



BOSQUE NATIVO

EFECTO DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EN LA CAPACIDAD RIZOGENICA DE ESTACAS DE *Myrceugenia pinifolia* (Ruiz et Pav.) Briq.)



INFOR – MINAGRI 2011



www.infor.cl



BOSQUE NATIVO

EFFECTO DEL ÁCIDO INDOLBUTÍRICO EN LA CAPACIDAD RIZOGÉNICA DE ESTACAS DE *Myrceugenia pinifolia* (Ruiz et Pav.) Briq.)

Autor(es)¹
IVAN QUIROZ M
ANDRES HERNADEZ C,
EDISON GARCIA R.
MARTA GONZALEZ
PATRCIO CHUNG
HERNAN SOTO

¹ INSTITUTO FORESTAL SEDE BIOBIO CAMINO CORONEL KM 7,5 SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto : Estudios Forestales sobre bosque nativo
Código ; Código: 2081612082/ 2111511086

Efecto del ácido indolbutírico en la capacidad rizogénica de estacas de *Myrceugenia pinifolia* (Ruiz et Pav.) Briq.)

RESUMEN

Myrceugenia pinifolia es una especie endémica que se encuentra entre la Región del Maule a la Región del Bío Bío por la Cordillera de la Costa que tiene serios problemas, actualmente se encuentra clasificada en la categoría CR C2a (i), es decir, En Peligro Crítico, cuyo tamaño de la población se estima en menos de 250 individuos maduros, con una disminución continua. Existiendo mínima información sobre técnicas de propagación vegetativa; por ello se estudiaron algunos aspectos relacionados con el arraigamiento de estacas. A partir del material recolectado en primavera del año 2010, se evaluó el efecto del ácido indolbutírico (AIB) (0,500, 200 y 4000 mg l⁻¹). El ensayo duro aproximadamente tres meses, establecido en un invernadero equipado con un sistema de riego automatizado mediante aspersores. Los resultados mostraron que *M. pinifolia* puede propagarse por estacas obtenidas de la parte media de arboles, colectadas durante el mes de Julio. El aumento en la sobrevivencia hasta un 52,4% en las estacas se observó con el tratamiento control y 500 mg l⁻¹ de ácido indol butírico

Palabras claves: Propagación vegetativa, estacas, especie en Peligro Crítico.

1. INTRODUCCIÓN

Myrceugenia pinifolia (Phil.) Kausel, es una especie endémica arbustiva que se encuentra entre la Región del Maule a la Región del Bío Bío por la Cordillera de la Costa, bajo los 200 msnm, normalmente a orillas de cursos de agua sujetos a inundaciones estacionales (Hechenleitner et al., 2005). Alcanza una altura hasta 2 m, presenta pilosidad café-rojiza a blanquecina la que se disemina con los años, ramas nuevas densamente pubescentes, a glabras siendo más adulto. Hojas coriáceas a subcoriáceas, angostamente elípticas a lineares, de 1-3 cm de largo y 0,2-0,8 cm de ancho, ápice y base agudas u obtusas, gris-verdosas a menudo oscuras en el haz, gris-verdosas claras a verde-amarillentas claras en el envés. Pecíolo acanalado, densamente pubescente, de 0,5-3 mm de largo. Pedúnculos uniflorales, de 5-10 mm de largo, densamente pubescentes, solitarios en las axilas de las hojas, bractéolas aovadas a lanceoladas, hipanto densamente pubescente, caliz lobulado a oblongo, cóncavo, subcoriáceo, glabro o apenas en su interior, escasamente pubescente; disco escasamente pubescente a glabro, estilo glabro, estambres de 3-8 mm de largo, pétalos glabros, suborbiculares de aproximadamente 3 mm de diámetro; ovario bilocular, y 6-12 óvulos por lóculo (Landrum, 1988; Hechenleitner et al., 2005).



Figura 1. Detalles de hojas nueva y frutos de la especie *Myrceugenia pinifolia*. <http://www.chilebosque.cl/shrb/mypini.html>.

Landrum (1988) menciona que, esta especie se asemeja bastante a *Myrceugenia ovata* var. *nannophylla*, distinguiéndose sólo por sus hojas decoloradas, pequeñas y angostas, y pedúnculos

uniflorales y pubescentes. Del mismo modo, Hechenleitner et al. (2005) señala que puede ser confundida con *Myrceugenia leptospermoides* (Macolla) y *Myrceugenia lanceolata* (Arrayancillo), sin embargo Macolla raramente crece en contacto con cursos de agua, y el Arrayancillo presenta hojas mucho más largas e inflorescencia dicasial.

No se menciona como especie diferenciada dentro de la composición florística de tipos forestales en particular, sin embargo Donoso (1981), señala la presencia de especies de la familia de las Mirtáceas en el sotobosque del tipo forestal Roble-Hualo, en zonas en que Roble es la especie de mayor importancia, en altitudes bajas y medias, en exposición Sur. Asimismo, se señala en los tipos forestales Ciprés de la Cordillera, en su distribución norte, en zonas bajas de la precordillera; y en bosques degradados, producto de intensas extracciones, del tipo forestal Roble-Raulí-Coigüe.

Según lo señalado por Hechenleitner *et al.* (2005), el hábitat de esta especie ha sufrido severas modificaciones, tanto en la cantidad y calidad de la flora que lo compone como en las alteraciones de los cursos de agua. A fines de la década del 80, esta especie fue clasificada como Rara (Benoit, 1989), sin embargo, y de acuerdo con las categorías y criterios de la lista roja definidos y aprobados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos naturales (UICN), actualmente se encuentra clasificada en la categoría CR C2a(i), es decir, En Peligro Crítico, cuyo tamaño de la población se estima en menos de 250 individuos maduros, con una disminución continua, observada, proyectada, o inferida, en su número, y ninguna población con más de 50 individuos en dicha condición (UICN, 2001).

El presente documento entrega los resultados obtenidos por el Centro Tecnológico de la Planta Forestal, un centro tecnológico dependiente del Instituto Forestal, en ensayos de propagación por estacas de Chequén de hoja fina, así como la comparación y análisis de producciones realizadas en diversas investigaciones, con el objeto determinar procedimientos de reproducción vegetativa para esta especie.

2.. MATERIAL Y METODO

Se colectó material de árboles adultos en primavera ubicados en la localidad de Santa Juana, Región del Bío - Bío. Los individuos escogidos se encontraban en una superficie reducida, en lugares sombríos, húmedos y a orilla del río Lía, ubicado en las cercanías de la ciudad de Santa Juana. Se seleccionaron al azar estacas semileñosas, de la sección media de la copa, de individuos que presentaban tallos con crecimientos sanos y vigorosos.



Figura 2. Selección de arboles de *Myrceugenia pinifolia* para su propagación vegetativa.

El material vegetal seleccionado eran vastagos con crecimiento de la temporada, longitud $40 \text{ cm} \pm 10$ con alta presencia de ramas secundarias, las cuales fueron trasladadas en una nevera con agua al laboratorio del centro tecnológico de la planta forestal – Infor, sede Bio-Bio, en donde fueron dimensionadas en estacas de $7,0 \text{ cm} \pm 1$ de longitud y $5 \pm 1 \text{ mm}$ de diámetro, procurando dejar un par de yemas y dejando como máximo un par de hojas en el tercio superior de la estaca (Figura 2). El corte basal se realizó en forma oblicua y almacenada en un recipiente con agua para evitar la desecación de las estacas durante su manipulación.

El medio de enraizamiento consistió en una mezcla de turba con vermiculita en una proporción volumétrica de (1:1). Se utilizaron almacigueras de poliestireno expandido compuesta por 60 cavidades de 280 cc de volumen.



Figura 3. A) Vástagos extraído y almacenados en recipiente con agua. B) Preparación de las estacas. C) Estacas utilizadas en el proceso de propagación vegetativa. D) Impregnación de las estacas con fungicida para su establecimiento en el medio de crecimiento.

Las concentraciones de ácido indolbutírico (AIB) utilizadas fueron de 0 mg L^{-1} , (tratamiento control), 500 mg L^{-1} , 1.000 mg L^{-1} , 2.000 mg L^{-1} y 4.000 mg L^{-1} . La aplicación de la hormona, consistió en sumergir 2 cm la base de la estaca por un periodo de 10 segundos en la solución. La desinfección de las estacas se realizó con la inmersión de las estacas en una solución con fungicida en concentración de 1 gL^{-1} , además de ello se agregó en forma preventiva contra hongos y evitar el daño que pudieran provocar, se realizaron aplicaciones con distintos fungicidas en un intervalo de 15 días por aplicación. Estas se realizaron en las horas de bajas temperaturas, con bomba de espalda y en dosis de 1 gL^{-1} de agua. El cultivo se realizó en un invernadero de policarbonato alveolar de opacidad 82%.

El programa de riego consideró la aplicación de 3 riegos diarios de 1 minuto cada uno, de manera de mantener el sustrato en capacidad de campo. El riego es tecnificado y se efectuó en forma automática mediante aspersion por “microjet”.

Una vez que se desarrollaron nuevos brotes en las estacas, se realizaron aplicaciones de fertilizantes las cuales se efectuaron con DOSATRON, dosificador de productos o inyector porcentual hidráulico que trabaja sin electricidad a través del accionamiento de un pistón interno. Los fertilizantes utilizados correspondieron a la línea ULTRASOL de Soquimich, siendo esta una línea nutricional soluble en agua y libres de cloruro, lo que contribuye a una eficiente absorción de nutrientes por partes de las plantas que se encuentran en proceso de enraizamiento, se aplicaron durante este proceso 400 mg l^{-1} de nitrógeno y 100 mg l^{-1} de fósforo, potasio, calcio, magnesio y además micro elementos.

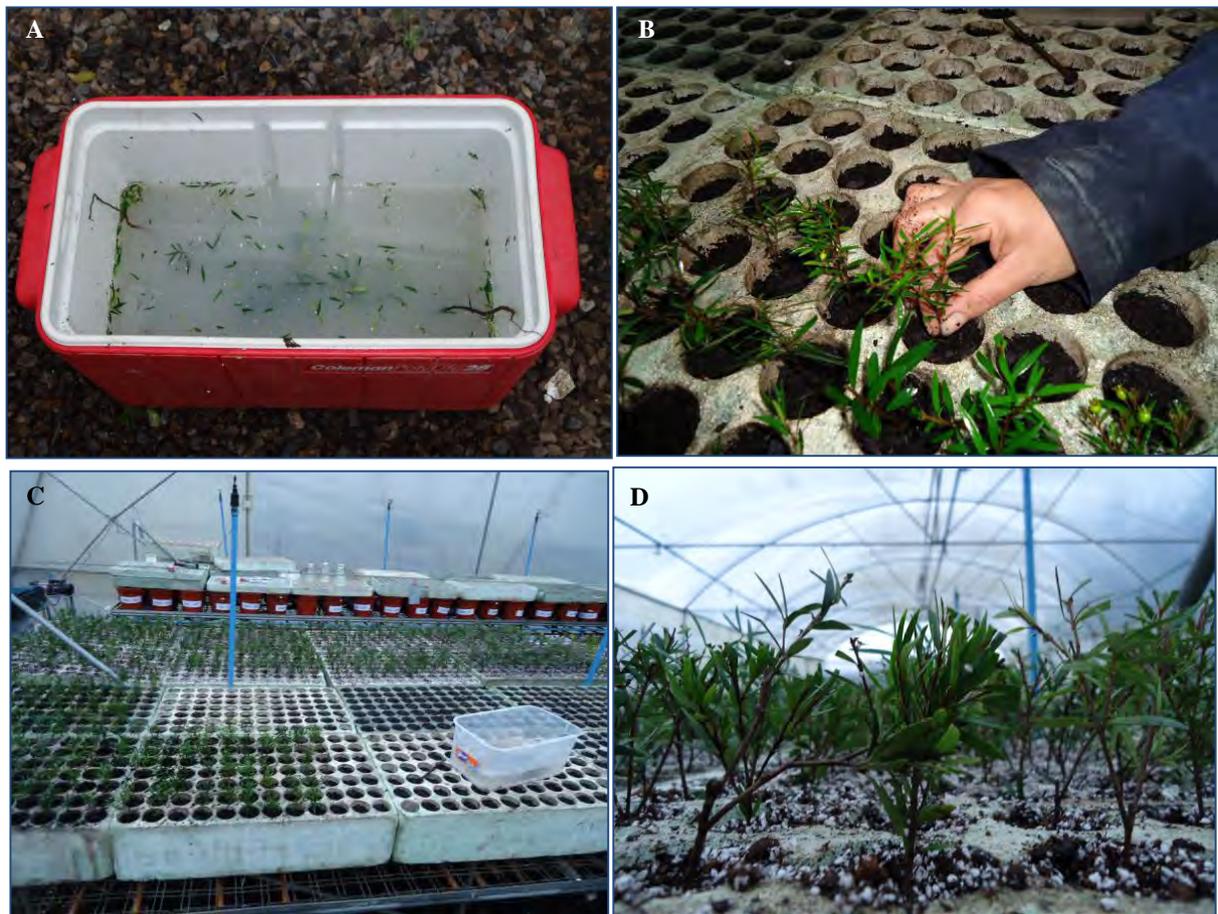


Figura 3. A) Almacenamiento de estacas para su propagación. B) Establecimiento de estacas en el medio de crecimiento. C)

Para evaluar la influencia de las concentraciones hormonales, se estableció un ensayo en el cual se probaron 0 mg L^{-1} (tratamiento control), 500 mg L^{-1} , 1.000 mg L^{-1} , 2.000 mg L^{-1} y 4.000 mg L^{-1} . La unidad experimental estuvo conformada por 28 cavidades de 100 cm^3 repetida 3 veces. Se

evaluó la sobrevivencia de las estacas de forma visual y se registro el crecimiento en altura al momento de ser establecidas (altura inicial) y al momento de evaluar la sobrevivencia de las estacas (altura final). Además se evaluó al final del período de crecimiento se evaluó en forma visual la sobrevivencia de las estacas.

3.. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos del ácido indolbutírico en la supervivencia de las estacas. Luego de tres meses del establecimiento de las estacas (primavera) en el invernadero de polietileno existió una supervivencia en todos los tratamientos aplicados (Figura 5).



Figura 5. Invernadero de polietileno utilizado para la propagación vegetativa de *Myrceugenia pinifolia*.

Para el tratamiento de $0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ de ácido indol butírico se observó que la supervivencia de las estacas presentó un promedio de $52,4 \% \pm 10,9 \%$, con una altura que fluctuó entre los $5,3 \text{ cm} \pm 0,2 \text{ cm}$ al momento de ser establecidas en el medio de enraizamiento, presentando un incremento en altura de $2,0 \text{ cm}$ una vez transcurrido 3 meses de ser establecidas e instaladas en el invernadero (Tabla 1).

Tabla 1. Enraizamiento de Estacas de *Myrceugenia pinifolia* con aplicación de $0 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ de ácido indol butírico (IBA).

Concentración IBA ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	Bloques	Número de plantas	Supervivencia (%)	Altura (cm) inicial	Altura (cm) final	Incremento (cm)
0	1	28	43	5,3	7,0	1,7
	2	28	50	5,1	7,0	1,9
	3	28	21	5,4	8,0	2,6

Al evaluar el efecto de la concentración de $500 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ de ácido indol butírico en las estacas de *Myrceugenia pinifolia*, se puede observar que el tratamiento aplicado presentó una respuesta en la

supervivencia de $52,4 \pm 10,9$ en promedio con una altura final de $7,7 \pm 0,6$ cm logrando un incremento en altura de $2,5 \pm 0,7$ (Tabla 2).

Tabla 2. Enraizamiento de Estacas de *Myrceugenia pinifolia* con aplicación de $500 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ de ácido indol butírico (IBA).

Concentración IBA ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	Bloques	Número de plantas	Supervivencia (%)	Altura (cm) inicial	Altura (cm) final	Incremento (cm)
500	1	28	43	5,0	8,0	3,0
	2	28	64	5,2	8,0	2,8
	3	28	50	5,3	7,0	1,7

Estacas tratadas con $1000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ de ácido indol butírico presentaron una supervivencia de un $45,2 \% \pm 17,6$ con una altura final de $7,7 \text{ cm} \pm 0,6$, logrando un incremento en altura de $2,6 \text{ cm} \pm 0,5$ (Tabla 3).

Tabla 3. Enraizamiento de Estacas de *Myrceugenia pinifolia* con aplicación de $1000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ de ácido indol butírico (IBA).

Concentración IBA ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	Bloques	Número de plantas	Supervivencia (%)	Altura (cm) inicial	Altura (cm) final	Incremento (cm)
1000	1	28	57	4,9	7,0	2,1
	2	28	54	5,1	8,0	7,9
	3	28	25	5,1	8,0	7,9

Para el tratamiento de $2000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ de ácido indol butírico se observó que la supervivencia de las estacas presentó un promedio de $38,1 \% \pm 23,8$ con una altura que fluctuó entre los $5,1 \text{ cm} \pm 0,2$ al momento de ser establecidas en el medio de enraizamiento, presentando un incremento en altura de $3,2 \text{ cm} \pm 0,5$ una vez transcurrido 3 meses de ser establecidas e instaladas en el invernadero (Tabla 4).

Tabla 4. Enraizamiento de Estacas de *Myrceugenia pinifolia* con aplicación de $2000 \text{ mg} \cdot \text{l}^{-1}$ de ácido indol butírico (IBA).

Concentración IBA ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)	Bloques	Número de plantas	Supervivencia (%)	Altura (cm) inicial	Altura (cm) final	Incremento (cm)
2000	1	28	32	5,3	9,0	3,7
	2	28	64	5,2	8,0	2,8
	3	28	18	4,9	8,0	3,1

Al analizar los resultados obtenidos con el tratamiento de 4000 mg*I⁻¹ de ácido indol butírico se puede observar que la supervivencia fluctuó entre 39,3 % ±22,3, las estacas presentaron un crecimiento en altura 7,3 cm ±1,2, logrando un incremento de 2,3±1,0 transcurrido 3 meses de ser establecidas en el medio de crecimiento (Tabla 5).

Tabla 5. Enraizamiento de Estacas de *Myrceugenia pinifolia* con aplicación de 4000 mg*I⁻¹ de ácido indol butírico.

Concentración IBA (mg*I ⁻¹)	Bloques	Número de plantas	Supervivencia (%)	Altura (cm) inicial	Altura (cm) final	Incremento (cm)
4000	1	28	32	5,0	8,0	3,0
	2	28	64	5,3	8,0	2,7
	3	28	57	4,9	6,0	1,1

Al comparar el efecto de las concentraciones de 0, 500, 1000, 2000 y 4000 mg*I⁻¹ de ácido indol butírico en la supervivencia de las estacas de *Myrceugenia pinifolia*, se observó que no existió un efecto de las diferentes concentraciones hormonales en la sobrevivencia de las estacas, agregando además un efecto nulo en las concentraciones hormonales en la altura final y el incremento en altura de las estacas, transcurrido 3 meses de establecimiento de las estacas en el medio de crecimiento (Tabla 6).

Tabla 6. Análisis de varianza para la variable supervivencia (%) e incremento en altura de las estacas.

Efecto	Suma de Cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	Valor F	p-valor
Modelo (SP)	4,9E-03	4	1,2E-03	0,76	0,5759
Error	0,02	10	1,6E-03		
Total	0,02	14			
Modelo (ICA)	2,23	4	0,56	1,28	0,3406
Error	4,36	10	0,44		
Total	6,59	14			

SP = Supervivencia (%), ICA = Incremento en altura (cm).

Al analizar los resultados obtenidos en valores absolutos, se observa que la tasa de sobrevivencia en los tratamientos control 0 mgL⁻¹ de IBA y 500 mgL⁻¹ de IBA presentaron un comportamiento similar y a medida que aumenta las concentraciones hormonales aplicadas a las estacas disminuye la supervivencia (%).

En general, los porcentajes de enraizamiento conseguidos en este ensayo son similares a los resultados obtenidos por diversos investigadores en otras especies nativas, tales como a los resultados de Doll *et al.* 2003 quienes lograron una tasa de enraizamiento del 50% en *Buddleja globosa*, *Nothofagus glauca* obteniendo una tasa de enraizamiento de 58,3 % con 2% de AIB (Santelices y cabello 2006) Latsague *et al.* 2009 lograron una tasa de enraizamiento del 56,5 % en *Eucryphia glutinosa*, contradiciendo a Delgado *et al.* 2008 lograron una tasa de enraizamiento del 25% en *Laureliopsis philipiana*, Latsague *et al.* 2010 lograron una tasa de enraizamiento del 26,7 % en *Blepharocalyx cruckshankii*, demostrándonos lo difícil de poder producir plantas nativas a través de la propagación vegetativa y afirmando que el 52,4% obtenido en el estudio es un buen resultado.

Tabla 7. Enraizamiento de Estacas de *Myrceugenia pinifolia* con aplicación de 4000 mg*l⁻¹ de ácido indol butírico.

Concentración IBA (mg l ⁻¹)	Número de plantas	Supervivencia (%)	Altura (cm) inicial	Altura (cm) final	Incremento en altura (cm)
0	84	52,4±10,9 a	5,3±0,2 a	7,3±0,6 a	2,0±0,4 a
500	84	52,4±10,9 a	5,2±0,2 a	7,7±0,6 a	2,5±0,7 a
1000	84	45,2±17,6 a	5,0±0,1 a	7,7±0,6 a	2,6±0,5 a
2000	84	38,1±23,8 a	5,1±0,2 a	8,3±0,6 a	3,2±0,5 a
4000	84	39,3±22,3 a	5,1±0,2 a	7,3±1,2 a	2,3±1,0 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Según Santelices y cabello (2006) es común que al aumentar la concentración de auxina también lo haga la inducción de raíces, hasta llegar a un máximo y luego disminuir (Waster y Ravetta 2000), formándose así lo que se conoce como curva óptima (Barceló-Coll *et al.* 2001). Para *Myrceugenia pinifolia* al aumentar la concentración de AIB hasta 500 ml⁻¹ de AIB se obtienen las mayores tasas de sobrevivencia de las plantas, para luego producirse una disminución en la sobrevivencia hasta un 39,3% en el tratamiento de 4000 mg l⁻¹ de AIB.

Existe una posible correlación negativa entre la sobrevivencia con la pérdida de hojas en las estacas, esto se deba probablemente al empleo de estacas poco lignificadas, ellas resultan deshidratadas y muertas con las altas temperaturas de verano, a pesar de existir un riego abundante durante la estación de verano. Siendo posible que la frecuencia de riego o la humedad ambiental no fueran las adecuadas, sugiriendo la necesidad de mantener una alta humedad relativa durante la propagación para minimizar la pérdida de agua (Henselova 2002). Según lo señalado por Hechenleitner *et al.* (2005), el hábitat de esta especie se encuentra normalmente a orillas de curso de agua sujetos a inundaciones estacionales dentro del bosque nativo remanente,

lo cual estaría explicando la mayor necesidad a las condiciones de humedad del ambiente, lo cual sería atribuible a la autoecología de la especie.



Figura 6. Respuesta a las concentraciones de ácido indol butírico al enraizamiento de las estacas. A) Estacas establecidas al inicio del estudio. B y C) Respuesta en la supervivencia de las estacas transcurrido 3 meses de haber sido establecidas en el medio de enraizamiento.

