3 b
Significancia (%)		0.01		0.01

* Tratamientos con letras iguales no tienen diferencias significativas.

Número y longitud de raíces. El efecto que produjo la hormona fue evidente. Se determinó que los tres tratamientos hormonales fueron significativamente superiores al testigo el cual no emitió ninguna raíz en ningún tratamiento. No mostraron diferencias significativas entre tratamientos hormonales. Con esto se asegura que la aplicación

de AIB a la base de las estacas, juega un papel determinante para promover la emisión de raíces adventicias (Cuadro 2).

Syntex (s.f.), dice que el AIB es un agente químico eficaz para promover la formación de raíces.

Cuadro 2. Número promedio y longitud de raíces en el enraizamiento de estacas de *Eucalyptus camaldulensis*.

Concentración de AIB (ppm)	Tiempo después de aplicado (días)		
	13	20	27
Número promedio de raíces/estaca			
T ₀ = 0,000	0,00	0,00	0,00
T ₁ = 4,000	1.75 a	5.25 a	7.75 a
T ₂ = 6,000	3.00 a	5.25 a	8.50 a
T ₃ = 8,000	3.50 a	6.25 a	7.00 a
Significancia	N.S.	N.S.	N.S.
Longitud promedio de raíces/estaca (cm)			
T ₀ = 0,000	0.00	0.00	0.00
T ₁ = 4,000	2.00 a	1.74 a	2.27 a
T ₂ = 6,000	1.66 a	6.08 a	4.44 a
T ₃ = 8,000	1.08 a	1.70 a	1.27 a
Significancia	N.S.	N.S.	N.S.

También Gostrinchar (1973), afirma que la auxina provoca una aceleración en la iniciación de los meristemas radicales que sin la aplicación de hormonas exógenas no aparecerían jamás.

Las condiciones microclimáticas a que fueron

sometidas las estacas condujo a favorecer el enraizamiento. Thibau y Da Silva (1980), afirman que la reducción de la luz natural a un 40% y la irrigación dentro del propagador que mantenga una humedad realtiva entre 90 y 100%, constituyen una condición ideal para el enraizamiento de las estacas.

La especie en estudio, por ser de difícil enraizamiento, se considera que tanto el número como la longitud de raíces obtenidas son aceptables, basado en la experiencia de Alvarado *et al* (1990), quienes trabajaron con la misma especie, logrando un promedio de cuatro raíces por estaca y una longitud de cinco milímetros, utilizando la dosis de 500 ppm de AIB.

Conclusiones

Las dosis evaluadas de AIB, estimulan el enraizamiento en las estacas de *Eucalyptus camaldulensis*.

- ➔ Concentraciones altas por encima de 4000 ppm de AIB, pueden ser la causa de fitotoxicidad disminuyendo el porcentaje de enraizamiento.
- ➔ El microclima dentro del propagador favoreció el enraizamiento.
- ➔ Por observaciones visuales, se determinó que el sustrato utilizado como medio de enraizamiento fue efectivo en lo referente a esterilidad, no así, mostró deficiencias en drenaje, aireación y fertilidad.

Recomendaciones

- ⇒ Hacer evaluaciones utilizando dosis entre 500 y 3000 ppm de AIB.
- ⇒ Efectuar estudios sobre la aplicación de riego por nebulización, para determinar el tiempo y número de riegos necesarios.

⇒ Evaluar sustratos para el enraizamiento efectivo de estacas de *E. camaldulensis*.

Bibliografía

- ALVARADO L., C.M.; GUTIERREZ L., J.A.; RAMIREZ M., M.H.; RODRIGUEZ N., S.E.** 1990. Efecto de tres hormonas vegetales en el enraizamiento de esquejes de tallo en diez especies forestales. Tesis Ing. Agr.. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de El Salvador. San Salvador. p. III-IV, 36-39.
- GOSTRINCHAR, J.** 1973. Tratado de especialización agrícola. Barcelona, España. OIKOS-TAU. p. 32-34, 38-40, 78-81, 104.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.** 1972. Propagación de plantas. Principios y prácticas. 2a. ed. México, D.F. Continental. p. 272-274, 209, 732.
- IRITANI, C.; VIANAS, R.** s.f. Inducao do enraizamento de estacas de *Araucaria angustifolia* a través da aplicao de reguladores de crescimento. S.L., s.n. p. 313-317.
- MEYER, B.S.; ANDERSON, D.E.; BOHNING, R.H.** 1976. Introducción a la fisiología vegetal. 4a ed. Editorial Universitaria de Buenos Aires, Argentina. 405p.
- SALAZAR, A.; BECERIL, E.** 1983. Enraizamiento de estacas de manzano. Chapingo, Mex. 8(41): 29-33.
- SYNTEX, S.A.** s.f. Acido indolbutírico. Cuernavaca, Mex. Syntex, S.A., División Química. 8p.
- THIBAU, C.A.; DASILVA F.** 1980. Enraizamiento: meio para convevir como chancro do eucalipto. Florestas, Río Doce, S.A. Belo Horizonte, Brasil. 14p.
- WEAVER, R.J.** 1976. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. México D.F., Trillas, . p. 134-144, 154, 163-164, 168.