Según Santelices y Cabello (2006) uno de los factores importantes a considerar en el enraizamiento de estacas en diferentes especies es la época de recolección del material, esto se debe probablemente a la variación que puede existir en la cantidad de yemas visible las cuales pueden variar entre épocas. Este hecho es importante, ya que en las yemas se concentran auxinas que promueven la rizogénesis (Hartmann y kester 1998).

4.. CONCLUSIÓN

Myrceugenia pinifolia se puede propagar vegetativamente a través de estacas semileñosas recolectadas durante las épocas de primavera.

Según los resultados obtenidos la capacidad de enraizamiento de la especie es indiferente al tipo de tratamiento, por lo que se recomienda la utilización de estacas sin hormonas, aunque las estacas se vieron tendencialmente beneficiadas al ser tratadas con 500 mg L⁻¹ de AIB.

5.. BIBLIOGRAFÍA

- Delgado M, Cuba M, Hechenleitner P, Thiers O. 2008. Propagación vegetativa de taique (*destainia spinosa*) y tepa (*Laureliopsis philipiana*) con fines ornamentales. *Bosque* 29 (2): 120-126.
- Donoso C. 1981. Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 38 CONAF/FAO FO:DP/CHI/003 Investigación y Desarrollo Forestal. 70p.
- Hartmann H, Kester D.1998. Propagación de plantas, principios y prácticas. Editorial Continental, Ciudad de México, México. 760 pp.
- Hechenleitner P, Gardner M, Thomas P, Echeverría C, Escobar B, Brownless P, Martínez C. 2005. Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. 1ª. Edición. Univ. Austral de Chile-Real Jardín Botánico de Edimburgo. 188p.
- Henselova M. 2002. Synergistic effect of benzoinone with IBA and fungicides on the vegetative propagation of ornamental plants, park and fruit woody species. *J. Horti Sci.* 29: 41-50.
- Landrum L. 1988. The myrtle family (Myrtaceae) in Chile. *Proc. Cal. Acad. Sci.* 45: 277-317.
- Latsague M, Sáez P, Hauenstein E, F Peña-Cortés. 2010. Propagación vegetativa de *Myrceugenia Exsucca* y *Blepharocalyx cruckshanksii*, especies dominantes del bosque pantanoso de la Depresión Intermedia de la región de La Araucanía, Chile. *Bosque* 31 (3): 247-251.
- Latsague M, Sáez P, Hauenstein E, J Yañes. 2009. Efecto del ácido indolbutírico en la capacidad rizogénica de estacas de *Eucryphia glutinosa*. *Bosque* 30 (2): 103-105.
- Priestley J, F Swingle. 1929. Vegetative propagation from the standpoint of the plant anatomy. US Department of Agriculture. Technical Bulletin N 151, 98p.
- Santelices R, A Cabello. 2006. Efecto del ácido indolbutírico, del tipo de la cama de arraigamiento, del substrato, y del árbol madre en la capacidad de arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79: 55-64.
- UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 3.1. http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/doc/categorias_criterios_UICN.pdf. Consultado 10.enero.2011.

6.. ANEXO

Tabla 1.

Concentración IBA ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$)	Bloques	Número de plantas	Supervivencia (%)	Altura (cm) inicial	Altura (cm) final	Incremento (cm)
0	1	28	43	5,3	7,0	1,7
	2	28	50	5,1	7,0	1,9
	3	28	64	5,4	8,0	2,6
500	1	28	43	5,0	8,0	3,0
	2	28	64	5,2	8,0	2,8
	3	28	50	5,3	7,0	1,7
1000	1	28	57	4,9	7,0	2,1
	2	28	54	5,1	8,0	2,9
	3	28	25	5,1	8,0	2,9
2000	1	28	32	5,3	9,0	3,7
	2	28	64	5,2	8,0	2,8
	3	28	18	4,9	8,0	3,1
4000	1	28	32	5,0	8,0	3,0
	2	28	64	5,3	8,0	2,7
	3	28	57	4,9	6,0	1,1



BOSQUE NATIVO

ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE QUILLAJA SAPONARIA MOL.
EXTRAÍDAS DE ARBOLES MADUROS



INFOR – MINAGRI 2011



www.infor.cl



BOSQUE NATIVO

ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE QUILLAJA SAPONARIA MOL.
EXTRAÍDAS DE ARBOLES MADUROS

Autor(es)¹

**IVAN QUIROZ M
ANDRES HERNADEZ C,
EDISON GARCIA R.
MARTA GONZALEZ
PATRCIO CHUNG
HERNAN SOTO**

¹ INSTITUTO FORESTAL SEDE BIOBIO CAMINO CORONEL KM 7,5 SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto : Estudios Forestales sobre bosque nativo

Código ; Código: 2081612082/ 2111511086

ENRAIZAMIENTO DE ESTACAS DE QUILLAJA SAPONARIA MOL. EXTRAÍDAS DE ARBOLES MADUROS

*Correspondencia autor: ^a Instituto Forestal sede Concepción – Centro Tecnológico de la planta forestal, Chile, [iquiroz@infor.cl](mailto:iQUIROZ@infor.cl)

RESUMEN

Quillaja saponaria es una especie endémica de Chile que se ubica en la zona mesomórfica de nuestro país. Se estudió el efecto del árbol madre y las concentraciones hormonales en el enraizamiento de estacas. El ensayo se estableció en los invernaderos del centro tecnológico de la planta forestal perteneciente al Instituto forestal de Chile sede Bio – Bio, la extracción de vastagos se realizó en arboles de 20 años de edad aproximadamente, ubicados en dos diferentes zonas (Laja y Pencahue) en cada una de las zonas se seleccionaron 5 árboles. Los vastagos fueron trasladados al laboratorio del centro tecnológico de la planta para su preparación en estaca y establecidas en un medio de crecimiento de perlita y turba (1:1). Las estacas fueron tratadas con ácido indolbutírico (AIB) al 0, 500, 1000 y 2000 mg l⁻¹ el riego fue realizado mediante un sistema automatizado. El ensayo se mantuvo en observaciones por un periodo de tres meses.

Los resultados nos indicaron que no existió un efecto de las concentraciones hormonales en el enraizamiento de las estacas y existe una fuerte influencia del árbol madre de donde se recolectan las estacas en el enraizamiento de la especie, logrando ser explicado por este factor la nula respuesta en la variable respuesta.

Palabras claves: Propagación vegetativa, estacas, edad del árbol madre.

INTRODUCCIÓN

Quillaja saponaria Mol. es una especie endémica de Chile que se ubica en la zona mesomórfica de nuestro país, adaptada para vivir en sitios pobres, secos y cálidos. Crece desde los 100 msnm en la Cordillera de la Costa hasta los 1.500 msnm en la Cordillera de los Andes, a pesar de no tener grandes restricciones climáticas para su desarrollo, se encuentra en estado de conservación. Esto correspondería a fuertes intervenciones para la obtención de productos no maderables destinados a los mercados farmacéutico y cosmetológico. Contribuyendo a que muchos de sus bosques estén en un estado de degradación (Santelices y Bobadilla 1997).

El quillay es una especie esclerófila de la familia Rosaceae distribuyéndose desde Coquimbo (30° 30') hasta Malleco (38°), entre la costa y la cordillera Andina. Crece en una amplia variedad de climas mediterráneos que va desde el mediterráneo árido (200 mm de precipitación) hasta el mediterráneo húmedo (1500 mm), tanto en las laderas de exposición ecuatorial como en las de exposición polar (Valenzuela 2007). En la cordillera es el árbol que mejor soporta la nieve y el viento, y es posible encontrarlo hasta cerca de 2.000 m de altura (Valenzuela 2007). De acuerdo al último Catastro y Evaluación de los Recursos Vegetacionales de Chile (CONAMA, CONAF, BIRF, 1997), el bosque esclerófilo con quillay cubre una superficie de 324.631 ha, lo que significa un 2,6% del total nacional de bosque nativo (INIA, 2008).



Figura 1. Detalles de flores y frutos de la especie *Quillaja saponaria* Mol. (<http://www.chilebosque.cl/tree/qsapo.html>).

De esta manera la propagación vegetativa a través de estacas puede ser una excelente alternativa para propagar esta especie, siendo este método utilizado por muchos años en diversas especies y programas de reforestación en EEUU, Japón, Europa, Nueva Zelanda, Australia, Canadá y Chile. Este método permite obtener un gran número de plantas a partir de un reducido grupo de semillas mejoradas genéticamente (Hartman y Kester, 1990), desempeñando un importante papel en el campo de la silvicultura, multiplicando individuos de élite (genotipos superiores) obtenidos en programas de mejoras genéticas o seleccionadas a partir de poblaciones naturales. Además, asegura la conservación de valioso germoplasma y permite ganar tiempo, acortando los ciclos de selección en los programas de mejoramiento, siendo la producción de estacas una posibilidad actual para la multiplicación de material genético mejorado (Cameron et al., 1987).

En definitiva, la propagación vegetativa de individuos genéticamente seleccionados permite multiplicar exactamente todas las características de interés por las que fueron elegidos, logrando

plantaciones genéticamente superiores con un grado de uniformidad, calidad de trozas y propiedades de la madera que facilita y mejora todas las actividades relacionadas con el manejo silvicultural (Zobel y Talbert, 1988).

Los experimentos con estacas han fracasado completamente o no se han logrado buenos porcentajes de enraizamiento, debido a la disminución de la capacidad de enraizamiento desde el quinto año de edad de la planta (Wright, 1964) puesto que las estacas tomadas de árboles fisiológicamente maduros son a menudo difíciles o imposibles de enraizar (Zobel y Talbert, 1991), en algunas especies, los efectos de la maduración tisular no son revertidos cuando son propagados vegetativamente; por esto, la edad de la planta tienen efectos significativos en el crecimiento y forma de la estaca (Arnold y Gleed, 1985).

En virtud de este escenario, en conocer los factores que influyen en la propagación vegetativa de arboles adultos, surge el objetivo general, evaluar el efecto de la aplicación de AIB y la procedencia de los arboles en el enraizamiento adventicio, basado en la hipótesis que un aumento en las concentraciones hormonales de AIB provoca un aumento en el enraizamiento de las estacas y las diferentes procedencias de arboles estimularía una variabilidad en la respuesta al enraizamientos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Antecedentes generales. El estudio fue realizado en el vivero del Centro Tecnológico de la Planta Forestal, perteneciente a la sede Bío – Bío del Instituto Forestal de Chile (36° 50' 61" S; 73° 07' 56" O, 18 metros de elevación).

Las estacas fueron recolectadas desde 10 árboles de *Q. saponaria* de 20 años de edad aproximadamente, ubicados en 2 diferentes zonas con características morfológicas similares (Tabla 1).

Tabla 1. Procedencia de las estacas de *Q. saponaria*

Zona	Árbol	DAP (cm)	Altura (m)	Coordenadas GPS		
				X	Y	Huso
Laja	1	27,7	13,3	716336	5877091	18
	2	25,6	13	716359	5877095	18
	3	23,6	12,6	716424	5877066	18
	4	23,6	15,8	716443	5877059	18
	5	33,5	12,7	716498	5877064	18
Pencahue	6	51,8	13,6	235302	6084025	19
	7	57,8	13,3	235294	6084011	19
	8	59	15,5	235244	6084150	19
	9	53	15	235266	6084248	19
	10	52,1	11	235349	6084269	19



Figura 2. Árboles de *Q. saponaria* selectos para la recolección de estacas. Número superior izquierdo representa ubicación y características morfológicas descritas en la tabla 1.

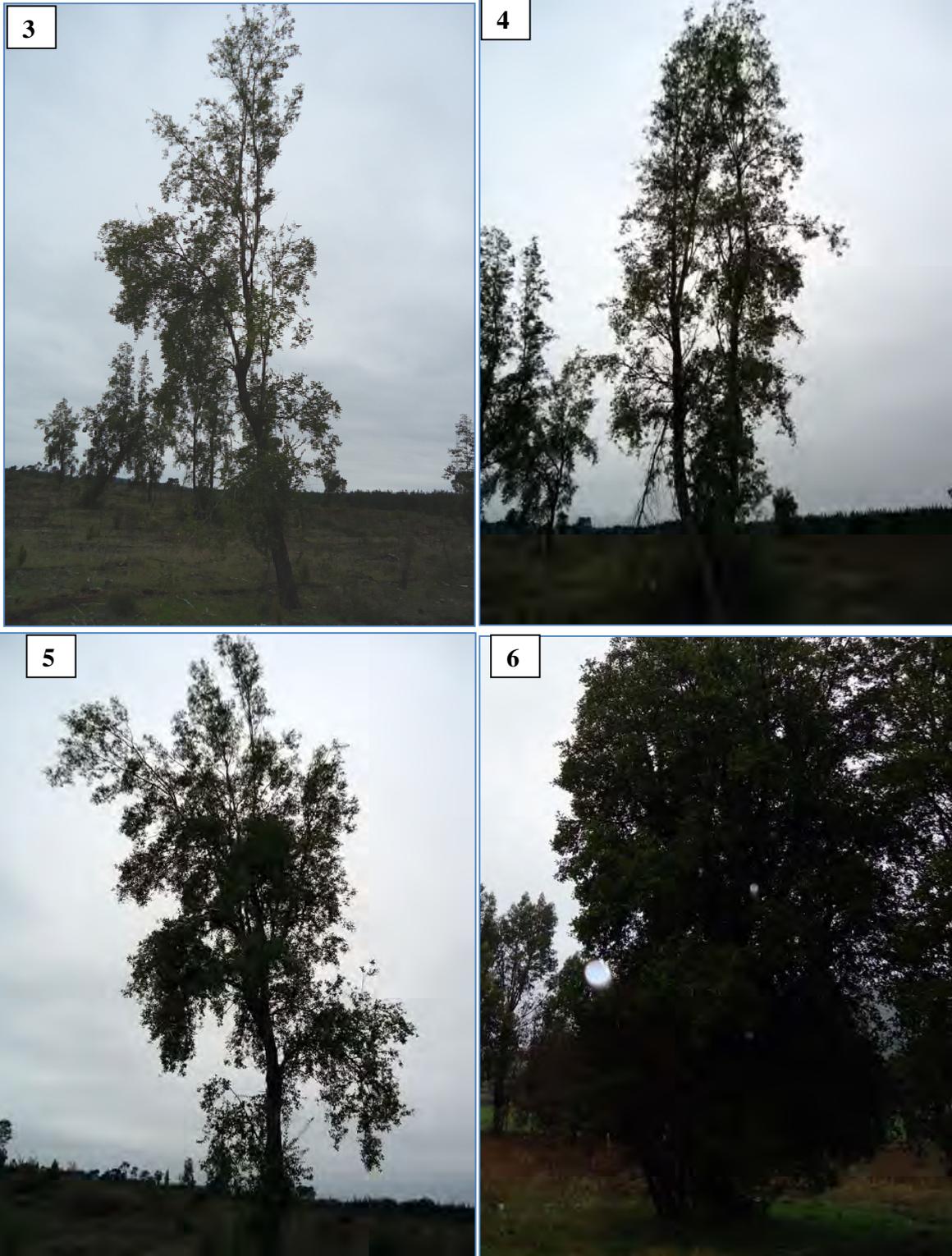


Figura 3. Árboles de *Q. saponaria* selectos para la recolección de estacas. Número superior izquierdo representa ubicación y características morfológicas descritas en la tabla 1.

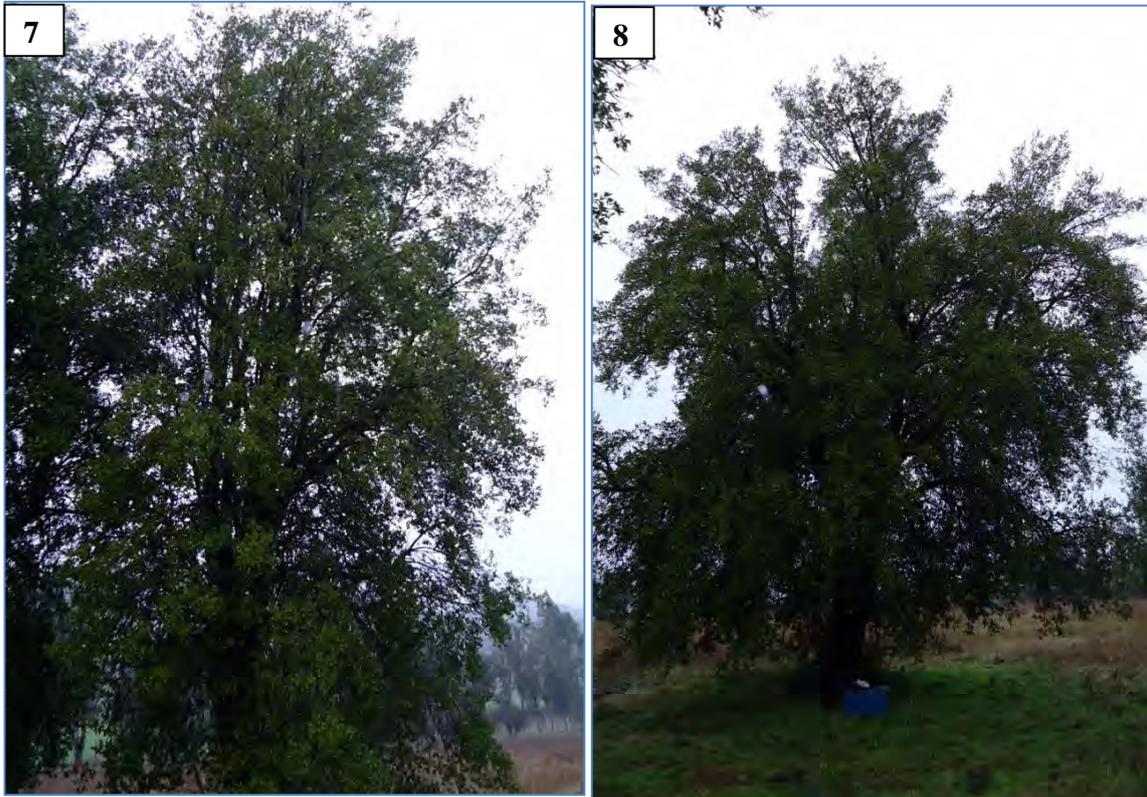




Figura 4. Árboles de *Q. saponaria* selectos para la recolección de estacas. Número superior izquierdo representa ubicación y características morfológicas descritas en la tabla 1.

Los individuos escogidos se encontraban en una superficie amplia, en lugares con una alta luminosidad, con una baja presencia de otros individuos de la misma especie y nula presencia de otras especies arbustivas nativas.

La recolección de las estacas semileñosas se realizó mediante una selección al azar y de la sección media de la copa, de individuos que presentaban tallos con crecimientos sanos y vigorosos. El material vegetal seleccionado eran ramas con crecimiento de la temporada, longitud $40\text{ cm} \pm 10$ con alta presencia de ramas secundarias, las cuales fueron trasladadas en una nevera con agua al laboratorio del centro tecnológico de la planta forestal – Infor, sede Bio-Bio, en donde fueron dimensionadas en estacas de $10\text{ cm} \pm 1$ de longitud y 5 ± 1 mm de diámetro, procurando dejar un par de yemas y dejando como máximo un par de hojas en el tercio superior de la estaca. El corte basal se realizó en forma oblicua y almacenada en un recipiente con agua para evitar la desecación de las estacas durante su manipulación (Figura 5).

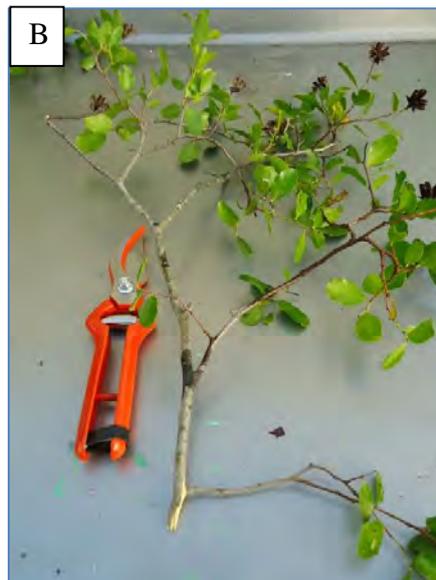


Figura 5. A) Vástagos de *Q. saponaria* recolectados desde terreno y trasladados al laboratorio. B) Vástagos seleccionados. C) Preparación de las estacas. D) Tipo de estaca utilizada para el ensayo de enraizamiento.

El medio de enraizamiento consistió en una mezcla de turba con vermiculita en una proporción volumétrica de (1:1). Se utilizaron almacigueras de poliestireno expandido compuesta por 60 cavidades de 280 cc de volumen.

El programa de riego consideró la aplicación de tres riegos diarios de un minuto, manteniendo el sustrato a una humedad del 80%. El riego es tecnificado y se efectuó en forma automática mediante aspersión por “microjet”. La fertilización fue aplicada mediante fertirrigación.

Las concentraciones de ácido indolbutírico (AIB) utilizadas fueron 0 mg L⁻¹, 500 mg L⁻¹, 1.000 mg L⁻¹ y 2.000 mg L⁻¹. La aplicación de la hormona, consistió en sumergir 2 cm la base de la estaca por un periodo de 10 segundos en la solución. La desinfección de las estacas se realizó con la inmersión de las estacas en una solución con fungicida. El cultivo se realizó en un invernadero de polietileno UV niquelado de 200 mc. El programa de riego consideró la aplicación de 3 riegos diarios de 1 minuto cada uno, de manera de mantener el sustrato con la humedad suficiente en forma permanente. El riego es tecnificado y se efectuó en forma automática mediante aspersión por “microjet”.

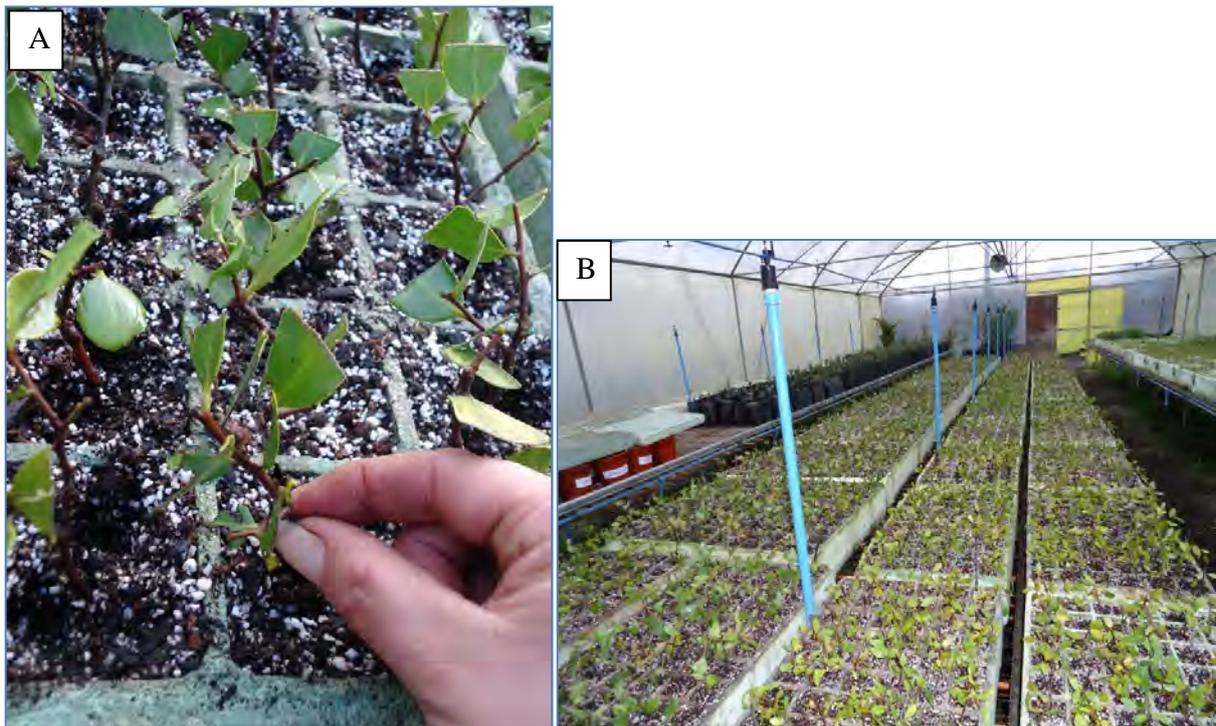


Figura 6. A) Establecimiento de las estacas en el medio de crecimiento. B) Ensayo de estacas de *Q.saponaria* establecido.

Para evaluar la influencia de las concentraciones hormonales y de la procedencia del árbol sobre la sobrevivencia de las estacas, se realizó un diseño experimental completos al azar con tres repeticiones, considerando un diseño factorial de cuatro concentraciones de ácido indolbutírico

(AIB) 0, 500, 1000 y 2000 mg L⁻¹ y 10 épocas de recolección (primavera y otoño). La unidad experimental estuvo conformada por la bandeja compuesta por 60 estacas, desde donde se evaluó la sobrevivencia de las estacas de forma visual. Al final del período de crecimiento fueron realizados análisis de varianza (ANDEVA) para evaluar diferencias en sobrevivencia. La homogeneidad de varianza fue evaluada mediante la prueba de Levene ($P < 0,05$). El supuesto de normalidad de los residuos se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilks ($P < 0,05$). Para detectar diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó la prueba de comparación múltiple Tukey, con un 95 % de confianza y con ello se realizaron contrastes para detectar el efecto simple de los factores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos del ácido indolbutírico y del árbol madre. Transcurrido tres meses del establecimiento de las estacas en el invernadero, no existió formación de raíces en ninguno de los tratamientos planteados y establecidos en el estudio de enraizamiento de estacas de *Q. saponaria* (Tabla 7).

No existió un efecto del ácido indolacético (AIB) (0, 500, 1000 y 2000 mg l⁻¹) y de los árboles seleccionados en diferentes zonas agroclimáticas, en el enraizamiento de las estacas de *Q. saponaria*.

La nula respuesta en la sobrevivencia de las estacas obtenidas en el ensayo son bajos comparados con otros estudios realizados con la especie, tal como Santelices y Bobadilla (1997) quienes comentan que es una especie fácil de propagar vegetativamente, obteniendo una tasa de enraizamiento de hasta del 57%, siendo considerada una tasa de enraizamiento aceptable de acuerdo a Easley y Lamberth (1989). Estas diferencias en los resultados obtenidos con el estudio se deben probablemente a la fecha de recolección, donde la colecta del material se realizó a fines del mes de agosto periodo en el cual se podrían encontrar ramas con crecimiento de la temporada que estaría favoreciendo el enraizamiento, contrariamente a vastagos recolectados durante el principio del mes de julio que probablemente corresponderían a los del año anterior. Además de ello en el estudio se contó con camas calientes de arraigamiento que permitió mantener la temperatura del sustrato fija entre 21°C y 25°C a diferencias del estudio que no se utilizó cama caliente, utilizando una temperatura promedio de los días de invierno entre 10°C y 15°C.

Sin embargo, existe evidencia de que para algunas especies el proceso de arraigamiento está condicionado genéticamente (Dirr y Heuser 1987, citado por Santelices 2005). Argumentado por Santelices (2005) en *N. alessandrii* quien reportó un 100% de enraizamiento en un genotipo y contrariamente obtuvo un 0% de enraizamiento en un genotipo deferente. Asimismo acontece en *Eucalyptus camaldulensis* Dehn, obteniendo resultados sobre un 80% de enraizamiento, mientras que en otros no se logra la inducción de raíces (Rojas et al. 1987). Concordando con lo obtenido por Becker y Dautzenberg (1978) para *N. alpina*, quienes obtuvieron tasas de enraizamiento entre un 2% y 13%.

Si comparamos la nula respuesta en el enraizamiento obtenido con lo logrado por Mera (1990), quien llegó a obtener una tasa máxima de enraizamiento igual a un 66,7%. Para lograr ese resultado el material cosechado fue recolectado a principio de invierno, utilizó un sustrato de arena de río, aplicó ácido indolbutírico 1% en la base de la estaca y con material recolectado de plantas de 4 años de edad. Es probable que estas diferencias se deba a la edad de la planta madre, debido a la disminución de la capacidad de enraizamiento desde el quinto año de edad (Wright, 1964) puesto que las estacas tomadas de árboles fisiológicamente maduros son a menudo difíciles o imposibles de enraizar (Zobel y Talbert, 1991), en algunas especies, los efectos de la maduración tisular no son revertidos cuando son propagados vegetativamente; por esto, la edad

de la planta madre tienen efectos significativos en el crecimiento, forma y desarrollo del sistema radicular en la estaca (Arnold y Gleed, 1985).

Al analizar la metodología empleadas y los resultados obtenidos por los investigadores ante la contradictoria respuesta en el enraizamiento en nuestro estudio, esto se debió probablemente a: época de recolección del material, material seleccionado y manejo de la humedad en el invernadero, variables argumentadas por su importancia en el proceso de propagación por diversos investigadores (Latsague et al 2009; Latsague et al 2010). Para ello se discutirá los temas planteados y sus efectos en la propagación vegetativa de esta especie de interés comercial.



Figura 7. A) Estacas de *Q. saponaria* establecidas al inicio del ensayo. B) Estacas de *Q. saponaria* transcurrido 1 mes de establecidas en el medio de crecimiento. C) Estacas de *Q. saponaria* transcurrido 3 meses de establecidas en el medio de crecimiento. D) Vista panorámica del ensayo de enraizamiento de estacas transcurrido 3 meses del establecimiento en el medio de crecimiento.

El establecimiento de estacas se realizó durante el periodo de invierno (5 de julio), transcurrido 1 mes de haberlas establecido, existió un aumento en la caída de hojas de las estacas, estimulando una disminución en la sobrevivencia, siendo la humedad ambiental demasiado baja, en contraste con el sustrato que por exceso de humedad existió problemas de aireación, afectando la formación inicial de raíz (Delgado et al 2008). Atribuyéndose al esquema de riego aplicado en respuesta a la dinámica hídrica de las estacas, no siendo regulado por la humedad ambiental, considerado factor importante en la propagación vegetativa mediante estacas debido a que las hojas mantienen el balance hídrico (Hartmann y Kester 1991) y provocando un rápido decaimiento en la tasa fotosintética en comparación con la respiración, induciendo la expresión del gen de la gliceraldehído fosfato deshidrogenasa citosólica con ello activándose la glicolisis, provocando la reducción de las reservas de carbohidratos cofactor del enraizamiento (Azcon Bieto y Talón 2000). Rowe *et al.* (2002) verificaron que un aumento en los niveles de carbohidratos, mejoran el enraizamiento adventicio en estacas recolectadas desde setos de *Pinus taeda*. Moe y Andersen (1988) reportaron que al modificar la cantidad relativa de carbohidratos en las estacas, inducen una influencia directa en el enraizamiento adventicio.

La época de recolección de las estacas es un factor importante a considerar para la inducción de raíces en algunas especies (Santelices y Ceballos 2006), concordando en una parte con lo descrito por Spethmann (1982) quien encontró variaciones en las tasas de enraizamiento, con material recolectado desde diferentes épocas, donde obtuvieron similares resultados con estacas recolectadas a fines de primavera con la utilización de 500 mg L⁻¹ de AIB y con estacas de recolectadas en otoño sin la aplicación de AIB.

Tabla 3. Efecto de la concentración de ácido indol acético (AIB) y procedencia del árbol madre en la supervivencia de estacas de *Q. saponaria*.

Nº de Árbol	Concentración de AIB (mg l ⁻¹)	Número de estacas	Supervivencia (%)
1	0	180	0±0
	500	180	0±0
	1000	180	0±0
	2000	180	0±0
2	0	180	0±0
	500	180	0±0
	1000	180	0±0
	2000	180	0±0
3	0	180	0±0
	500	180	0±0
	1000	180	0±0
	2000	180	0±0
4	0	180	0±0
	500	180	0±0
	1000	180	0±0
	2000	180	0±0
5	0	180	0±0
	500	180	0±0
	1000	180	0±0
	2000	180	0±0
6	0	180	0±0
	500	180	0±0
	1000	180	0±0
	2000	180	0±0
7	0	180	0±0
	500	180	0±0
	1000	180	0±0
	2000	180	0±0
8	0	180	0±0
	500	180	0±0
	1000	180	0±0
	2000	180	0±0
9	0	180	0±0
	500	180	0±0
	1000	180	0±0
	2000	180	0±0
10	0	180	0±0
	500	180	0±0
	1000	180	0±0
	2000	180	0±0

CONCLUSIONES

Quillaja saponaria es una especie difícil de propagar vegetativa mediante estacas recolectadas de arboles adultos.

Las diversas concentraciones hormonales de ácido indolacético no presenta un efecto en el enraizamiento de las estacas obtenidas desde arboles adultos.

RECOMENDACIONES

Para la obtención de resultados positivos en el enraizamiento de estacas de *Quillaja saponaria* hay que tener algunas precauciones que beneficiara positivamente los resultados como son.

- 1) Tener la precaución que el material a recolectar tenga vastagos con crecimiento de la temporada.
- 2) Las condiciones climáticas del invernadero deben estar relacionadas con el medio de crecimiento utilizado por ejemplo un exceso de humedad en el medio de crecimiento podría haber problemas de aireación, afectando negativamente la formación inicial de raíz.
- 3) Un factor importante a considerar para futuras investigaciones con la especie es el medio de crecimiento a utilizar del cual no existen estudios asociados.

BIBLIOGRAFIA

Arnold R, A Gleed. 1985. Raising and managing radiata pine cuttings for production forest. Australian forestry 48(3): 199-206.

Azcón-Bieto J, M Talón. 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. Barcelona, España. Ediciones McGraw-Hill Interamericana. 520 p.

Becker Von, H Dautzenberg. 1978. Zur Stecklingsvermehrung bei *Nothofagus procera* (Poepp. et Endl) Oerst. Silvae Genetica 27: 178-183.

Delgado M, Cuba M, Hechenleitner P, Thiers O. 2008. Propagación vegetativa de taique (*destainia spinosa*) y tepa (*Laureliopsis philipiana*) con fines ornamentales. Bosque 29 (2): 120-126.

Ealey D, C Lambeth. 1989. Potencial de rebrotamiento y enraizado de las procedencias del *Pinus oocarpa* y *Pinus tecunumanii*. Cartón de Colombia. Informe de Investigación N° 125, 9 p.

Hartmann H, Kester D.1990. Propagación de plantas, principios y prácticas. Editorial Continental, Ciudad de México, México. 760 pp.

Latsague M, Sáez P, Hauenstein E, F Peña-Cortés. 2010. Propagación vegetativa de *Myrceugenia Exsucca* y *Blepharocalyx cruckshanksii*, especies dominantes del bosque pantanoso de la Depresión Intermedia de la región de La Araucanía, Chile. *Bosque* 31 (3): 247-251.

Latsague M, Sáez P, Hauenstein E, J Yañes. 2009. Efecto del ácido indolbutírico en la capacidad rizogénica de estacas de *Eucryphia glutinosa*. *Bosque* 30 (2): 103-105.

Luna G. 2006. Evaluación de parámetros fisiológicos y de crecimiento en plantas de *Quillaja saponaria* Mol. Bajos condiciones de déficit hídrico. Memoria para optar al título profesional de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile, Santiago. 35p.

Mera E. 1990. Propagación vegetativa en quillay. Tesis Ingeniería Forestal, Universidad de Concepción, Chillán, Chile, 106 p.

Moe R, A Anderson. 1988. Stock plant environment and subsequent adventitious rooting. In Davis TD, BE Hayssig, N Sankhla. Adventitious Root Formation in Cuttings. Dioscorides Press, Portland, Oregon. p. 214-234.

Rowe D, F Blazich, C Raper. 2002. Nitrogen nutrition of hedged stock plants of loblolly pine I. Tissue nitrogen concentrations and carbohydrate status. *New forest* 24: 39–51.

Rojas P, M Arriagada. 1987. Propagación vegetativa por estacas en *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. *Ciencia e Investigación Forestal (Chile)* 1: 1-8.

Santelices R. 2005. Efecto del árbol madre sobre la rizogénesis de *Nothofagus Alessandri*. *Bosque* 26(3): 133-136.

Santelices R, A Cabello. 2006. Efecto del ácido indolbutírico, del tipo de la cama de arraigamiento, del substrato, y del árbol madre en la capacidad de arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. *Revista Chilena de Historia Natural*, 79: 55-64.

Santelices R, C Bobadilla. 1997. Arraigamiento de estacas de *Quillaja saponaria* Mol. y *Peumus boldus* Mol. *Bosque* 18(2): 77-85.

Valenzuela L. 2007. Evaluación de un ensayo de riego y fertilización de Quillay (*Quillaja saponaria* Mol.), en la comuna de San Pedro, provincia de Milpilla, región metropolitana. Tesis para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile.

Zobel, B. and J. Talbert. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Editorial Limusa S.A., Mexico D.F. 545 p.

Zobel, B.J and Talbert, J.T. 1991. Applied Forest Tree Improvement. Waveland Press, Inc., Prospect heights III. 505 p.



BOSQUE NATIVO

PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE MYRCEUGENIA
LEPTOSPERMOIDES Y SATUREJA MULTIFLORA: ESPECIES CON
VULNERABILIDAD ECOLÓGICA EN CHILE



INFOR – MINAGRI 2011



www.infor.cl



BOSQUE NATIVO

PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE MYRCEUGENIA
LEPTOSPERMOIDES Y SATUREJA MULTIFLORA: ESPECIES CON
VULNERABILIDAD ECOLÓGICA EN CHILE

Autor(es)¹
IVAN QUIROZ M
ANDRES HERNADEZ C,
EDISON GARCIA R.
MARTA GONZALEZ
PATRCIO CHUNG
HERNAN SOTO

¹ INSTITUTO FORESTAL SEDE BIOBIO CAMINO CORONEL KM 7,5 SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto : Estudios Forestales sobre bosque nativo
Código ; Código: 2081612082/ 2111511086

PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE MYRCEUGENIA LEPTOSPERMOIDES Y SATUREJA MULTIFLORA: ESPECIES CON VULNERABILIDAD ECOLÓGICA EN CHILE

1. INTRODUCCIÓN

En Chile existen aproximadamente 5.105 especies pertenecientes a la flora nativa, alrededor de 2.630 son endémicas de nuestro país las cuales progresivamente han disminuido por la presión antrópica, siendo vinculadas a la habilitación de suelos para la agricultura, introducción de especies forestales de rápido crecimiento, desarrollo y crecimiento de áreas urbanas y presión productiva sobre bosques naturales (Marticorena 1990).

Myrceugenia leptospermoides (D.C) Kausel es una especie arbustiva que se encuentra en la zona costera de las regiones del Bío Bío y de la Araucanía, confinada a hábitats de excesiva humedad o brumosos (Hoffmann, 1994) con presencia de bosques hasta los 300 msnm (Hechenleitner *et al.*, 2005). El fruto es una baya rojiza a púrpura globosa de 4 a 5 mm de diámetro, con 1-2 semillas oblongas de 2 a 3 mm de largo (Hoffmann, 1994; Hechenleitner *et al.*, 2005). En el caso de *Satureja multiflora* (Ruiz *et Pav.*) Briq es una especie arbustiva endémica con tallos rastreros de hasta 1,8 m de altura de ramas de 2 cm de diámetro (Hechenleitner *et al.*, 2005), con inflorescencia con 3-15 flores, fruto compuesto por cuatro nueces (Hechenleitner *et al.*, 2005). Se distribuye desde la Región del Maule a la Región de los Ríos en ambas cordilleras hasta los 1.200 msnm, a pesar de su amplia distribución se ha visto seriamente afectada por acciones antropogénicas, reduciendo su hábitat a zonas muy específicas (Hechenleitner *et al.*, 2005).

De acuerdo con las categorías y criterios de la lista roja definidos y aprobados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos naturales (UICN), *S. multiflora* actualmente se encuentra clasificada en la categoría de Casi Amenazada y en el caso de *M. leptospermoides* se encuentra clasificada en la categoría, En Peligro, severamente fragmentada con una disminución continua observada con una extensión estimada menor a 5.000 km², en su distribución geográfica (UICN, 2001; Hechenleitner *et al.*, 2005).

Para la propagación sexual, no existen antecedentes publicados de los problemas asociados que podrían tener el manejo y germinación de las semillas y con ello el desconocimiento de las características fenológicas de la especie. La propagación asexual *S. multiflora* y *M. leptospermoides*, mediante estacas es una alternativa viable desde el punto de vista práctico, ya que es un método que contribuye a solucionar problemas asociados a la producción de semillas tales como su viabilidad, germinación y recolección de las mismas. Surge como objetivo, evaluar el efecto de la aplicación de AIB (ácido indolbutírico) en el enraizamiento de las estacas de *M. leptospermoides* y *S. multiflora*, basado en la hipótesis que un aumento en las concentraciones hormonales de AIB provoca un aumento en el enraizamiento de las estacas y con ello el crecimiento de las plantas para lograr preservar, recuperar y restaurar los bosque nativos degradados que contienen las especies *M. leptospermoides* y *S. multiflora*, por ser especies consideradas con una alta vulnerabilidad ecológica.

2. MATERIAL Y MÉTODO

Se colectó material de *M. leptospermoides* y *S. multiflora* desde árboles adultos en la época de primavera (noviembre 2010) ubicados en la localidad de Patagual, Comuna de Coronel, Región del Bío Bío. Los individuos se encontraban en una superficie reducida en quebradas, en lugares sombríos y húmedos, acompañados de otras especies arbustivas nativas (p.e. murtillas, arrayan, mañío de hojas cortas y quila,) y rodeadas de especies exóticas (eucaliptos, pino radiata y aromo australiano). Se seleccionaron al azar estacas semileñosas, de la sección media de la copa, de individuos que presentaban tallos con crecimientos sanos y vigorosos.

El material vegetal seleccionado fueron ramas con crecimiento de la temporada, longitud 40 cm \pm 10 con alta presencia de ramas secundarias, las cuales fueron trasladadas en una nevera con agua al laboratorio del Centro Tecnológico de la Planta Forestal – INFOR, sede Bio-Bio, donde fueron dimensionadas en estacas de 10 cm \pm 1 de longitud y 3 \pm 1 mm de diámetro, procurando dejar una yema y par de hojas en el tercio superior de la estaca. El corte basal se realizó en forma oblicua y almacenada en un recipiente con agua para evitar la desecación de las estacas durante su manipulación.

El medio de enraizamiento consistió en una mezcla de turba con vermiculita en una proporción volumétrica de (1:1). La estaca se introdujo 2 cm en el sustrato, para ello previamente se realizó una perforación de igual profundidad, para evitar dañar la base de la estaca. Se utilizaron almacigueras de poliestireno expandido compuesta por 84 cavidades de 135cc de volumen.

Las concentraciones de ácido indolbutírico (AIB) utilizadas fueron 500 mg L⁻¹ y 2000 mg L⁻¹, más un tratamiento control sin AIB. La aplicación de la hormona, consistió en sumergir 2 cm la base de la estaca por un periodo de 10 segundos en la solución. La desinfección de las estacas se realizó con la inmersión de las estacas en una solución con fungicida Benomilo en concentración de 1 g L⁻¹, además se realizaron aplicaciones preventivas contra hongos con diferentes fungicidas (p.e. Thiuram y Triadimefon) en intervalo de 15 días.

El cultivo se realizó en un invernadero de polietileno UV niquelado de 200 mc. El programa de riego consideró la aplicación de 3 riegos diarios de 1 minuto cada uno, de manera de mantener el sustrato con la humedad suficiente en forma permanente. El riego es tecnificado y se efectuó en forma automática mediante aspersión por “microjet”.

Una vez que se desarrollaron nuevos brotes en las estacas, se realizaron aplicaciones de fertilizantes mediante fertirrigación una vez por semana 2g/l. Los fertilizantes utilizados correspondieron a la línea ultrasol de Soquimich.

Para evaluar la influencia de las concentraciones hormonales en el enraizamiento de las estacas, se realizó un diseño experimental completo aleatorio con tres repeticiones. La unidad experimental estuvo conformada por 84 estacas, desde donde se evaluó el enraizamiento de las estacas de forma visual y su medición en altura (\pm 0,1 cm). Al final del período (Mayo 2011) de crecimiento fueron evaluadas y realizados análisis de varianza (ANDEVA) en los diferentes tratamientos. La homogeneidad de varianza fue evaluada mediante la prueba de Levene ($P < 0,05$). El supuesto de normalidad de los residuos se

evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilks ($P < 0,05$). Para detectar diferencias significativas entre los tratamientos, se realizó la prueba de comparación múltiple Tukey, con un 95 % de confianza.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos con el ácido indolbutírico con *M. leptospermoide*, muestra un efecto significativo en la formación de raíces (Figura 1), en todos los tratamientos aplicados. Se observó que los mayores porcentajes de enraizamiento (45 %) se presentó en estacas tratadas con 500 mg L⁻¹ de ácido indolbutírico (Cuadro 1).

Antecedentes del porcentaje de enraizamiento total obtenido en *M. leptospermoides* son similares a los resultados obtenidos por Latsague *et al.* (2010), quienes encontraron un porcentaje de enraizamiento del 26,7 %, aplicando 2.000 mg L⁻¹ de AIB en estacas de *Myrceugenia exsucca* (DC.) O. Berg, sin embargo para este caso las estacas fueron recolectadas durante el mes de abril (otoño), resultados que indicarían que la época de recolección del material afectaría el enraizamiento de especies del mismo género, igualmente observado en Quillay donde Mera (1990) obtuvo una tasa de enraizamiento del 66,7% en estacas recolectadas a principio de invierno y Santelices y Bobadilla (1997) obtuvieron un 41 % de enraizamiento en estas recolectadas a fines del invierno (agosto), estas diferencias serían atribuibles al estado fenológico de la planta madre, los cuales afectarían en el estado nutricional y concentración hormonal.

La estaca y las hojas o follaje de *M. leptospermoides* se mantuvieron activo durante tres meses, posteriormente a esa etapa se inició la actividad fisiológica (desarrollo de brotes). En cambio *S. multiflora* a tres semanas de establecidas las estacas presentó actividad fisiológica provocando la estimulación o desarrollo de nuevos brotes, pruebas complementarias han demostrado la flexibilidad de esta especie en lograr el enraizamiento en diferentes sustratos (datos no publicados) p.e. corteza de pino compostada.

Los resultados obtenidos con *S. multiflora*, a siete meses del establecimiento del ensayo (noviembre 2010 – mayo 2011), muestran que las estacas de la especie presenta una alta capacidad de enraizamiento. La aplicación del ácido indolbutírico (AIB) no presentó un efecto significativo en el enraizamiento en comparación con el tratamiento control (Cuadro 1). Contradiendo lo expresado por Vásquez y Torres (1981), quienes manifiestan el rol de la auxinas en la iniciación y crecimiento de la raíces. *S. multiflora* demostró que la aplicación de hormonas de crecimiento para esta especie no son necesarias para su propagación vegetativa.



Figura 1. Enraizamiento exitoso de estacas de *M. leptospermoide* con aplicación de hormonas de AIB en 500 (mg L^{-1}).

Para *S multiflora* se obtuvo en promedio de 81,7% de enraizamiento en el tratamiento control sin hormona, sin embargo para *M. leptospermoides* se obtiene un 28,3 %, valores diversos se han obtenidos por investigadores con otras especies nativas: Latsague *et al.* (2008) obtuvo un 56,5% en estacas de *Eucryphia glutinosa* (P. et. E.) Baillon (guindo santo) tratadas con 500 mgL^{-1} . Delgado *et al.* (2008) logró un 33% en estacas de *Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde (tepa) tratadas con 4.000 mgL^{-1} , Santelices (2005) consiguió un promedio de 34% de enraizamiento en estacas de *Nothofagus alessandrii* Espinosa (ruil) tratadas con 5.000 mgL^{-1} , demostrando la variabilidad de resultados que se pueden obtener con las especies nativas de Chile.



Figura 2. Enraizamiento de estacas de *S. multiflora* sin aplicación de hormonas.

Cuadro 1. Efecto de la concentración de ácido indolbutírico en el porcentaje de enraizamiento de estacas de *S. multiflora* y *M. leptospermoides* (media \pm error estándar; n = 252 por tratamiento).

Concentración AIB (mg L ⁻¹)	<i>S. multiflora</i>			<i>M. leptospermoides</i>		
	Enraizamiento (%)	Altura (cm)		Enraizamiento (%)	Altura (cm)	
		inicial	final		inicial	final
0	81,7 \pm 8,2 a	8,0 \pm 0,5 a	30,5 \pm 1,3 a	28,3 \pm 4,1 b	8,0 \pm 0,4 a	15,3 \pm 1,2 a
500	80,6 \pm 6,4 a	8,0 \pm 0,8 a	28,3 \pm 2,1 a	45,0 \pm 8,4 a	8,0 \pm 0,7 a	14,3 \pm 1,5 a
2000	82,8 \pm 11,1 a	8,0 \pm 0,6 a	29,1 \pm 1,8 a	26,7 \pm 8,2 b	8,0 \pm 0,3 a	15,1 \pm 0,7 a

AIB = Ácido indolbutírico.

Valores promedios, con la misma letra no difieren significativamente entre sí, $P > 0,05$.

Los resultados presentados por diversos autores, muestran la alta variabilidad de resultados obtenidos en el enraizamiento de las especies nativas (Latsague *et al.* 2008; Delgado *et al.* 2008; Santelices, 2005). En tal sentido se indican diferentes causas que originarían esta variabilidad, entre ellas: la zona del individuo donde fueron colectadas las estacas, p.e la parte media y alta, tendrían una mayor edad cronológica de los tejidos; la época del año juega un rol en el enraizamiento, siendo invierno y comienzo de primavera las más favorables, la edad y la fisiología de la especie entre otras (Vásquez y Torres, 1981; Moe y Anderson, 1988; Hartmann y Kester, 1991; Azcon-Bieto y Talón 2000).

4. CONCLUSIONES

Es posible propagar vegetativamente *S. multiflora* a través de estacas semileñosas recolectadas durante las épocas de primavera sin la necesidad de utilizar hormonas para su propagación.

Material colectado en primavera de *M. leptospermoides* se propaga vegetativamente, aunque presenta un lento crecimiento inicial.

Los mejores resultados de enraizamiento con *M. leptospermoides* se obtienen tratando las estacas con 500 mg L⁻¹ de Ácido indolbutírico.

5. BIBLIOGRAFÍA

Aparicio A, M Pastorino, A Martines-Meir, L Gallo. 2009. Vegetative propagation of patagonian cypress, a vulnerable species from the subantarctic forest of South America. *Bosque* 30(1): 18-26

Azcon-Bieto, J.; Talon, M. 2000. *Fundamentos de Fisiología Vegetal*. McGraww - Hill . Interamericana. Ed. Universidad de Barcelona. Barcelona.

Bonfil - Sanders C, P Mendoza, J Ulloa. 2007. Enraizamiento y formación de callos en estacas de siete especies del género *Bursera* *Agrociencia* 41: 103-109.

Delgado M, Cuba M, Hechenleitner P. y Thiers O. 2008. Propagación vegetativa de taique (*destainia spinosa*) y tepa (*Laureliopsis philipiana*) con fines ornamentales. *Bosque* 29 (2): 120-126.

Hartmann T. y D. Kester. 1991. *Propagación de plantas: principios y prácticas*. México DF, México. Continental. 810 p.

Hechenleitner P. Gardner M, Thomas P, Echeverría C, Escobar B, Brownless P. y Martínez C. 2005. *Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación*. 1ª. Edición. Univ. Austral de Chile-Real Jardín Botánico de Edimburgo. 188p.

Hoffmann A. 1994. *Flora Silvestre de Chile. Zona Araucana: Árboles, Arbustos y Enredaderas Leñosas*. 3ª edición. 258p.

Hoffmann A. 1995. *Flora Silvestre de Chile. Zona Central*. 3ª edición. 253p.

Latsague M, Delgado P. y Hauenstein E. 2010. Propagación vegetativa de *Myrceugenia exsucca* y *Blepharocalyx crckshanksii*, especies dominantes del bosque pantanoso de la Depresión Intermedia de la región de La Araucanía, Chile.. *Bosque* 31 (3): 227-251

Latsague M. Sáez P. Hauenstein E. y J. Yañes. 2008. Efecto del ácido indolbutírico en la capacidad rizogénica de estacas de *Eucryphia glutinosa*. *Bosque* 30 (2): 103-105.

Martcorena, C. 1990. Contribución a la estadística de la flora vascular de Chile. *Gayana Botánica* 47: 85-113.

Moe R. A y Anderson. 1988. Stock plant environment and subsequent adventitious rooting. *In* Davis TD, BE Hayssig, N Sankhla. *Adventitious Root Formation in Cuttings*. Dioscorides Press, Portland, Oregon. p. 214-234.

Rowe D, F Blazich y C Raper. 2002. Nitrogen nutrition of hedged stock plants of loblolly pine I. Tissue nitrogen concentrations and carbohydrate status. *New Forests* 24: 39-51.

Santelices R. 2005. Efecto del árbol madre sobre la rizogénesis de *Nothofagus alessandrii*. *Bosque* 26 (3): 133-136.

UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 3.1. http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/doc/categorias_criterios_UICN.pdf. Consultado 10.enero.2011.

Vásquez B. y Torres G. 1981. Fisiología Vegetal. Crecimiento y Desarrollo, Ed. Pueblos y Educación. Ciudad de la Habana.

Artículo publicado en la revista CHILE FORESTAL OCTUBRE 2011



BOSQUE NATIVO

REPRODUCCIÓN VEGETATIVA DE QUILO (*Muehlenbeckia hastulata*
(J.E.Sm.) Johnst.)



INFOR – MINAGRI 2011



www.infor.cl



BOSQUE NATIVO

REPRODUCCIÓN VEGETATIVA DE QUILO (*Muehlenbeckia hastulata*
(J.E.Sm.) Johnst.)

Autor(es)¹
IVAN QUIROZ M
EDISON GARCIA R.
ANDRES HERNADEZ C,
MARTA GONZALEZ
PATRCIO CHUNG
HERNAN SOTO

¹ INSTITUTO FORESTAL SEDE BIOBIO CAMINO CORONEL KM 7,5 SAN PEDRO DE LA PAZ



INFOR

**Proyecto : Estudios Forestales sobre bosque nativo
Código ; Código: 2081612082/ 2111511086**

INTRODUCCIÓN

La propagación vegetativa se ha utilizado preferentemente para la multiplicación de especies vegetales de fácil enraizamiento y de interés económico y comercial, tanto en el ámbito forestal como en el agrícola (Norambuena, 2005; Santelices, 2005). No obstante, en la actualidad el uso de técnicas de propagación mediante estacas se reitera con mayor recurrencia y con resultados muy favorables para la regeneración de especies arbóreas y arbustivas con problemas de vulnerabilidad ecológica como también para la reproducción de especies con fines de recuperación de ambientes y control de erosión. Esta técnica permite acelerar el proceso de desarrollo mediante el uso de partes de la estructura vegetal, como tallos, hojas u otro tipo de tejido, y obtener en un corto período material de propagación uniforme y con las mismas características del árbol madre, permitiendo a su vez en un menor tiempo repoblar las áreas afectadas (Hartmann y Kester, 1990; Zobel y Talbert, 1984, cit. por García, 1999).

De todas formas, la propagación de plantas mediante esta técnica reviste ciertas consideraciones que afectan en el éxito del enraizamiento, dividiéndolas entre las que ocurren antes que estas sean recolectadas y cuando éstas están en condiciones de ser instaladas en el medio de propagación (MacDonald, 1990). Entre las primeras se pueden mencionar la especie, edad y sexo del individuo madre, nivel nutricional y sanitario del mismo, y época de colecta (Hansen, 1989). Una vez preparadas las estacas, los factores que inciden en el enraizamiento están la presencia de hojas y yemas, la aplicación de hormonas, lesionado de tejidos, cantidad de agua y humedad relativa, temperatura, luz y medio de enraizamiento (Hartmann y Kester, 1990).

En Chile se han realizado estudios de propagación mediante estacas para diversas especies forestales con problemas de conservación y para la restauración de ambientes, como Ñipas (*Escallonia illita* (K. Presl)), Pucana (*Proustia cunefolia* (D. Don.)), Arrayán rojo (*Myrceugenia rufa* (Colla) Skottsberg ex Kausel), Pitra (*Myrceugenia exsucca* (D. C.) Berg), Temo (*Blepharocalyx cruckshanksii* (Hook. et Am.) Nied), Quilo (*Muehlenbeckia hastulata* (J.E.Sm.)), Michay Rojo (*Berberidopsis corallina* Hooker F.), Luma del norte (*Legrandia cocinna* (Phil.) Kausel), Lingue del norte (*Persea meyeniana* Nees), Guindo santo (*Eucryphia glutinosa* (P. et E.) Baillon), Queule (*Gomortega keule* (Mol.) Baillon), y Ruil (*Nothofagus alessandrii* Espinosa) (Peña, 1995; García, 1999; Santelices y García, 2003; Norambuena, 2005; Santelices, 2005; Santelices y Cabello, 2006; Sanchez, 2007; Cabello y Suazo, 2009; Latsague *et al.*, 2008; Latsague *et al.*, 2009; Latsague *et al.*, 2010). Entre los factores evaluados están origen de la estaca, tipos de sustrato, aplicación de temperatura a través de camas de arraigamiento, y la aplicación de enraizantes sintéticos.

En el presente documento se entregan los resultados obtenidos por el Centro Tecnológico de la Planta Forestal (CTPF), sobre propagación vegetativa con Quilo, con el objetivo de complementar los antecedentes ya publicados de estudios con esta especie, y contar con mayor información para su producción en condiciones de vivero.

1. ANTECEDENTES DE QUILO (*Muehlenbeckia hastulata* (J.E.Sm.) Johnst.

El Quilo es una especie autóctona de Chile y Perú, pertenece a la familia de las Poligonáceas y crece entre las regiones de Coquimbo y Valdivia, desde el nivel del mar hasta los 3.000 msnm, preferentemente en terrenos degradados, asoleados y secos. Se le considera una arbustiva trepadora, de tallos rojizos y flexibles. Las hojas son persistentes o caducas de verano dependiendo del ambiente en que se encuentre, simples, alternas, pecioladas, de 1 a 4 cm, con forma de flecha, de márgenes enteros y nervio medio muy marcado (Hoffmann, 1982). Las flores son pequeñas de color verdoso a púrpura y florece desde fines de invierno hasta el verano (Norambuena, 2005). El fruto es una nuez con una capa carnosa y dulce, comestible (Hoffmann, 1982).

En la tradición popular, el Quilo ha sido y es utilizado con fines medicinales, otorgándole propiedades depurativas, diuréticas en afecciones reumáticas y hepáticas, y como astringente en el tratamiento de heridas, úlceras y otros problemas dermatológicos (Massardo y Rozzi, 1996; MINSAL, 2009). Estas propiedades la han hecho objeto de diversos estudios químicos para identificar de manera más precisa sus componentes y actividad biológica, y su potencial uso farmacológico. Se han analizado los efectos de extractos de tallo, raíz y hojas de Quilo sobre la presión arterial, frecuencia cardíaca y frecuencia respiratoria de ratas con afecciones hipertensas, determinando una disminución de la presión arterial sistólica y diastólica y en la frecuencia cardíaca y un aumento de la frecuencia respiratoria (Roco, 2001; Barría, 2003). Se han logrado aislar varios otros componentes y activos químicos que demuestran que esta especie posee una importante actividad analgésica, oxitóica y posibles efectos contra el virus de la influenza (Erazo *et al.*, 2002; Yazuda *et al.*, 2010).

Por otro lado, el Quilo es una especie que aparece con favorables resultados en la restauración de ambientes. Su rápido crecimiento y profuso sistema radicular le confieren una alta capacidad de sobrevivencia en sitios con condiciones edafoclimáticas adversas, muy pobres y erosionados, de mala calidad o pendientes inclinadas (Norambuena, 2005). Además, Quilo se ha encontrado con un porcentaje importante de presencia entre la vegetación colonizadora espontánea de depósitos de relaves abandonados, lo que la transforman en una especie propicia para la fitoestabilización de relaves mineros, potencial no menor si se considera que son sitios con serios problemas de drenaje y aireación por la alta compactación, presentan una alta deficiencia de macronutrientes esenciales, toxicidad por exceso de metales y, ausencia de microorganismos encargados del ciclado de la materia orgánica (Ginocchio y Santibañez, 2009; León-Lobos *et al.*, 2011). Se ha utilizado también para la estabilización de taludes de obras viales, con porcentajes de sobrevivencia diversos dependiendo de las épocas de plantación (Doll *et al.*, 2007), y para la restitución de la vegetación en las franjas de terreno alteradas para la instalación de ductos de transporte de hidrocarburos (Moreira, 2007).

2. METODOLOGÍA

Colecta del material vegetal

El material vegetal se colectó de un sector en las proximidades de Yumbel, Región del Bío Bío, que presente condiciones climáticas influidas por el factor orográfico de la cordillera de la costa y la presencia cercana del Valle del Bio Bío, definiendo el clima de esta zona como mediterráneo templado cálido, con una fuerte amplitud térmica y más de 6 meses secos. Las precipitaciones ocurren entre los meses de mayo a noviembre, alrededor de los 1.100 mm anuales, con el máximo en los meses de invierno (http://www.yumbel.cl/comuna/antecedentes_generales.html). El sitio de colecta presenta suelos que permanecen gran parte del año secos y escasa vegetación herbácea, degradados y con niveles de erosión importantes provocados fundamentalmente por la acción del viento y por el arrastre de material por las precipitaciones, con un primer horizonte muy delgado o bien inexistente.

Considerando las referencias técnicas publicadas y los antecedentes entregados en diversos estudios de propagación vegetativa, la colecta se realizó en horas de la mañana, otorgando preferencia a ramas con crecimiento de la temporada, de largo variable entre 30 a 50 cm con alta presencia de ramillas secundarias, las que luego de su corta se dispusieron en neveras con agua a temperatura ambiente para su transporte y traslado al vivero (Peñuelas y Ocaña, sf; Hartmann y Kester, 1990; Montoya y Camara, 1996; García, 1999; Saenz, 1999; Fredes 2007; Sánchez, 2007; Ruano, 2008). Una vez en vivero se traspasaron a baldes con agua fresca para evitar su desecación, y se mantuvieron en esa condición hasta el momento de la preparación del estaquillado, entre 1 y 2 horas.



Foto 1: Tipo de material colectado de Quilo y condición previa a la preparación de las estacas.

Diseño y preparación de estacas

Para evaluar la capacidad rizogénica de la especie, se aplicaron diferentes concentraciones de hormona y se emplearon 2 tipos de sustrato como medio de arraigamiento. El enraizante correspondió a Ácido Indolbutírico (AIB) en dosis de 500, 1.000 y 2.000 ppm, y los sustratos a corteza compostada de pino (granulometría G-10) y a una mezcla de turba con vermiculita (1:1), en los siguientes tratamientos:

Cuadro 1: Tratamientos aplicados a estacas de Quilo para la inducción de su enraizamiento.

Tipo de sustrato	Dosis de AIB
Turba+Vermiculita (1:1)	0 ppm (testigo)
	500 ppm
	1.000 ppm
	2.000 ppm
Corteza compostada pino	0 ppm (testigo)
	500 ppm
	1.000 ppm

Para la preparación del estaquillado se utilizaron los brotes de buen desarrollo, sin evidencia de daños y de consistencia flexible, evitando los tallos demasiado leñosos. Las estaquillas se cortaron con tijera de podar con buen filo, esto para evitar desgarró en los cortes, de 10 a 15 cm de largo, con un diámetro de tallo entre 2 a 4 mm, procurando dejar un 3 a 4 hojas o yemas. El corte basal se realizó en forma oblicua, lo que permite aumentar la superficie de contacto con la hormona y darle un mayor volumen para la distribución de las raíces.

Las estaquillas cortadas se fueron depositando en un balde con agua, manteniéndolas en esa condición hasta la aplicación de la hormona, alrededor de 1 a 2 horas.



Foto 2: Preparación y características de las estacas de Quilo para enraizamiento.

Para la aplicación de la hormona, se sumergieron 2 a 3 cm de la base de las estaquillas en la solución por unos 15 segundos.

Instalación ensayo y protocolo de mantención

El ensayo se instaló en dependencias del vivero de la sede Bío - Bío de INFOR en Concepción, en invernadero de polietileno UV nacional niquelado de 200 mc.

Las estacas tratadas se dispusieron en bandejas de poliestireno expandido, sobre mesones de producción, al interior del invernadero. En el caso del sustrato Turba+Vermiculita, las bandejas utilizadas estaban compuestas por 60 cavidades de 280 cc de volumen cada una, de sección cuadrada, y para corteza de pino compostada bandejas de 84 cavidades de 130 cc de volumen cada cavidad, de sección circular.

Durante el período de evaluación se aplicó riego con una frecuencia de 3 veces por día de 1 minuto cada uno, de manera de mantener el sustrato con la humedad suficiente en forma permanente.

Debido a las condiciones de alta temperatura y humedad que se mantiene bajo condiciones de invernadero, se propicia un ambiente adecuado para el ataque de hongos, razón por lo cual se realizaron aplicaciones de fungicida en forma preventiva cada 8 días, con diferentes productos en forma alternada, en una solución de 1 g por litro de agua (Captan, Benomilo, Thiuram, Triadimefon y Mancozeb, en sus respectivos productos comerciales).

Validación estadística

Las variables a evaluar son estacas enraizadas. Al tratarse de una condición se asignó un valor binario, 1 ó 0, dependiendo de la existencia de dicha característica (1 en caso de si existir y 0 en el caso contrario) y para los análisis estadísticos se utilizaron tablas de contingencia, que permiten comparar datos categorizados. Los estadísticos utilizados para las comparaciones entre tratamientos fueron Chi Cuadrado de Pearson (X^2 Pearson) y el Chi Cuadrado de máximo verosímil (X^2 MV- G^2). Para la evaluación de los datos se utilizó el software estadístico InfoStat versión 2008/P (Infostat, 2008).

3. RESULTADOS

En el siguiente cuadro se puede observar que el uso de corteza compostada es un sustrato que presenta mejores propiedades para el enraizamiento de estacas de Quilo en comparación con la mezcla de Turba y vermiculita, bajo las mismas condiciones. Luego de 10 semanas, con corteza compostada se alcanza entre un 69 y 81% de estacas con raíces, mientras que con turba+vermiculita se obtiene entre un 43 y 58%.

Cuadro 2: Porcentaje de estacas enraizadas de Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) según tipo de sustrato.

Tipo de sustrato	Estacas enraizadas (%)
Turba-Vermiculita	43,3 – 58,3
Corteza compostada	69,4 – 80,6

Para especies de fácil enraizamiento el tipo de sustrato a emplear no tiene mayor importancia, aunque algunos estudios indican que sí influyen en el volumen y forma del sistema radicular. Para especies cuyo enraizamiento es complejo, el medio de arraigamiento aparece como un factor relevante para ambos procesos, de inducción y formación (Hartmann y Kester, 1990; Alpi y Tognoni, 1984, cit. por Gerding *et al.*, 1996). De acuerdo con los resultados obtenidos, el tipo de sustrato incide en la respuesta de Quilo al enraizamiento, es decir que, las características de proporcionar suficiente porosidad para una buena aireación, alta capacidad de retención de agua y buen drenaje (Hartmann y Kester, 1990), se presentan en mejores condiciones en corteza compostada que con la mezcla de turba+vermiculita.

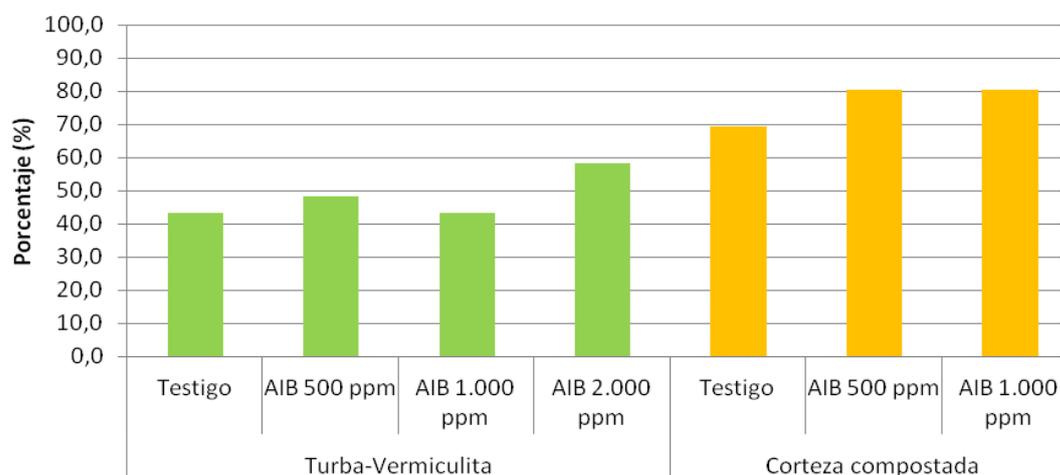


Foto 3: Aspecto visual parte aérea (hojas y tallos), estacas de Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) dispuestas en (izquierda) sustrato turba+vermiculita y (derecha) corteza compostada.

La respuesta de estacas de Hualo a dos tipos de sustrato, aserrín de Pino (*Pinus radiata* D. Don) y corteza compostada de pino, no presenta diferencias en cuanto a sobrevivencia, arraigamiento y longitud de raíces, solo se observa un efecto de este factor en el número de raíces, explicado probablemente a la diferencia de pH que existe entre ambos sustratos, siendo más favorable en aserrín para el proceso de la rizogénesis (Santelices y Cabello, 2006). Gerding *et al.* (1996) señalan que, para Mañío macho (*Podocarpus nubigena* Lindl.) el tipo de sustrato no afecta mayormente en el porcentaje de enraizamiento, utilizando corteza compostada de especies nativas y en una mezcla con diferentes sustancias complementarias, como corteza fresca, aserrín, suelo y pumicita y, arena también como único sustrato y mezclada con turba. Respuesta contraria obtuvieron con Ulmo (*Eucryphia cordifolia* Cav.), con los mayores porcentajes de enraizamiento en sustrato de corteza compostada mezclada con suelo y pumicita. En un estudio de propagación vegetativa en Matico (*Buddleja globosa* Hope), el tipo de sustrato resultó ser un factor relevante, obteniéndose los valores más altos de enraizamiento en una mezcla de perlita más vermiculita a las 6 y 11 semanas (41,3 y 80% respectivamente). Asimismo, con perlita sola, se alcanzan longitudes de raíces mayor (entre 5,77 y 7,58 cm) (Doll *et al.*, 2003).

Al realizar un análisis con las concentraciones de hormona en cada sustrato en forma individual, no existe diferencia estadística significativa, no obstante en ambos se observa una tendencia a incrementarse el porcentaje de estacas con raíces a medida que aumenta la concentración de AIB. En estacas dispuestas en turba+vermiculita, la concentración más alta de AIB entrega los mayores valores de enraizamiento (58,3%), sin embargo al observar los resultados entre concentraciones este es muy disperso, mostrando para 500 ppm el segundo porcentaje más alto (48,3%) y para 1.000 ppm un menor enraizamiento, en igual porcentaje que las estacas sin aplicación de hormona (43,3%). En estacas dispuestas en corteza compostada, existe un 11,2% más de estacas con raíces en el tratamiento con hormona que sin aplicación.

Grafico 1: Porcentaje de enraizamiento de estacas de Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) con diferentes concentraciones de AIB, y tipo de sustrato.



Norambuena (2005), en un estudio con tres especies arbustivas nativas (Ñipas, Pucana y Quilo) señala que, la sobrevivencia y el enraizamiento de las tres especies no son afectados ni positiva ni negativamente por el uso de hormona. Respuesta similar obtiene García (1999) para el enraizamiento de Luma del Norte y Lingue del Norte, obteniendo además porcentajes muy bajos con o sin aplicación. Santelices y Bobadilla (1997), evaluaron el efecto del AIB en diferentes concentraciones, con estacas de Boldo (*Peumus boldus* Mol.) procedentes de rebrotes de tocón, encontrando una mayor respuesta de sobrevivencia sin la aplicación de hormona (53%), pero respuestas similares entre tratamientos para el arraigamiento (15%) (0, 0,5, 1 y 2% de concentración AIB).

Por el contrario, y al igual que en el presente estudio, en Guindo santo se obtuvieron porcentajes importantes de enraizamiento con la aplicación de hormona, entre 57 y 40% (500 y 1.000 ppm respectivamente) (Latsague *et al.*, 2009). Santelices y Bobadilla (2006) logran una tendencia similar en Hualo, confirmando el uso de hormona para un mayor arraigamiento (0,5, 1 y 2% de AIB), entre un 50 y 72%. En Taique (*Desfontainia spinosa* (R. et P.)) y Tepa (*Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde) el enraizamiento también tiene una mejor respuesta por la acción del AIB, con los porcentajes más altos obtenidos con una concentración de 4.000 ppm de AIB en ambas especies (82 y 33% respectivamente, con) (Delgado *et al.*, 2008).



Foto 4: Aspectos visuales sección aérea y radicular de estacas de Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) tratadas con diferentes concentraciones de hormona, en sustrato turba-vermiculita.



Foto 5: Aspectos visuales sección aérea y radicular de estacas de Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) tratadas con diferentes concentraciones de hormona, en sustrato corteza compostada.

La interacción de los factores muestra que para la propagación por estacas de Quilo, entre los dos tipos de sustratos estudiados, la corteza compostada aparece como el más apropiado con los porcentajes de enraizamiento más altos, obteniendo el mayor valor con aplicaciones de hormona en concentraciones de 500 y 1.000 ppm, situación que se confirma estadísticamente.

Cuadro 3: Porcentaje de estacas enraizadas de Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) según tipo de sustrato y concentración de Ácido Indolbutírico.

Concentración AIB \ Sustrato	Turba-Vermiculita	Corteza compostada
Testigo	43,3 b	69,4 a
AIB 500 ppm	48,3 b	80,6 a
AIB 1.000 ppm	43,3 b	80,6 a
AIB 2.000 ppm	58,3 b	-

* Letras iguales en una misma columna indican que no existen diferencias estadísticas entre concentraciones para un mismo sustrato. Letras distintas en una misma fila indica diferencias significativas entre sustrato.

En general se recomienda la interacción de dos o más factores que puedan inducir el enraizamiento (Hartmann y Kester, 1990). Esto se confirma en los diversos estudios de propagación vegetativa desarrollados, cuyos resultados en su mayoría validan la combinación de factores para mejorar la respuesta de las especies al enraizamiento, especialmente en aquellas que presentan mayor dificultad en este proceso. Jeldres (1997), obtiene para estacas de Boldo los porcentajes de enraizamiento más altos con aplicación de hormona y estacas procedentes de plantas de 2 años de edad. García (1999), consigue mejores valores para enraizamiento para Luma del Norte con material colectado en primavera y aplicación de hormona en concentración de 2.000 ppm, y para Lingue del Norte, material vegetal de invierno y 4.000 ppm de AIB.

En relación con el número total de hojas por rango y a la presencia de ramillas nuevas, existen escasas publicaciones que hacen mención a estas variables, esto puede ser a consecuencia de que la generación de nuevas hojas o ramillas habitualmente no se observan durante el proceso de enraizamiento. De cualquier forma, existe una relación directa entre la retención de las hojas y la probabilidad de sobrevivir y enraizar de las estacas. La pérdida de las hojas provoca una disminución de la tasa fotosintética, por lo tanto la reducción de las reservas de carbohidratos cofactores del enraizamiento (Azcon Bieto y Talón, 2000, cit. por Latsague *et al.*, 2010). Asimismo, en especies de fácil enraizamiento, las hojas son retenidas por un mayor tiempo, comportamiento que es favorecido no sólo por la presencia de carbohidratos que son producidos mediante el proceso fotosintético y que son trasladados desde las hojas hacia la base de las estacas, sino que también por los compuestos auxínicos que se producen en secciones foliares que promueven el enraizamiento (Hartmann y Kester, 1990). Por otro lado, la superficie foliar en las estacas puede llegar a ser un indicador de la cantidad de raíces producidas (Costa y Challa, 2002, cit. por Santelices, 2007).

Cabe reiterar que, al comienzo del estudio y por el tamaño de hoja de la especie, en la preparación de las estacas se tomó la precaución de mantener un número no mayor a 5 hojas por estaca.

En el siguiente cuadro se puede observar que, en general, las estacas presentan por sobre las 6 hojas, y con mayor frecuencia en rangos entre 16 a 30 y por sobre las 30 hojas, incluso en los tratamientos sin aplicación de hormona. En el caso de las estacas sin aplicación de AIB en sustrato turba-vermiculita, el 96,2% de las estacas se distribuye en los tramos señalados con una distribución homogénea entre los tres, en corteza compostada la totalidad de las estacas presentan 6 y más hojas, concentrándose mayoritariamente entre 6 y 30 hojas, lo que indica que Quilo por condición propia presenta una buena capacidad para regenerarse vegetativamente. No obstante ello, se observa en efecto positivo de la aplicación de hormona en ambos medios de arraigamiento, incrementando el número de estacas en los dos tramos más altos.

Santelices (2007), evaluó el efecto del AIB y la presencia de hojas en el arraigamiento de estacas de Hualo cosechadas en dos épocas de colecta, encontrando que la sobrevivencia y formación de raíces sólo se logra en estacas con presencia de hojas. En un estudio de propagación por miniestacas con *Tabebuia rosea* (Bertol.) A.DC. (Roble), especie arbórea del bosque Colombiano, se

determinó que la interacción de los factores estudiados (tipo de sustrato y concentración de hormona), no tiene un efecto importante en el número de hojas por estacilla, pero sí en forma individual, obteniendo valores más altos con la aplicación de AIB en comparación con ANA (Ácido Naftalenacético), y con una mezcla de sustrato arena, aluvi3n y esti3rcol de bovino frente a una mezcla de arena, aluvi3n y cascarilla de arroz (Jarma *et al.*, sf). En *Physalis peruviana* L., especie frutal de un alto inter3s comercial en Colombia, se determin3 una mayor presencia de hojas en esquejes dispuestos en Turba con concentraciones de 400, 600 y 800 ppm de AIB, con el porcentaje m3s alto en esta 3ltima dosis (Moreno *et al.*, 2009).

Cuadro 4: Distribuci3n de estacas enraizadas de Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) en porcentaje por n3mero de hojas, seg3n tipo de sustrato y concentraci3n de 3cido Indolbut3rico.

Tipo de sustrato	Tratamiento	Rango N° de hojas (%)			
		1-5	6-15	16-30	>30
Turba-Vermiculita	Testigo	3,8	30,8	34,6	30,8
	AIB 500 ppm	6,9	27,6	20,7	44,8
	AIB 1.000 ppm	7,7	7,7	34,6	50,0
	AIB 2.000 ppm	2,9	20,0	40,0	37,1
Corteza compostada	Testigo	0,0	40,0	44,0	16,0
	AIB 500 ppm	13,8	17,2	44,8	24,1
	AIB 1.000 ppm	0,0	27,6	51,7	17,2

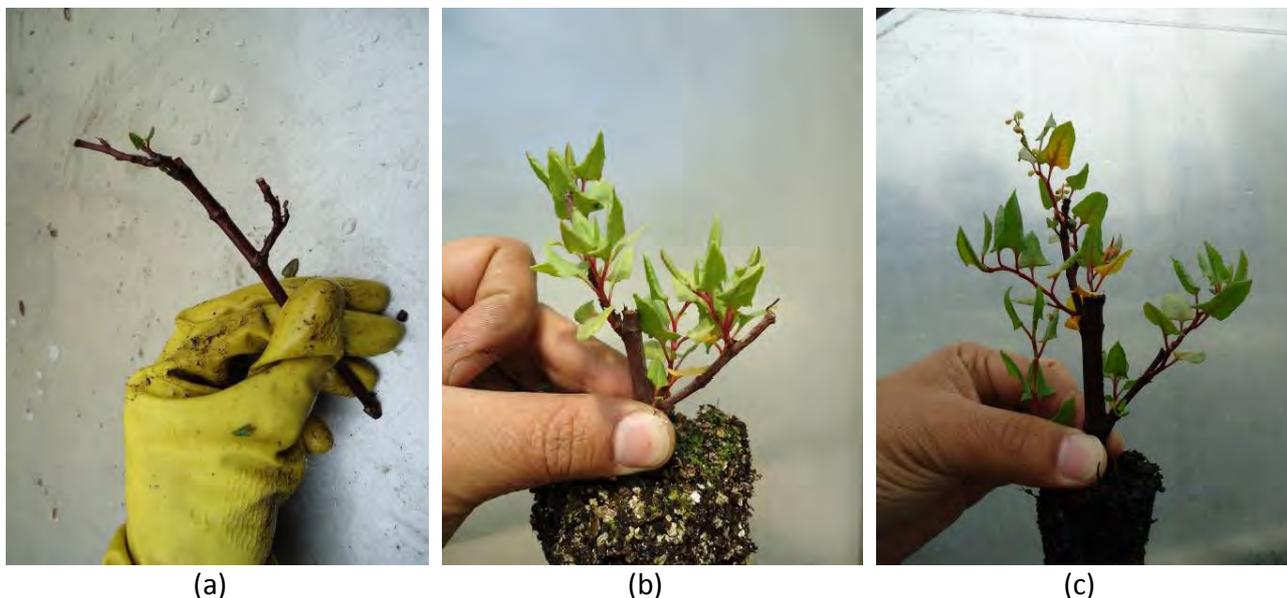


Foto 6: Condici3n inicial (a) y final (b y c) en relaci3n al n3mero de hojas por estaca, en enraizamiento de Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*).

La totalidad de las estacas presentaron ramillas nuevas, con un promedio entre 2,4 y 4 ramillas por estaca. En ambos sustratos las concentraciones más altas muestran los mayores promedios, en Turba-Vermiculita con dosis de 2.000 ppm de AIB, 4 ramillas en promedio, y en Corteza compostada con 1.000 ppm, 2,8 ramillas.

Cuadro 5: Promedio de ramillas nuevas por estacas de Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) y porcentaje de estacas con inflorescencia, según tipo de sustrato y concentración de Ácido Indolbutírico.

Tipo de sustrato	Tratamiento	N° estacas con ramillas nuevas (%)	N° ramillas nuevas promedio	Inflorescencia (%)
Turba-Vermiculita	Testigo	100,0	3,3	23,1
	AIB 500 ppm	100,0	3,3	17,2
	AIB 1.000 ppm	100,0	3,6	38,5
	AIB 2.000 ppm	100,0	4,0	60,0
Corteza compostada	Testigo	100,0	2,4	20,0
	AIB 500 ppm	100,0	2,5	20,7
	AIB 1.000 ppm	100,0	2,8	13,8



Foto 7: Estacas de Quilo (*Muehlenbeckia hastulata*) con ramillas nuevas (izquierda) y con inflorescencia (derecha).

Otra característica importante observada al final del proceso de evaluación, fue la presencia de estacas con inflorescencia en todos los tratamientos. Al parecer, y al igual que la formación de hojas nuevas, esta especie posee una capacidad fisiológica de adaptación a diferentes condiciones ambientales que le permiten una regeneración más eficiente. Para la mayoría de los tratamientos no existe una tendencia clara del efecto que pueda ejercer el tipo de sustrato o la concentración de hormona, no obstante en Turba+Vermiculita se logran los porcentaje más altos y de estos el mayor valor con la concentración de 2.000 ppm.

4. CONCLUSIONES

Muehlenbeckia hastulata posee una buena capacidad de regeneración mediante estacas, condición que se presenta como una oportunidad para su reproducción en condiciones de vivero. Luego de 2,5 meses de evaluación, se pueden alcanzar porcentajes mínimos de estacas enraizadas entre un 43 y 70%, en sustratos de Turba+Vermiculita y Corteza compostada respectivamente, pudiendo ser incrementados mediante la aplicación de Ácido Indolbutírico, a un 58,3% con una concentración de 2.000 ppm en Turba-Vermiculita, y a un 80% con 1.000 ppm en Corteza compostada.

El incremento observado indicaría que es necesaria la intervención de una concentración adicional de auxina libre en los tejidos para la inducción de la rizogénesis. Respuestas similares se han obtenido también con especies como Taique, Tapa y Guindo santo.

Se puede concluir que es necesario evaluar el enraizamiento de *Muehlenbeckia hastulata*, considerando la evaluación de otros factores como época de colecta, otros sustratos, uso de camas calientes, control de humedad ambiente, y concentraciones de hormona diferentes, por señalar algunos, considerando que la respuesta a la aplicación de esta última en bajas concentraciones y el tipo de sustrato inciden positivamente en el enraizamiento, para la época de colecta de invierno.

5. BIBLIOGRAFÍA

- BARRÍA, C. 2003. Efecto antihipertensivo del extracto de raíz de *Muehlenbeckia hastulata* (Voqui negro o Quilo), en ratas hipertensas renovasculares. Mem. Médico Veterinario. Univ. Austral de Chile, Fac. de Cs. Veterinarias, Instituto de Farmacología. Valdivia, Chile. 50p.
- CABELLO, A. y SUAZO, D. 2009. *Myrceugenia rufa* (Arrayán rojo, Arrayán de hoja roja): Ensayos de propagación vegetativa. Ambiente Forestal 4(7):28-34.
- DELGADO, M.; CUBA, M.; HECHENLEITNER, P. y THIERS, O. 2008. Propagación vegetativa de Taique (*Desfontainia spinosa*) y Tapa (*Laureliopsis philippiana*) con fines ornamentales. Bosque 29(2):120-126.
- DIRECCIÓN METEOROLÓGICA DE CHILE. 2011. Climas de Chile. Región del Maule. On-line.
- DOLL, U.; CABELLO, C. y ARAYA, P. 2007. Replantación de un talud de carretera con cuatro especies arbustivas nativas. Agro Sur 35(2):41-42.
- DOLL, U.; VOGEL, H.; JELDRES, P. y MUÑOZ, M. 2003. Estudios de propagación vegetativa en Matico (*Buddleja globosa*). Ciencia e Investigación Agraria 30(3):211-217.
- ERAZO, S.; MUÑOZ, O.; GARCÍA, R.; LEMUS, I.; BACKHOUSE, N.; NEGRETE, R.; SAN FELICIANO, A. y DELPORTE, C. 2002. Constituents and biological activities from *Muehlenbeckia hastulata*. Zeitschrift fur Naturforschung C-A Journal of Biosciences 57(9-10):801-804. <http://hdl.handle.net/2250/6285>
- FREDES, M. 2007. Efectos de distintos tratamientos pregerminativos sobre la germinación de las especies: *Baccharis linearis* (R. et P.), *Proustia cuneifolia* (D. Don) y *Trevoa quiquenervia* (Gill. et Hook) Johnst. Memoria Ing. Forestal. Univ. de Talca, Fac. Cs. Forestales, Esc. Ing. Forestal. Talca, Chile. 48p.
- GARCÍA, E. 1999. Propagación vegetativa mediante estacas de las especies Luma del Norte (*Legrandia concinna* (Phil.) Kausel) y Lingue del Norte (*Persea meyeniana* Ness). Mem. Ing. Forestal, Univ. de Talca, Fac. de Cs. Forestales, Esc. de Ing. Forestal. Talca, Chile. 76p.
- GERDING, V.; HERMOSILLA, M. y GREZ, R. 1996. Sustratos de corteza compostada para la propagación vegetativa de estacas de tallo de *Podocarpus nubigena* Lindl. y *Eucryphia cordifolia* Cav. Bosque 17(2):57-64.
- GINOCCHIO, R. y SANTIBAÑEZ, C. 2009. Fitoestabilización de depósitos de relaves: Una tecnología basada en el uso de plantas distinta de la forestación. Ambiente Forestal (Revista de extensión) Año 4 Nº 7:13-21.

HANSEN, J. 1989. Influence of cutting position and temperature during rooting on adventitious root formation and axillary bud break of *Stephanotis floribunda*. *Scientia Horticulturae* 42(1-2):345-354.

HARTMANN, H. y KESTER, D. 1990. Propagación de plantas. Principios y prácticas. México. 760p.

HOFFMANN, A. 1982. Flora silvestre de Chile. Zona Austral. Una guía ilustrada para la identificación de las especies de plantas leñosas del sur de Chile. Fund. Claudio Gay. 257p.

INFOSTAT, 2008. InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.

JARMA, A.; COMBATT, E.; POLO, J. y BELTRÁN, J. sf. Propagación por miniestacas de Roble (*Tabebuia rosea*) en función del sustrato y el regulador de crecimiento. [on line] www.una.ac.cr/inis/doc/suelos/propmicol.pdf.

JELDRES, P. 1997. Efecto del ácido indolbutírico y época de colecta del material vegetal en el enraizamiento de estacas de *Peumus boldus* Mol. Tesis Lic. en Cs. Forestales, Univ. de Talca, Fac. de Cs. Forestales, Esc. de Ing. Forestal. Talca, Chile. 85p.

LATSAGUE, M.; SÁEZ, P. y HAUENSTEIN, E. 2008. Inducción de enraizamiento en estacas de *Berberidopsis corallina* con ácido indolbutírico. *Bosque* 29(3):227-230.

LATSAGUE, M.; SÁEZ, P. y YÁÑEZ, J. 2009. Efecto del ácido indolbutírico en la capacidad rizogénica de estacas de *Eucryphia glutinosa*. *Bosque* 30(2):102-105.

LATSAGUE, M.; SÁEZ, P.; HAUENSTEIN, E. y PEÑA-CORTÉS, F. 2010. Propagación vegetativa de *Myrceugenia exsucca* y *Blepharocalyx cruckshanksii*, especies dominantes del bosque pantanoso de la Depresión Intermedia de la Región de la Araucanía, Chile. *Bosque* 31(3):247-251.

LEÓN-LOBOS, P.; GINOCCHIO, R. y BAKER, A. 2011. Fitoestabilización de depósitos de relaves en Chile. Guía Nº 3: Flora y vegetación asociadas a relaves mineros abandonados. CIMM-INIA-INNOVA CHILE. 62p.

MACDONALD, B. 1990. Practical woody, (I) Plant propagation for nursery growers. Timber press, Portland, Oregon, USA. 669p.

MASSARDO, F. y ROZZI, R. 1996. Valoración de la biodiversidad: Usos medicinales de la flora nativa chilena. *Ambiente y Desarrollo* 12(3):76-81.

MINSAL (MINISTERIO DE SALUD). 2009. Medicamentos herbarios tradicionales. Libro digital. www.redsalud.gov.cl/portal/page/minsalcl/g_temas/g_medicinas_alternativas/herbariominsal.html (consultado en agosto de 2011).

MONTOYA, J. y CAMARA, M. 1996. La planta y el vivero forestal. Madrid, España. 127p.

MOREIRA, D. 2007. Reforestación con la flora nativa en la zona mediterránea de Chile. Revisión de experiencias de restauración y reforestación del matorral mediterráneo. <http://www.sendadarwin.cl>.

MORENO, N.; ÁLVAREZ, J.; BALAGUERA-LÓPEZ, H. y FISHER, G. 2009. Propagación asexual de uchuva (*Physalis peruviana* L.) en diferentes sustratos y a distintos niveles de auxina. *Agronomía Colombiana* 27(3):341-348.

NORAMBUENA, C. 2005. Ensayo de propagación vegetativa mediante estacas de *Escallonia illinita* (K. Presl.), *Muehlenbeckia hastulata* (J.E. Sm.) Johnst y *Proustia cuneifolia* D. Don, pertenecientes a la flora nativa de Chile. Mem. Ing. Forestal, Univ. de Talca, Fac. de Cs. Forestales, Esc. de Ing. Forestal. Talca, Chile. 52p.

PEÑA, K. 1995. Enraizamiento de Queule (*Gomortega keule* (Mol.) Baillon) y su relación con el contenido y tipo de fenoles. Memoria Ing. Forestal. Univ. de Chile, Fac. Cs. Agrarias y Forestales, Esc. Cs. Forestales, Depto. de Silvicultura. Santiago, Chile. 85p.

PEÑUELAS, J. y OCAÑA, L. sf. Cultivo de plantas forestales en contenedor. 2ª edición. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 190p.

ROCO, P. 2001. Valoración del efecto hipotensor de extractos de tallos, raíz y hojas de *Muehlenbeckia hastulata*, quilo o voqui negro, en ratas normotensas. Tesis Lic. en Medicina Veterinaria. Univ. Austral de Chile, Fac. de Cs. Veterinarias, Instituto de Farmacología. Valdivia, Chile. 50p.

RUANO, J. R. 2008. Viveros Forestales. 2ª edición. Madrid, España. 285p.

SAENZ, M. 1999. Algunos factores que afectan el enraizamiento de estacas de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz y acondicionamiento para plantación. Tesis Lic. en Cs. Forestales, Univ. de Talca, Fac. de Cs. Forestales, Esc. de Ing. Forestal. Talca, Chile. 71p.

SANCHEZ, O. 2007. Ensayo de propagación vegetativa mediante estacas de las especies *Baccharis linearis* (R. et P.) pers., *Colliguaya odorifera* Mol., *Fabiana imbricata* R. et P., y *Talquenea quinquenervia* (Gill. et Hook). Memoria Ing. Forestal. Univ. de Talca, Fac. Cs. Forestales, Esc. Ing. Forestal. Talca, Chile. 53p.

SANTELICES, R. 2005. Efecto del árbol madre sobre la rizogénesis de *Nothofagus alessandrii*. *Bosque* 26(3):133-136.

SANTELICES, R. 2007. Efecto del ácido indolbutírico (AIB) y de la presencia de hojas en el arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser cosechadas en dos épocas diferentes. Ecol. austral [online] 17(1):151-158.

SANTELICES, R. y BOBADILLA, C. 1997. Arraigamiento de estacas de *Quillaja saponaria* Mol. y *Peumus boldus* Mol. Bosque 18(2):77-85.

SANTELICES, R. y CABELLO, A. 2006. Efecto del ácido indolbutírico, del tipo de la cama de arraigamiento, del sustrato, y del árbol madre en la capacidad de arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. Revista Chilena de Historia Natural 79:55-64.

SANTELICES, R. y GARCÍA, C. 2003. Efecto del ácido indolbutírico y la ubicación de la estaca en el rebrote de tocón sobre la rizogénesis de *Nothofagus alessandrii* Espinosa. Bosque 24(2):53-61.

YASUDA, T.; YAMAKI, M.; IUMURA, A.; SHIMOTAI, Y.; SHIMUZU, K.; NOSHITA, T. y FUNAYAMA, S. 2010. Anti-influenza virus principles from *Muehlenbeckia hastulata*. J Nat Med 64(2):206-211. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20082146>.



BOSQUE NATIVO

EFFECTO DE LA POSICIÓN DE LA SEMILLA EN LA GERMINACIÓN DE *Pitavia punctata* Mol. (Pitao)



INFOR – MINAGRI 2011



www.infor.cl



BOSQUE NATIVO

POSICIÓN DE LA SEMILLA EN LA GERMINACIÓN DE *Pitavia punctata* Mol.
(Pitao)

Autor(es)¹
IVAN QUIROZ M
EDISON GARCIA R.
ANDRES HERNADEZ C,
MARTA GONZALEZ
PATRCIO CHUNG
HERNAN SOTO

¹ INSTITUTO FORESTAL SEDE BIOBIO CAMINO CORONEL KM 7,5 SAN PEDRO DE LA PAZ



Proyecto : Estudios Forestales sobre bosque nativo
Código ; Código: 2081612082/ 2111511086

Efecto de la posición de la semilla en la germinación de *Pitavia punctata* Mol. (Pitao)

INTRODUCCIÓN

La producción de plantas a través de semillas requiere de la atención de diversos factores que afectan la germinación, emergencia y desarrollo de las plántulas, relevando algunos una mayor importancia por sobre otros. Un ejemplo para los primeros, es la técnica a emplear para romper la latencia de las semillas, aspecto que determina no sólo la especie a producir sino que también la cantidad de propágulos a utilizar (semillas) y la rapidez con la que se obtiene la producción (Peñuelas y Ocaña, sf.; Hartmann y Kester, 1990; Ruano, 2008). Para los segundos, es decir, aquellos factores de menor importancia, se puede mencionar la posición y profundidad de la semilla en la siembra. Si bien, en diversas publicaciones se señala la precaución que se debe tener con la profundidad de las semillas al momento de sembrar, los antecedentes son más bien de carácter general, se recomienda una profundidad de siembra de 1 a 2 veces su diámetro para facilitar la emergencia del tallo, semillas de mayor tamaño es preferible colocarlas semienterradas, para semillas pequeñas esta profundidad debe ser mayor para evitar resecamiento por sobreexposición al sol y al aire e impedir que sean consumidas por aves y, para plantas que levantan sus cotiledones por sobre el suelo (germinación epigea) no deben sembrarse muy profundas (Hartmann y Kester, 1990; Vásquez, 2001; Ruano, 2008).

Habitualmente, los estudios de germinación no consideran la profundidad o posición de la semilla como tratamiento, a razón de que los procedimientos aplicados se realizan de preferencia en laboratorio, empleando como contenedores placas petri y como sustrato papel secante, con el objetivo de romper latencias o acelerar el proceso con la aplicación por ejemplo de dosis de hormonas, diferentes temperatura y tiempo de remojo, por señalar algunos (Donoso *et al.*, 1980; Donoso y Escobar, 1985; Donoso y Escobar, 1986; Serra, 1991; Cabello y Camelio, 1996; Figueroa *et al.*, 1996; Chacón *et al.*, 1998; Sepúlveda, 1998; Figueroa, 2000; Ibarra, 2000; Cabello *et al.*, 2002; Arias *et al.*, 2003; Brevis, 2003; Fredes, 2007; Saavedra *et al.*, 2007; García *et al.*, 2009; González *et al.*, 2010; Quiroz *et al.*, 2011). Más aún, la mayoría de las especies que se producen en vivero, fundamentalmente exóticas, presentan semillas de tamaño pequeño, condición que a nivel operativo provocan que la posición de la semilla no sea un aspecto a considerar en respuesta además de la buena capacidad germinativa que se obtiene comúnmente con o sin tratamientos pregerminativos.

No obstante, existen especies cuyas semillas necesariamente deben quedar bajo cierta profundidad y en una posición particular no solo para que su capacidad y energía germinativa se vean incrementadas sino que también para mejorar las características morfológicas del sistema radicular, situación que ocurre con mayor frecuencia en semillas de mayor tamaño (Perozo *et al.*, 2003; Cardoso *et al.*, 2006; López *et al.*, 2008; López y Treviño, 2008; Álvarez *et al.*, 2009; Flores *et al.*, 2009). Cabe mencionar que estos estudios son escasos y se han llevado a cabo principalmente a nivel internacional con especies agrícolas y algunas forestales de interés comercial.

En virtud de lo señalado, con el presente estudio, el Centro Tecnológico de la Planta Forestal pretende incorporar antecedentes de germinación más precisos con especies nativas del país que presentan grados de fragilidad ecológica como es el Pitao, que permitan perfeccionar su propagación, en beneficio de incorporar mejoras en su producción en vivero.

1. ANTECEDENTES DE PITAO (*Pitavia punctata* Mol.)

Pitao es una especie nativa de Chile perteneciente a la familia *Rutaceae* y al género monotípico *Pitavia*, considerado este último un elemento laurifolio relictual. Se distribuye en la zona centro-sur desde la Provincia del Maule hasta el límite norte de la Región de la Araucanía, en ambientes de influencia costera, en quebradas húmedas y sombrías, entre los 30 y 850 msnm. La mayoría de los árboles de Pitao se encuentran en pequeñas subpoblaciones en remanentes de bosques dominados por Hualo (*Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser), estimándose una ocupación actual de no más de 10 km² de superficie, y menos de 1.000 individuos maduros (Le Quesne y Medina, 1998; Maldonado y Benoit, 2004; Hechenleitner *et al.*, 2005; CONAMA, 2009).

Es un árbol siempreverde de hasta 15 m de altura, de copa frondosa y redondeada. Fuste único y recto de diámetro máximo de 50 cm, o bien simpódico cuando rebrota desde tocón, corteza de color gris-pardo, suave o con rugosidades cuando adulto. Ramas insertas en forma ascendente, con hojas simples, en verticilos de a tres o en algunos casos son opuestas, coriáceas, oblongas a oblongo-lanceoladas, aromáticas, de margen ligeramente dentado, ápice suavemente apiculado, haz de color verde brillante con manchas amarillas, envés verde-amarillento, cubiertas de puntitos visibles a trasluz. Flores agrupadas en racimos axilares integrados por racimitos trifloros, con cuatro pétalos de color blanco y cuatro sépalos de color amarillo-verdoso. La floración ocurre entre octubre y noviembre y la fructificación entre febrero y abril. El fruto es una drupa de color amarillo verdoso con puntos oscuros. Su uso es más bien ornamental, debido a su bello follaje y abundante floración (Hechenleitner *et al.*, 2005; CONAMA, 2009).

Esta especie se encuentra en un serio estado de vulnerabilidad ecológica. Las perturbaciones sobre el bosque nativo como uso del fuego, extracción de leña, sustitución por plantaciones forestales y ampliación u origen de nuevas estructuras viales, han influido directamente en esta condición, pero también agentes bióticos, como hongos y bacterias, insectos y mamíferos, incidirían en la mantención y sanidad de los frutos y el follaje (Le Quesne y Medina, 1998; Saldías, 2004; Hechenleitner *et al.*, 2005), por consecuencia, en la sobrevivencia no sólo de los individuos que actualmente existen sino que también en la regeneración. De acuerdo a la clasificación dada por UICN, su estado de Conservación es declarado como "EN PELIGRO CRITICO" (CR A2ce; B2ab(i-v)), y debido a los criterios establecidos por este organismo enfrenta un riesgo extremadamente alto de extinción en su estado silvestre (UICN, 2001). En virtud de lo señalado, en 1995 mediante el Decreto Supremo N° 13 del Ministerio de Agricultura, el Pitao es declarado Monumento Natural (CONAMA, 2009), y en el 2005, con el objetivo de promover la conservación de la especie en el país, la Corporación Nacional Forestal (CONAF) en conjunto con instituciones públicas y privadas, dan comienzo a la iniciativa Plan Nacional de Conservación del Pitao, *Pitavia punctata* (Ruiz *et Pavón*) Mol., en Chile (Maldonado y Benoit, 2004).

Estudios sobre producción de Pitao indican germinaciones entre 35 y 94%, variabilidad que se atribuye a posibles variaciones poblacionales, diferencias en el estado de madurez de los progenitores, contaminación de los propágulos, tamaño y desarrollo de las semillas, y período de almacenamiento de las semillas (Serra *et al.*, 1986; Le Quesne y Medina, 1998; Saldías, 2004; García *et al.*, 2009; Quiroz *et al.*, 2011).

2. MATERIAL Y MÉTODO

Colecta de frutos y almacenamiento

El presente estudio tiene por objetivo determinar el efecto de la posición de la semilla en la germinación del Pitao. Para ello se utilizaron semillas provenientes de la Reserva Nacional Los Ruiles, Comuna de Chanco, Provincia de Cauquenes, Región del Maule. En este sector la Reserva cuenta con una superficie de 29 ha, y se sitúa en los 72° 30' 30" latitud Oeste y 35° 49' 30" latitud Sur, con una altitud media inferior a los 1.000 msnm. El clima de la zona es de tendencia mediterránea, caracterizado por períodos estivales secos e inviernos lluviosos, la temperatura promedio anual es de 13,8° C, con una máxima media de 18,7° C, entre los meses de Enero y Febrero, y una mínima media de 5,9° C, entre Julio y Agosto, con una precipitación promedio anual de 774,5 mm. Los suelos, de serie Constitución, son del tipo no cálcico a laterita pardo rojizo, inmaduro, con material parcialmente intemperizado, de buen drenaje y erosión severa, presentan una capacidad de uso clase VII o Forestal (www.conaf.cl).

Los frutos se recolectaron la segunda semana del mes de marzo de 2011, directamente de los árboles, procurando seleccionar aquellos individuos que presentaban las mejores características de forma y estado sanitario, posteriormente se almacenaron en cámara de frío a temperatura entre 2 a 5° C hasta el momento de la siembra.

Diseño y Siembra

Los ensayos se llevaron a cabo en dependencias del vivero de la Sede Bío Bío de INFOR, en Concepción, Región del Bío Bío. La siembra se realizó el 12 de agosto de 2011, en bandejas de poliestireno expandido compuesta por 60 cavidades de 280 cc de volumen cada una. El sustrato utilizado fue corteza de pino compostada de granulometría G-10. Las bandejas se dispusieron en invernadero de polietileno UV nacional niquelado de 200 mc.

Para determinar el efecto de la posición de la semilla, se definieron tres tratamientos según ubicación del micrópilo (orificio o abertura que dejan los tegumentos del óvulo en un extremo de la semilla por la cual emerge la radícula), posición de la semilla con micrópilo hacia abajo, posición con micrópilo en eje horizontal y una combinación de ambos simulando una siembra habitual. Cada tratamiento se instaló con cuatro repeticiones, 240 semillas por tratamiento, 720 en total. Las semillas se sembraron entre 1 y 2 cm de profundidad.

Medición y protocolo de mantenimiento

Las bandejas sembradas fueron tratadas con aspersiones semanales de una solución fungicida compuesta por una mezcla en igual proporción de *BENLATE* y *CAPTAN* a razón de 0,5 g/l.

Durante el periodo de siembra y de germinación se aplicó riego para mantener el sustrato húmedo a nivel de la semilla. La frecuencia fue de dos riegos diarios de 10 minutos en días despejados y de altas temperaturas, y en días nublados, se aplicó un riego diario de 5 minutos. Los riegos se realizaron en la mañana y por la tarde, evitando las altas temperaturas, con el objeto de reducir su evaporación.

La medición se llevó a cabo diariamente desde la fecha de inicio de la germinación. Como esta especie presenta una germinación del tipo epigea, se consideró como semilla germinada una vez emergido el hipocótilo sobre el suelo, con o sin remoción del endocarpio.

Validación estadística

Para analizar estadísticamente los datos, se utilizó el software estadístico InfoStat versión 2008/P (Infostat, 2008), para un análisis de varianza tradicional. A los valores en porcentaje de las variables medidas (germinación y energía germinativa) se les aplicó la transformación de Bliss, también conocida como transformación angular, con el objetivo de que cumplieran con los supuestos de normalidad del modelo estadístico empleado (Ostle, 1968; Box y Hunter, 1989). Esta operación corresponde a:

$$Y' = \text{arc sen} (\text{raíz} (p/100))$$

Donde:

p: valor en porcentaje de la variable observada.

El test de comparación utilizado fue el de Tukey (1953):

$$Y = U + T + R + e$$

Donde:

U: Promedio,

T: Efecto del tratamiento (posición de la semilla),

R: Efecto de la repetición (bandeja) y

e: Residuo o error no explicado por las fuentes anteriores.

Los parámetros evaluados fueron porcentaje de germinación, energía germinativa, período de energía y vigor germinativo o valor de germinación, estimado este último mediante el valor máximo de Czabator. Con la finalidad de contar con mayores antecedentes se analizó además el inicio de la germinación, parámetro sin validación estadística pero si de interés operacional.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con los valores obtenidos en el estudio, para las semillas con el micrópilo hacia abajo, la germinación se inicia transcurridos 26 días desde la fecha de siembra, generando una diferencia de inicio de proceso de 6 días con respecto de las semillas dispuestas en forma horizontal y aleatoria (Gráfico 1). La temperatura a nivel de sustrato, dentro del invernadero, desde la fecha de siembra y hasta las primeras emergencias fue de 11,8° C en

promedio, con una mínima promedio de 4,4° C y una máxima de 27,7° C. Posterior a la emergencia y hasta el final del período de evaluación, la temperatura promedio fue de 14,7° C, con una mínima promedio de 6,5° C y una máxima de 31,4° C (Gráfico 2).

Gráfico 1: Curva de germinación acumulada de semillas de Pitao sembradas con micrópilo hacia abajo, en posición horizontal y en forma aleatoria.

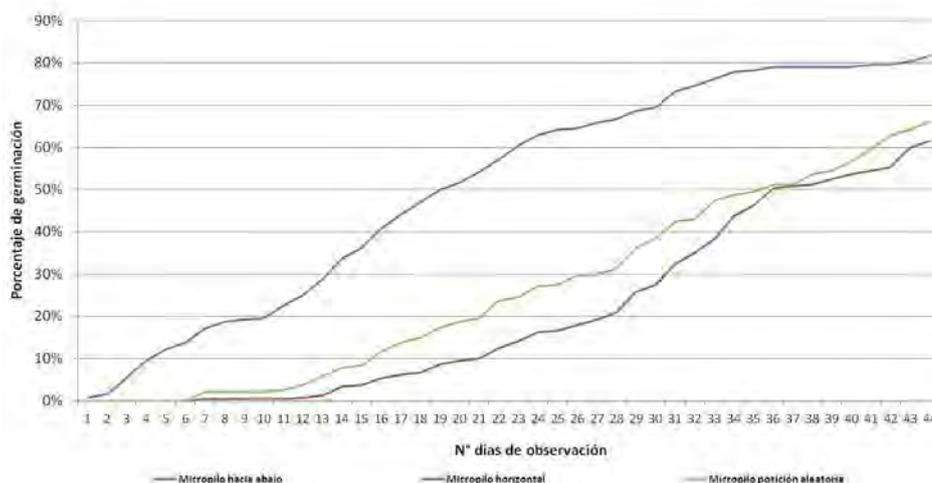
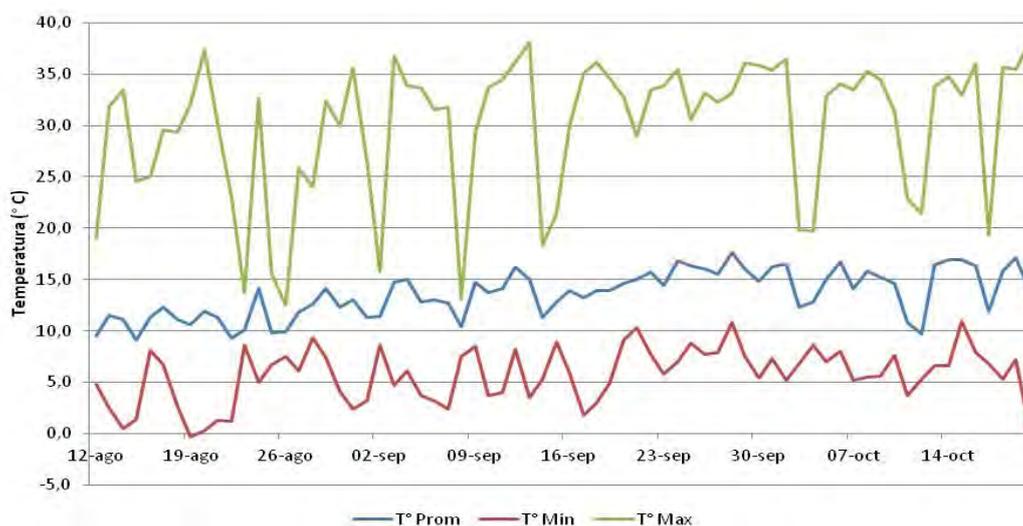


Gráfico 2: Curva de temperatura registrada a nivel sustrato, en invernadero CTPF-INFOR Sede Bío Bío.



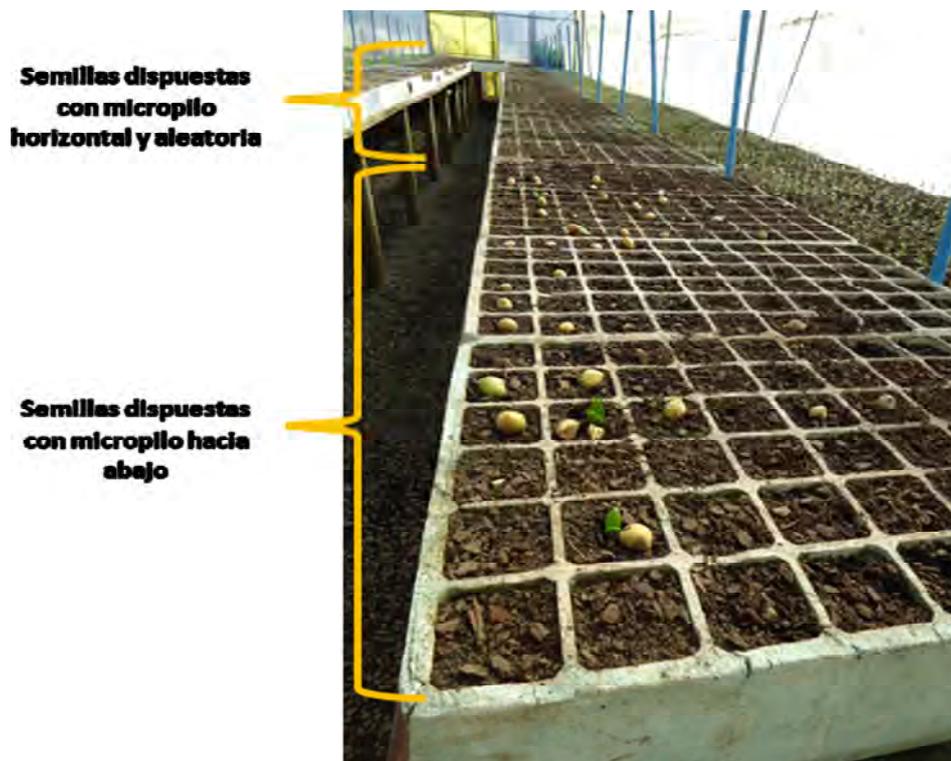


Figura 1: Germinación de semillas de Pitao a los 32 días desde la fecha de siembra (INFOR CTPF 2011).

Antecedentes de estudios realizados en el extranjero, indican comportamientos similares en cuanto al efecto de la posición de la semilla para algunas especies, pero contrario a la posición en sí. En un estudio realizado en Brasil con Moringa (*Moringa oleífera* Lam.), la emergencia temprana se observa en semillas dispuestas con el poro de germinación hacia arriba y de costado (4,93 y 4,69% respectivamente) comparado con el poro de germinación dispuesto hacia abajo (3,42%) (Cardoso *et al.*, 2006). En este caso la germinación es del tipo hipogea, y es muy probable que la posición de la semilla condicione la velocidad de emergencia de la plúmula por sobre el sustrato. En *Dioon edule* Lindley, especie que crece en México y que se encuentra en peligro de extinción, se observó una germinación temprana en condiciones de vivero entre semillas dispuestas con el embrión en forma horizontal bajo sombra y sol, comparadas con semillas dispuestas con el embrión hacia abajo en las dos condiciones (López y Treviño, 2008).

Por el contrario, y concordando con los resultados obtenidos con Pitao, para *Tamarindus indica* L., semillas con un mes de almacenamiento y sembradas con el hilo hacia abajo emergen más rápidamente que aquellas dispuestas con el hilo hacia arriba y en forma horizontal y el mismo tiempo de almacenamiento y con semillas almacenadas por 8 meses con las tres posiciones de siembra, en un rango de 2,5 y 10 días menos (Flores *et al.*, 2009). En *Chrysophyllum cainito* L., no se observa incidencia de la posición de la semilla en el inicio de la emergencia bajo diferentes tratamientos pregerminativos (Álvarez *et al.*, 2009).

Saldías (2004), en una evaluación con semillas de Pitao procedentes de Maitenrehue (Comuna de Angol) y Reserva Malleco (Comuna de Collipulli), obtiene en cámara de germinación valores de 9 días para las primeras emergencias desde la fecha de siembra y en el día 30 se alcanza el mayor porcentaje de germinación. Las temperaturas en este caso variaron en un rango de 18 a 21° C, con una humedad relativa de 65% como promedio y luz continua las 24 hr, considerando germinada la semilla cuando la radícula alcanza los 0,5 mm de longitud.

Le Quesne y Medina (1998), analizaron la germinación de Pitao considerando tres procedencias y tamaño de semilla bajo condiciones de vivero a cielo abierto sobre un sustrato natural moderadamente ácido y niveles nutricionales deficitarios, obteniendo un inicio de germinación primero en semillas provenientes de Trehualemu y Maitenrehue (Comunas de Cobquecura y Angol respectivamente) en comparación con las semillas de Buchupureo (Comuna de Cobquecura). En relación con la germinación, estos autores señalan porcentajes de 59, 68 y 80% para las procedencias Buchupureo, Maitenrehue y Trehualemu respectivamente, alcanzando los mayores valores en Trehualemu y Buchupureo en semillas de tamaño medio (94 y 72%) y en Maitenrehue tamaño medio y grande (76% en ambos).

El período de evaluación en el presente estudio fue de 69 días, durante el cual el mayor porcentaje de germinación se logra en semillas con micrópilo dispuesto hacia abajo, 81,7%, valor que muestra una diferencia estadística con respecto de lo obtenido en las otras dos posiciones del micrópilo, 61,7% para la posición horizontal y 66,3% para la posición aleatoria (Cuadro 1). Si bien entre estas dos últimas no existe una diferencia significativa, sí se observa una mayor germinación en las semillas sembradas con el micrópilo en forma aleatoria, comportamiento que se podría explicar por la cantidad de semillas que pudieron haber quedado dispuestas en la posición con mejores resultados.

Cuadro 1: Parámetros evaluados para la germinación de semillas de Pitao sembradas en diferente posición.

Tratamiento	Capacidad germinativa (%)	Energía germinativa (%)	Período de energía (días)	Vigor germinativo
Micrópilo hacia abajo	81,7 a	41,3 a	15,3 b	6,3 a
Micrópilo horizontal	61,7 b	54,6 a	38,0 a	2,0 b
Micrópilo posición aleatoria	66,3 b	62,5 a	40,0 a	2,4 b

Nota: letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,5$).

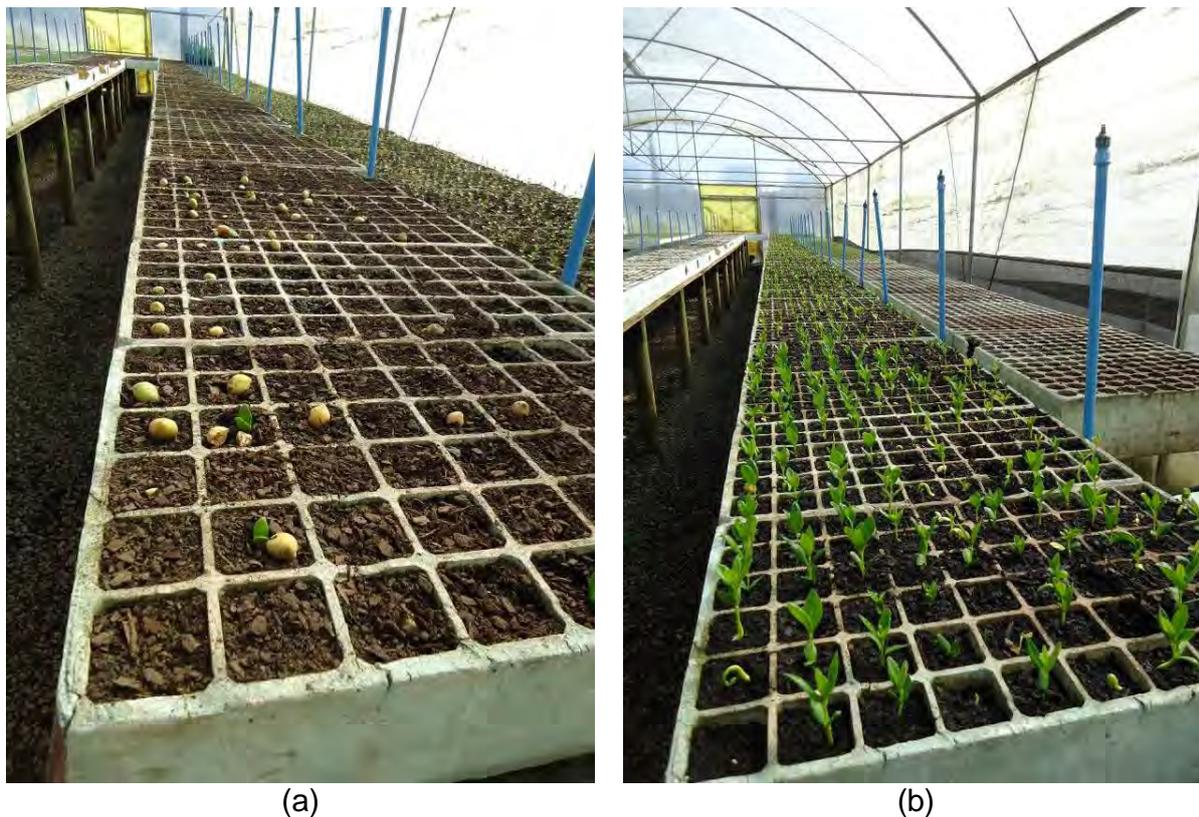


Figura 2: Germinación de semillas de Pitao (a) a los 32 días desde la fecha de siembra y (b) al término de evaluación (INFOR CTPF 2011).

La germinación alcanzada coincide con lo anteriormente indicado por Le Quesne y Medina (1998), incluso el porcentaje obtenido en semillas con micrópilo hacia abajo es levemente superior al promedio más alto alcanzado por estos autores. Estos resultados se contraponen con lo señalado por Muñoz (1991) que indica que, las semillas de pitao poseen un alto porcentaje de germinación (70% o más), si son sembradas inmediatamente después de la cosecha. Cabe recordar que las semillas empleadas en el presente estudio permanecieron 5 meses almacenadas en cámara de frío, período que probablemente no afectó mayormente la capacidad germinativa de las semillas para esta especie. Saavedra *et al.* (2007) sugieren que, la siembra se realice inmediatamente después de la cosecha, con esto se evita la deshidratación, pérdida de viabilidad y calidad germinativa, y pudrición de los frutos, sin embargo, en la ocasión de postergarla se pueden almacenar los frutos en bandejas de plásticos en refrigerador a 5° C de temperatura por un período de hasta 4 meses como máximo.

Del mismo modo, los valores obtenidos para semillas con micrópilo hacia abajo son superiores a los señalados por Saldías (2004), quien obtuvo un 67% de germinación en semillas de Pitao de procedencia de Maitenrehue, y 48% de procedencia Reserva Malleco. Si bien el factor a evaluar sólo fue procedencia concluye que, las diferencias de porcentajes pueden obedecer a la madurez de los árboles padres, encontrándose los individuos más jóvenes en la localidad de Malleco que en Angol.

Comparando estos resultados con los obtenidos en otras especies se registran con, Flores *et al.* (2009) quien obtuvo el mayor porcentaje de emergencia para *Tamarindus indica* en semillas almacenadas por un mes sembradas con el hilo hacia abajo (97,5%). Por su parte, Álvarez *et al.* (2009), en su estudio con *Chrysophyllum cainito*, muestran una diferencia entre la germinación según posición del micrópilo, obteniendo un valor más alto cuando este se encuentra hacia abajo (83%), sin embargo al compararlo con lo obtenido con otros tratamientos y con la interacción con ellos, este porcentaje puede ser igual, mayor o menor, inclusive con la posición contraria del micrópilo. López y Treviño (2008) encontraron que, para *Dioon edule*, no existe diferencia significativa en la germinación en ambiente controlado entre semillas dispuestas con el embrión en forma horizontal y hacia abajo, sin embargo en condiciones de vivero, bajo sombra y con exposición al sol, sí surgen diferencias claras encontrando los porcentajes más altos en las semillas con embrión en posición horizontal.

Si bien, en energía germinativa no existe diferencia significativa, el valor alcanzado por la posición micrópilo hacia abajo es menor en relación con las otras dos posiciones, 41,3%, sin embargo en el período de energía, es decir el número de días en que se alcanza este porcentaje, es 2,5 veces más bajo, diferencia que se valida con el análisis estadístico.

Respecto al vigor germinativo, existe una diferencia clara entre lo obtenido con el micrópilo hacia abajo, de 6,3, y las otras dos posiciones, 2 y 2,4. El valor más alto se encuentra en el promedio observado en otras especies forestales nativas del país. Quiroz *et al.* (2009a y 2009b) obtuvieron para Raulí (*Nothofagus nervosa* (Phil.) Dim. et Mil.) y Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.), valores de 15,8 y 18,9 respectivamente. Donoso (1979), en un estudio poblacional de Roble, obtiene valores medios de hasta 13 para poblaciones de Roble ubicadas al norte de Malleco (Región de la Araucanía) y cercanos a 1 para las poblaciones ubicadas entre las regiones de Los Ríos y Los Lagos. González *et al.* (2009 y 2010) indican valores de vigor germinativo para Hualo de 3,6 y Peumo de 0,6.

Según lo indicado por Aldhous (1972, cit. por Willan, 1991), el vigor germinativo se define como la condición de la semilla que promueve una normal germinación y emergencia en las condiciones de campo más desfavorables. Así, dos lotes de semillas pueden tener el mismo o similar potencial de germinación en un ambiente favorable, pero en un ambiente desfavorable tales como el exceso de humedad o baja temperatura del suelo, un lote de semilla con mayor vigor germinativo puede nacer mejor que otro de menor valor.

En relación con la posición de la semilla y otras variables ligadas a la germinación y al desarrollo de las plantas, de los estudios internacionales consultados y mencionados anteriormente, se desprende la incidencia en algún grado en variables como sobrevivencia, tasa de crecimiento, altura de la planta, longitud y diámetro de raíz, entre otros. Contrariamente a lo obtenido en inicio y porcentaje de emergencia en *Dioon edule*, los mayores valores para tasa de crecimiento y sobrevivencia en vivero se consiguieron con la semilla en posición vertical (embrión hacia abajo) y en condiciones de sombra (López y Treviño, 2008). En *Tamarindus indica*, semillas dispuestas con el hilo hacia abajo y un mes de almacenadas siguen mostrando los valores más altos en las variables altura de la plántula, número de nudos, número de hojas y diámetro del tallo, sólo para longitud de raíz es superado por semillas con el mismo tiempo de almacenamiento pero dispuestas con el hilo en forma horizontal (Flores *et al.*, 2009).

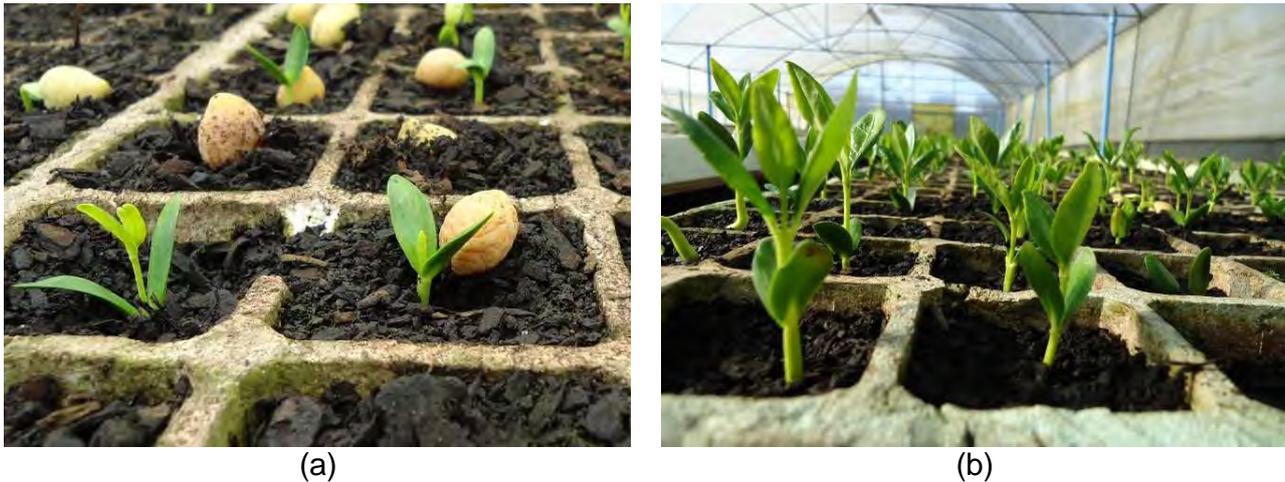


Figura 3: Desarrollo y características de plantas de Pitao (a) a los 41 días desde la fecha de siembra y (b) al término de evaluación (INFOR CTPF 2011).

En *Chrysophyllum cainito*, en un análisis específico de la posición del micrópilo, la ubicación hacia abajo presenta los valores más altos para longitud de hipocotilo, diámetro de raíz y número de raíces. Para longitud de raíz, la posición micrópilo hacia arriba muestra el valor más alto. Al interactuar la posición con los tratamientos, no existen diferencias significativas para la mayoría de los parámetros, sólo se observan diferencias en la longitud del hipocotilo, mostrando los valores más altos la escarificación mecánica y el micrópilo hacia arriba, seguido de la escarificación mecánica con el micrópilo hacia abajo más remojo en GA_3 a 2000 ppm por 24 hr (491,8 y 415,6 mm respectivamente).

4. CONCLUSIONES

Pitao, al contrario de la gran mayoría de las especies del bosque nativo y según lo señalado en varios estudios, es una especie que presenta un alto porcentaje de germinación logrando valores que bordean el 80%. Estos porcentajes se obtienen principalmente con semillas frescas, no obstante y en virtud de los antecedentes entregados en el presente estudio, se pueden obtener germinaciones entre 60 y 80% con semillas almacenadas por un lapso de 5 meses en frío a 5° C. Se requiere por lo tanto, precisar aún más el período durante el cual pueden permanecer almacenadas las semillas sin sufrir daño o disminución de la viabilidad. De todas formas, pero en el caso de no contar con las condiciones apropiadas, se recomienda la siembra de frutos inmediatamente después de cosechados.

Si bien la posición de la semilla en la siembra no es un factor de relevancia en la producción de muchas especies forestales, especialmente exóticas o que presentan semillas de tamaño pequeño, para especies nativas en estado de vulnerabilidad ecológica con semillas o frutos de gran tamaño como Pitao, podría ser un factor preponderante en el proceso de su recuperación mediante la propagación en condiciones de vivero. Existen variados estudios a nivel nacional que señalan las diferentes estrategias de germinación que presentan las especies de los bosques chilenos, no obstante estos hacen mención fundamentalmente a

las latencias exógenas y endógenas, o la combinación de ellas, y los menos están orientados al efecto del tamaño en la germinación y la calidad de la planta obtenida por este factor.

Se resalta el hecho que existen especies cuyas semillas necesariamente deben quedar bajo cierta profundidad y en una posición particular, no solo para que su capacidad y energía germinativa se vean incrementadas sino que también para mejorar las características morfológicas del sistema radicular. Los estudios que abordan esta temática son muy escasos y se han llevado a cabo principalmente a nivel internacional, frecuentemente con especies que se utilizan en el ámbito agrícola y sólo con algunas especies forestales de interés comercial.

Los datos entregados en este estudio indican que, para Pitao la posición de la semilla en la siembra tiene incidencia no solo en la germinación sino que en el inicio de ella, obteniendo emergencias para condición de vivero 6 días antes con semillas dispuestas con el micrópilo hacia abajo en comparación con semillas dispuestas con micrópilo en forma horizontal y en forma aleatoria. Asimismo, los porcentajes de germinación para la primera posición pueden alcanzar cerca del 82%, entre 15 a 20% más para semillas dispuestas en forma aleatoria o bien sembradas con el micrópilo en posición horizontal, respectivamente.

Se recomienda profundizar aún más en los efectos que puede tener la posición de la semilla en la calidad de las plantas que se pudieran generar. Según lo señalado en estudios internacionales, esta condición tiene efectos no solo en la longitud y diámetro de la raíz, sino que también en el número de raíces, diámetro del tallo, altura de la plántula y la sobrevivencia.

5. BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ, R.; QUINTERO, I.; MANZANO, J. y GONZÁLEZ, D. Emergencia y características de plántulas de *Chrysophyllum cainito* L. (Sapoteca) bajo diferentes tratamientos pregerminativos y posición de siembra de la semilla. Revista UDO Agrícola 9(2):333-342.

ARIAS, J.; MATEUS, C.; QUICAZÁN, E.; CHAPARRO, A. y MELGAREJO, L. 2003. Germinación y crecimiento de una planta foránea, *Satureja* sp. (Labiaceae) sobre tres sustratos orgánicos bajo condiciones controladas en la sabana de Bogotá, Colombia. Acta Biológica Colombiana Vol. 8 N° 2.

BOX, G.; HUNTER, W. 1989. Estadística para investigadores. Introducción al diseño de experimentos, análisis de los datos y construcción de modelos. USA Ed. Reverté SA. 675 p.

BREVIS, P. 2003. Efecto de tratamiento pregerminativo sobre la germinación de semillas de *Eucryphia glutinosa* (Poepp. et Endl.) Baillon. Bosque Vol. 24 N° 2, pp:79-84.

CABELLO, A. y CAMELIO, M. 1996. Germinación de semillas de Maitén (*Maytenus boaria*) y reproducción de plantas en vivero. Ciencias Forestales Vol. 11 N° 1-2:13-17.

CARDOSO, M.; MEDEIROS DA COSTA, D.; DE CARVALLO, V. y DE SOUSA, A. 2006. Profundidad y posición de la semilla en la emergencia y desarrollo de plántulas de Moringa. Centro Agrícola 33(1):5-8.

CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente). 2009. Especies amenazadas de Chile. Protejámoslas y evitemos su extinción. Vol. 1. 119p.

CHACÓN, P.; BUSTAMANTE, R. y HERNRÍQUEZ, C. 1998. The effect of seed size on germination and seedling growth of *Cryptocarya alba* (*Lauraceae*) in Chile. Revista Chilena de Historia Natural 71:189-197.

CZABATOR, F.P. 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. Forest Science 8 (4): 386-396.

DONOSO, C. 1979. Variación y Tipos de Diferenciación en Poblaciones de Roble (*Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst.). Bosque 3 (1): 1-14, 19.

DONOSO, C. y CABELLO, A. 1978. Antecedentes fenológicos y de germinación de especies leñosas chilenas. Ciencias Forestales 1(2):31-41.

DONOSO, C. y ESCOBAR, B. 1986. Germinación de las proteáceas arbóreas chilenas. Bosque 7(2):85-94.

DONOSO, C.; CORTÉS, M. y SOTO, L. 1980. Antecedentes sobre semillas y germinación de Alerce, Ciprés de las guaitecas, Ciprés de la cordillera y Tineo. Bosque 3(2):96-100.

FIGUEROA, J. 2000. Aspectos ecológicos de la germinación en especies del bosque templado-húmedo del sur de Chile. *Chloris chilensis*. Revista chilena de la flora y vegetación vol 2 (3).

FIGUEROA, J. y JAKSIC, F. 2004. Latencia y banco de semillas en plantas de la región mediterránea de Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural* 77:201-215.

FIGUEROA, J.; ARMESTO, J. y HERNÁNDEZ, J. 1996. Estrategias de germinación y latencia de semillas en especies del bosque templado de Chiloé, Chile. *Revista Chilena de Historia Natural* 69:243-251.

FLORES, E.; MORATINOS, P.; RAMÍREZ, M. y GARCÍA, D. 2009. Evaluación de la emergencia y las características morfológicas iniciales de *Tamarindus indica* L., con fines agroforestales. *Pastos y Forrajes [on line]* Vol 32(2):1-1.

GARCÍA, E.; GONZÁLEZ, O. M.; QUIROZ, I. y SOTO, H. 2009. Ensayo de germinación para semillas de *Pitavia punctata* Mol. (Pitao). *Revista Chile Forestal* 343: 41-43.

GONZÁLEZ, M.; QUIROZ, I.; GARCÍA, E. y SOTO, H. 2009. Ensayo de germinación y producción. Plantas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. *Revista Chile Forestal* 344: 40-44.

GONZÁLEZ, M.; QUIROZ, I.; GARCÍA, E.; VALENZUELA, C. y SOTO, H. 2010. Plantas de Peumo (*Cryptocarya alba* (Mol.) Looser): Análisis de su crecimiento. *Revista Chile Forestal* 351: 36 - 40.

HARTMANN, H. y KESTER, D. 1990. Propagación de plantas. Principios y prácticas. México. 760p.

HECHENLEITNER, P.; GARDNER, M.; THOMAS, P.; ECHEVERRÍA, C.; ESCOBAR, B.; BROWNLESS, P. y MARTÍNEZ, C. 2005. Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. 1ª. Edición. Univ. Austral de Chile-Real Jardín Botánico de Edimburgo. 188p.

INFOSTAT, 2008. InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.

ISTA. 1996. International rules for seed testing. *Seed Sci. Technol.*, 24: supplement.

LE QUESNE, C. y MEDINA, R. 1998. Germinación y viverización de *Pitavia punctata* Mol., Rutaceae endémica de Chile en estado crítico de conservación. *Bosque* 19:101-110.

LÓPEZ, A. y TREVIÑO, E. 2008. Reproducción por semilla del Chamal (*Dioon edule* Lindley). *Ra Ximhai* 4(1):45-55.

LÓPEZ, J.; JIMÉNEZ, G. y REYES, B. 1986. Algunos antecedentes sobre cosecha, procesamiento y viverización de varias especies nativas. Parte I y II. Santiago, Chile, Chile Forestal, Documento Técnico N°14 y N°15. 12p.

LÓPEZ, A.; ALBAN, A.; PÉREZ, SH. y BECERRA, J. 2008. Variedades de yuca para producir forraje en tres regiones de Colombia. Cartilla Divulgativa. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-CLAYUCA-CIAT-CORPOICA.

MALDONADO, E. y BENOIT, I. (Eds). 2004. Planes Nacionales de conservación del Queule *Gomortega keule* (Mol.) Baillon, y Pitao *Pitavia punctata* (Ruiz et Pavón) Mol. en Chile.

MUÑOZ, R. 1991. Caracterización del hábitat de *Pitavia punctata* (R. et P.) Mol., a través de su distribución geográfica y algunos antecedentes de su reproducción sexual y asexual. Tesis, Fac. de Cs. Agronómicas, Veterinarias y Forestales, Universidad de Concepción. 78 pp.

OSTLE, B. 1968. Estadística Aplicada. Técnicas de la estadística moderna, cuándo y dónde aplicarlas. México. Editorial Limusa – Wiley, S. A. 629 p.

PEÑUELAS, J. y OCAÑA, L. sf. Cultivo de plantas forestales en contenedor. 2ª edición. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid, España. 190p.

PEROZO, R.; RAMÍREZ, M.; BALLESTEROS, A. y RIVERO, G. 2003. Tiempo de remojo y profundidad de siembra en semillas del patrón níspero Criollo (*Manilkara zapota* (Van Royen) (Jacq) Gill) *Sapotaceae*. Rev: Fac. Agron. (LUZ) 20:10-20.

QUIROZ, I.; GARCÍA, E.; GONZÁLEZ, M.; CHUNG, P. y SOTO, H. 2011. Vivero Forestal: Producción de Plantas Nativas a raíz cubierta. 2ª Edición. INFOR. Santiago, Chile. 128p.

QUIROZ, I.; GONZÁLEZ, M.; GARCÍA, E. y SOTO, H. 2009. Ensayo de germinación para semillas de *Nothofagus alpina* (P. et E.) Oerst. Revista Chile Forestal 342: 41-46.

QUIROZ, I.; GONZÁLEZ, M.; GARCÍA, E. y SOTO, H. 2009. Ensayo de germinación para semillas de *Nothofagus obliqua* (Mirb.) Oerst. Revista Chile Forestal 345: 40-44.

RUANO, J. R. 2008. Viveros Forestales. 2ª edición. Madrid, España. 285p.

SAAVEDRA, M.; HAUENSTEIN, E. y VERA, J. 2007. Evaluación de la conservación y recuperación del Pitao *Pitavia punctata*, (*Rutaceae*) en la IX Región de Chile. Una experiencia de 16 años. Gestión ambiental 13:69-81.

SALDÍAS, P. 2004. Análisis comparativo de la germinación de dos fuentes de semillas de Pitao (*Pitavia punctata* (R. et P.) Mol.) de la IX Región. Tesis presentada como parte de los requisitos para optar al título de Ingeniero Forestal. Universidad Católica de Temuco. Facultad de Ciencias Agropecuarias y Forestales Escuela de Ciencias Forestales. 49 p.

SCOTT, A. J. y KNOTT, M. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, 30: 507-512.

SERRA V., M.T. 1991. *Cryptocarya alba* (Mol.) Looser (Lauraceae): organización morfológica de semilla, plántula y estados juveniles. *Ciencias Forestales*, v.07, n.1-2, pp.21-27.

TUKEY, J. W. 1953. The problem of multiple comparisons. The problem of multiple comparisons. Department of Statistics, Princeton University. Chapman & Hall, Nueva York. Nueva York, EEUU.

UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN: Versión 3.1. Comisión de Supervivencia de Especies de la UICN, Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido. 33.

<http://www.florachilena.cl/conservacion/redlistcatspanish.pdf> (consultado el 22-09-08).

WILLAN, R.L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. FAO Montes 20/2. 502 p.

Páginas de internet consultadas:

www.conaf.cl

www.conama.cl

www.florachilena.cl



BOSQUE NATIVO

PRODUCCIÓN VEGETATIVA DE LA ESPECIE *Myrceugenia leptospermoides* (DC.) Kausel PERTENECIENTE A LA FLORA NATIVA CHILENA



INFOR – MINAGRI 2011



www.infor.cl



BOSQUE NATIVO

PRODUCCIÓN VEGETATIVA DE LA ESPECIE *Myrceugenia leptospermoides*
(DC.) Kausel PERTENECIENTE A LA FLORA NATIVA CHILENA

Autor(es)¹
IVAN QUIROZ M
EDISON GARCIA R.
ANDRES HERNADEZ C,
MARTA GONZALEZ
PATRCIO CHUNG
HERNAN SOTO

¹ INSTITUTO FORESTAL SEDE BIOBIO CAMINO CORONEL KM 7,5 SAN PEDRO DE LA PAZ



INFOR

Proyecto : Estudios Forestales sobre bosque nativo
Código ; Código: 2081612082/ 2111511086

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con lo señalado por Marticorena (1990; cit. por Hechenleitner *et al.*, 2005), en Chile existen aproximadamente 5.105 especies pertenecientes a la flora nativa, alrededor de 2.630 son endémicas de nuestro país, entre las se cuentan árboles, arbustos, hierbas y bulbos, concentrándose cerca del 60% entre la Región de Coquimbo y de Los Lagos. La Comisión Nacional del Medio Ambiente (2009) indica un total de 5.500 especies descritas para Chile de plantas vasculares, de las cuales la mitad corresponde a especies endémicas (55% de las dicotiledóneas, 33% de las gimnospermas y 29% de las pteridofitas).

A pesar de esta diversidad ecológica, la superficie vegetacional original y la cantidad de ejemplares por especie, se ha visto considerablemente disminuida por acciones llevadas a cabo históricamente por el hombre para la habilitación de suelos para agricultura, introducción de especies forestales de rápido crecimiento, desarrollo y crecimiento de áreas urbanas, y presión productiva sobre bosques naturales por combustible y productos forestales no madereros, entre otros (FIA, 2001; Marticorena, 1990, cit. por Hechenleitner *et al.*, 2005; CONAMA, 2009). En su Estrategia Nacional de Biodiversidad, CONAMA (2003) señala que, el patrimonio natural de nuestro país ha sido vulnerado no sólo en especies de flora y fauna específicas sino que también en los ecosistemas fragmentándolos, o poniéndolos en serio riesgo de vulnerabilidad ecológica (suelos erosionados, desertificación, escasez de recursos hídricos, explotación recursos marinos, disminución y pérdida de bosques nativos, y contaminación de aguas).

En el caso de la vegetación nativa, y en especial en aquellas especies en estado vulnerable, no solo estas perturbaciones han influido directamente en su condición, sino que también existen otros factores que incidirían en la mantención y sanidad de las semillas y el follaje, por consecuencia en la sobrevivencia y en la probabilidad y éxito en la regeneración, entre los que se cuentan agentes bióticos como hongos y bacterias, insectos y mamíferos (Le Quesne y Medina, 1998; Saldías, 2004; Hechenleitner *et al.*, 2005).

En virtud de lo señalado, y con el objetivo de preservar, conocer y reproducir especies nativas arbóreas y arbustivas de interés ecológico, se han realizado una serie de estudios e investigaciones profundizando en materia de propagación sexual y asexual. En relación con la propagación mediante semillas, se tienen experiencias con especies como Pitao (*Pitavia punctata* Mol.), Ruil (*Nothofagus alessandrii* Espinosa), Hualo (*Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser), Huala (*Nothofagus leonii* Espinosa), Queule (*Gomortega keule* (Mol.) Baillon), Guindo Santo (*Eucryphia glutinosa* (P. et E.) Baillon), Tralhuén (*Talquenea quinquinervia* (Gill. et Hook) Johnst.) y Romerillo (*Baccharis linearis* (R. et P.), por mencionar las más importantes, con aplicación de diferentes dosis de hormonas, temperatura y tiempos de remojo con variados resultados (Donoso y Escobar, 1985; Santelices *et al.*, 1995; Orellana, 1996; Le Quesne y Medina, 1998; Ibarra, 2000; Brevis, 2003; Maldonado y Benoit, 2004; Saldías, 2004; Olivares *et al.*, 2005; Fredes, 2007; Saavedra *et al.*, 2007; González *et al.*, 2008; García *et al.*, 2009a; García *et al.*, 2009b; González *et al.*, 2009).

En propagación mediante estacas, se han realizado estudios evaluando origen de la estaca, tipos de sustrato, aplicación de temperatura a través de las camas de arraigamiento, pero fundamentalmente con la aplicación del enraizante sintético Ácido Indolbutírico (AIB), por la mayor estabilidad que presenta en comparación con otros compuestos frente a diferentes medios de arraigamiento, exposición a la luz, una mayor tasa de respiración en la sección de corte y un incremento en la concentración de aminoácidos (Hartmann y Kester, 1990; Ragonezi, 2010). Entre las especies estudiadas están Ñipas (*Escallonia illita* (K. Presl)), Quilo (*Muehlenbeckia hastulata* (J.E.Sm.) Johnst.), Pucana (*Proustia cunefolia* (D. Don.)), Arrayán rojo (*Myrceugenia rufa* (Colla) Skottsberg ex Kausel), Pitra (*Myrceugenia exsucca* (D. C.) Berg), Temo (*Blepharocalyx cruckshanksii* (Hook. et Am.) Nied), Michay Rojo (*Berberidopsis corallina* Hooker F.), Luma del norte (*Legrandia cocinna* (Phil.) Kausel), Lingue del norte (*Persea meyeniana* Nees), Guindo santo, Queule, y Ruil (Peña, 1995; García, 1999; Santelices y García, 2003; Norambuena, 2005; Santelices, 2005; Santelices y Cabello, 2006; Sanchez, 2007; Cabello y Suazo, 2009; Latsague *et al.*, 2008; Latsague *et al.*, 2009; Latsague *et al.*, 2010).

En virtud de lo señalado, el Centro Tecnológico de la Planta Forestal (CTPF) realizó un estudio de propagación vegetativa con Macolla (*Myrceugenia leptospermoides* (DC.) Kausel) con el objetivo de generar los antecedentes bases para la producción de esta especie a razón de no existir información de su producción en ninguna de las dos modalidades de propagación, para que ésta pueda ser empleada por viveristas, centros de investigación, y productores en general, para la generación de material vegetal que esté disponible para programas de forestación con fines de recuperación y restauración de bosques nativos degradados.

1. ANTECEDENTES *Myrceugenia leptospermoides* (D. C.) Kausel (MACOLLA)

La Macolla es una especie arbustiva poco frecuente, se la encuentra en la zona costera de la Provincia de Concepción y Arauco, Región del Bío Bío, y en Malleco, Región de la Araucanía, aparentemente confinada a hábitats de excesiva humedad o brumosos (Landrum, 1988; Hoffmann, 1994). Crece cercano a cursos de ríos y lagos, o en laderas húmedas con presencia de bosques, hasta los 300 msnm (Hechenleitner *et al.*, 2005).

Es un arbusto ramoso que puede alcanzar entre 50 cm y 2 m de altura, con ramillas delgadas densamente pubescentes cuando jóvenes, persistiendo esta característica hasta la caída de la corteza. Las hojas son glabras, oblongas a lineares, de 4 a 15 mm de largo y 1,5 a 3 mm de ancho, ápice obtuso y base obtusa a aguda, gris-verdosa pálida a café-verdosa en el haz, a menudo amarillo-verdosa y más claras en el envés. Nervaduras suavemente definidas en su cara principal y moderadamente prominentes en el envés. Pedúnculos uniflorales de 2 a 8 mm de largo y 0,2 a 0,3 mm de ancho, densamente pubescentes, axilares y raramente en pares, bractéolas aovadas a oblongo-lanceoladas, hipanto densamente pubescente. La floración ocurre entre febrero y marzo, las flores presentan caliz de 4 sépalos obtusos, aovados, corola de 4 pétalos y numerosos estambres. El fruto es una baya rojiza a púrpura, globosa, de 4 a 5 mm de diámetro, maduración

entre julio y agosto, con 1-2 semillas contenidas, oblongas, de 2 a 3 mm de largo (Landrum, 1988; Hoffmann, 1994; Hechenleitner *et al.*, 2005).

La Macolla puede ser confundida con el Chequén o Arrayán de hoja fina (*Myrceugenia pinifolia* (Phil.) Kausel), diferenciándose sólo por las hojas, siendo en esta última más angostas, elípticas a lineares, cuyo ápice termina normalmente en punta y los brotes nuevos son de un color bronce (Hechenleitner *et al.*, 2005).

No se menciona como especie importante dentro de la composición florística de tipos forestales en particular, sin embargo Donoso (1981), señala la presencia de *Myrceugenia* sp. entre los arbustos que acompañan a Ciprés de la Cordillera (*Austrocedrus chilensis* (D. Don) Pic. Ser. *et* Bizz.), en su distribución entre Curicó y Parral, Región del Maule; como *Myrceugenia* spp. en el tipo forestal Araucaria en la Cordillera de Nahuelbuta y Malleco, Región del Bío Bío y la Araucanía,; y, como *Myrceugenia* en el tipo forestal Siempreverde, en las cercanías de la costa oriental y occidental de Osorno, Región de los Lagos.

De acuerdo con las categorías y criterios de la lista roja, definidos y aprobados por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos naturales (UICN), *Myrceugenia leptospermoides* se encuentra clasificada en la categoría “EN B1 ab(iii)”, es decir, “En Peligro”, severamente fragmentada con una disminución continua observada, inferida o proyectada en su área, extensión y/o calidad del hábitat, con una extensión estimada menor a 5.000 km², en su distribución geográfica. Por esta condición de conservación, esta especie se encuentra protegida en dos sub-poblaciones por el Estado en los Monumentos Naturales Contulmo, Región del Bío Bío, y Cerro Ñielol, Ciudad de Temuco, Región de la Araucanía (UICN, 2001; Hechenleitner *et al.*, 2005).

Los antecedentes sobre propagación vegetativa con esta especie son nulos, sin embargo Hechenleitner *et al.* (2005), señala que se pueden seguir los procedimientos recomendados para otras especie del género, como el Colchaguillo o Arrayán de Colchagua (*Myrceugenia colchaguensis* (Phil.) L.E. Navas), tanto para su propagación a través de semillas como de estacas. Para esta última, se recomienda coleccionar material vegetal de madera semidura a fines de verano, de 10 cm de largo, basales o nodales, y aplicar hormona enraizante. Para este estudio, se consideraron además de estos antecedentes, los señalados en otros estudios de enraizamiento de estacas de especies nativas que la acompañan en su distribución vegetacional, como Quillay, Peumo, Arrayán y Maqui, entre otras (Gerding *et al.*, 1996; Jeldres, 1997; Santelices y Bobadilla, 1997; Cardozo, 1999; García, 1999; Saenz, 1999; Norambuena, 2005; Cabello y Suazo, 2009).

2. METODOLOGÍA

Colecta del material vegetal

El material vegetal se colectó de la localidad de Patagual, cercana a la ciudad de Coronel, Región del Bío Bío (E=669163, N=5897142, H18). Esta zona presenta un clima mediterráneo con una temperatura media de 13,5° C, con una máxima media de 26,5° C y una mínima media de 1,5° C. La humedad relativa promedio es cercana al 76%, con un máximo del 100% y un mínimo de 20% en promedio. Las precipitaciones se concentran en los meses de invierno, con un promedio anual de 932,3 mm (Documento Interno no publicado). Los suelos, de lomajes y pendientes pronunciadas, con buen drenaje, en su mayoría corresponden a capacidad de uso VI, VII y VIII, susceptibles a erosión de ligera a severas provocadas por el viento y el agua (Zelada, 2009).

Según Hartmann y Kester (1990), la colecta se puede efectuar en cualquier época del año, no obstante es necesario realizar pruebas empíricas para determinar la época más apropiada, debido a que la respuesta rizogenética que puede tener la especie está relacionada con las condiciones fisiológicas de la planta madre. Considerando estos antecedentes, además de los entregados en otros estudios, la colecta se realizó a fines del mes de marzo de 2011 (Hechenleitner *et al.*, 2005; Letsague *et al.*; 2009; Letsague *et al.*, 2010).

Los individuos escogidos se encontraban en una superficie reducida, en lugares sombríos y húmedos, acompañados de otras especies arbustivas nativas, y rodeadas de plantaciones de Eucaliptos (*Eucalyptus globulus* Labill.). La colecta se realizó en horas de la mañana, otorgando preferencia a ramas con crecimiento de la temporada, de largo variable entre 30 a 50 cm con alta presencia de ramillas secundarias, las que luego de su corta se dispusieron en neveras con agua a temperatura ambiente para su transporte y traslado al vivero. Una vez en vivero se traspasaron a baldes con agua fresca para evitar su desecación, y se mantuvieron en esa condición hasta el momento de la preparación del estaquillado, entre 1 y 2 horas.

Diseño y preparación de estacas

Para evaluar la capacidad o la respuesta de la especie a la inducción de formación de raíces de manera artificial, se definieron 4 tratamientos que correspondieron a la aplicación de enraizantes sintéticos en dosis líquidas en concentraciones de 500, 2.000 y 4.000 ppm, en secas de ácido 1-naftalenacético a través del producto comercial KERIROOT, en concentración de 4.000 ppm, en su forma original (en polvo).

Para la preparación del estaquillado se utilizaron los brotes de buen desarrollo, sin evidencia de daños y de consistencia flexible, evitando los tallos demasiado leñosos. Las estaquillas se cortaron con tijera de podar con buen filo, esto para evitar desgarró en los cortes, de 8 a 10 cm de largo, con un diámetro de tallo entre 2 a 4 mm, procurando dejar un par de hojas o yemas. El corte basal se

realizó en forma oblicua, lo que permite aumentar la superficie de contacto con la hormona y darle un mayor volumen para la distribución de las raíces.

Las estaquillas cortadas se fueron depositando en un balde con agua, manteniéndolas en esa condición hasta la aplicación de la hormona, alrededor de 1 a 2 horas.

Para la aplicación de la hormona líquida, se sumergieron 2 a 3 cm basales de las estaquillas por unos segundos en la solución, y en el caso de la hormona en polvo se introdujo la parte basal de la estaquilla (1-2 cm), y luego se golpeó suavemente contra el borde del envase para eliminar el exceso del compuesto.

Instalación ensayo y protocolo de mantención

El ensayo se instaló en dependencias del vivero de la sede Bío - Bío de INFOR en Concepción, en invernadero de polietileno UV nacional niquelado de 200 mc.

Las estacas tratadas se dispusieron en bandejas de poliestireno expandido compuesta por 60 cavidades de 280 cc de volumen cada una, sobre mesones de producción, al interior del invernadero. El sustrato utilizado fue corteza de pino compostada de granulometría G-10.

Durante el periodo de evaluación se aplicó riego para mantener el sustrato húmedo con una frecuencia de 3 riegos diarios de 1 minuto cada uno, de manera de mantener el sustrato con la humedad suficiente en forma permanente.

Debido a las condiciones de alta temperatura y humedad que se mantiene bajo condiciones de invernadero, se propicia un ambiente adecuado para el ataque de hongos, razón por lo cual se realizan aplicaciones de fungicida en forma preventiva cada 8 días, con diferentes productos en forma alternada, en una solución de 1 g por litro de agua (Captan, Benomilo, Thiuram, Triadimefon y Mancozeb, en sus respectivos productos comerciales).

Validación estadística

Las variables a evaluar son estacas vivas, estacas con hojas verdes, estacas con hojas verdes y secas, estacas con hojas nuevas, estacas con ramillas nuevas, número total de hojas y número de ramillas nuevas. Para las variables de condición se asignó un valor binario, 1 ó 0, dependiendo de la existencia de dicha característica (1 en caso de si existir y 0 en el caso contrario) y para los análisis estadísticos se utilizaron tablas de contingencia, que permiten comparar datos categorizados. Los estadísticos utilizados para las comparaciones entre tratamientos fueron Chi Cuadrado de Pearson (X^2 Pearson) y el Chi Cuadrado de máximo verosímil (X^2 MV-G²). Para la variable número de ramillas se efectuó un análisis de varianza tradicional. Para la evaluación de los datos se utilizó el software estadístico InfoStat versión 2008/P (Infostat, 2008). El test de comparación utilizado fue el de Scott & Knott:

$$Y = U + T + R + e$$

Donde:

U: Promedio,

T: Efecto del tratamiento,

R: Efecto de la repetición y

e: Residuo o error no explicado por las fuentes anteriores.

La medición aún se encuentra en proceso, razón por la cual no es considerado el porcentaje de enraizamiento.

3. AVANCE DE RESULTADOS

De acuerdo con el comportamiento observado a la fecha, las aplicaciones de AIB en concentraciones de 500 y 2.000 ppm entregan los porcentaje más altos de estacas vivas, 61,3 y 58,8% respectivamente, sin diferencia estadística significativa entre ambos. En los otros tratamientos la respuesta es bastante más baja, no superando el 27%, sin diferencia estadística entre ellos también, pero si con respecto a los valores anteriores. En ambos casos, existe una cantidad importante de estacas con hojas verdes y en menor medida con hojas verdes y secas, sin embargo, en términos porcentuales no existe diferencia estadística entre tratamientos.

Cuadro 1: Respuesta, en porcentaje, de estacas vivas a la aplicación de diferentes dosis de enraizante en la especie *Myrceugenia leptospermoides*.

Tratamiento	Estacas vivas (%)*	Estacas c/hojas verdes (%)	Estacas c/hojas verdes y secas (%)
Testigo	20,0 b	87,5 a	12,5 a
AIB 500 ppm	61,3 a	89,8 a	10,2 a
AIB 2.000 ppm	58,8 a	80,9 a	19,1 a
AIB 4.000 ppm	26,3 b	85,7 a	14,3 a
Keriroots	26,3 b	90,5 a	9,5 a

* Las estacas vivas corresponde a la sumatoria del número de estacas con hojas verdes y estacas con hojas verdes y secas, expresada en porcentaje.

** Letras distintas indican diferencias significativas $p < 0,05$

Los resultados de sobrevivencia obtenidos para otras especies del género *Myrceugenia*, son variables y muy dispersos. Cabello y Suazo (2009), señalan para *Myrceugenia rufa* respuestas nulas luego de 11 meses de evaluación en estacas con aplicación de bajas concentraciones de AIB por 24 hr (0, 50 y 140 ppm), en sustrato de corteza de pino compostada y arena (1:1), en condiciones de vivero. A 5 meses de un nuevo ensayo, esta vez en condiciones de invernadero, en cama caliente (22° C), con perlita como sustrato y sistema de neblina, entre el 58 y 79% de las estacas habían sobrevivido. *Myrceugenia exsucca* presenta un comportamiento muy contrario, alcanzando porcentajes de supervivencia entre 63 y 82%, con aplicaciones de AIB en diferentes concentraciones

(0, 1.000, 1.500, 2.000 y 2.500) con estacas colectadas en abril, sin embargo no se muestra una tendencia clara en función de la concentración, obteniéndose los porcentajes más altos sin auxina y las concentraciones más baja y más alta, y los menores porcentajes con las concentraciones intermedias (Latsague *et al.*, 2010), resultados que confirman que la capacidad de la especie para enraizar es un factor importante en la inducción de un proceso rizogenético, lo que se puede comprobar con el nulo efecto que provoca el uso de enraizantes.

Resultados obtenidos por Norambuena (2005) reflejan un comportamiento como el señalado. En su estudio, la sobrevivencia y el enraizamiento en *Escallonia illinita* y *Muehlenbeckia hastulata* no son afectados ni positiva ni negativamente por el uso de hormona, por el contrario para *Proustia cuneifolia* tampoco se obtiene resultados en sobrevivencia, pero si incide en el arraigamiento, incrementándose en este último cerca de un 20%. Del mismo modo, en Guindo santo, con estacas colectadas en el mes de abril, se obtuvieron porcentajes importantes de sobrevivencia con y sin la aplicación de hormona, entre 47 y 67%, sin embargo en enraizamiento los valores más altos se consiguen con concentraciones de hormona de 500 y 1.000 ppm, 57 y 40% respectivamente (Latsague *et al.*, 2009). Esto último da cuenta que en algunas especies la hormona sí produce un efecto positivo, situación que ocurre con lo obtenido en el presente estudio, observándose diferencias entre estacas sin tratamiento y aquellas con aplicación de hormona, diferencias que van entre un 6,3% con respecto a la menor respuesta, y 41,3% con la sobrevivencia más alta.

Sanchez (2007) proporciona mayores antecedentes con *Colliguaya odorifera* y *Fabiana imbricata*, obteniendo incrementos en los porcentajes de sobrevivencia y enraizamiento, de 14 y 7% respectivamente para *C. odorifera* y de 31 y 33% en *F. imbricata*, con material vegetal colectado en el mes de septiembre, utilizando una mezcla de turba y perlita (1:1) como sustrato, camas de arraigamiento a 26° C las primeras 2 semanas y posteriormente 20° C durante el período de evaluación, y con aspersiones diarias de riego.

En aquellas especies que muestran una dificultad en el enraizamiento, es necesario ampliar el espectro de factores que se evalúan. La probabilidad de éxito además, podría ser resultado de la interacción o no de los mismos, no obstante se recomienda la participación de dos o más factores de manera de acercarse más a la condición natural de las especies y que son parte de su desarrollo (García, 1999). Jeldres (1997), en un estudio efectuado con Boldo (*Peumus boldus* Mol.), evalúa en una primera instancia el comportamiento de esta especie a diferentes concentraciones de AIB con estacas provenientes de individuos jóvenes y adultos de formaciones naturales (7 a 13 cm de DAP, y 2 a 5 m de altura), y dos épocas de colecta (invierno y primavera), obteniendo bajos porcentajes de sobrevivencia (no mayor a 20%), observando un efecto favorable en la época de colecta, pero negativo en la aplicación de la hormona. En una segunda instancia, evaluó nuevamente la incidencia de la hormona, pero esta vez en estacas procedentes de plantas de 2 años de edad. La cantidad de estacas utilizadas fue menor, a pesar de ello, obtiene porcentajes de sobrevivencia y enraizamiento mucho más altos en todas las concentraciones, 80 y 65% en promedio respectivamente. Wright (1964, cit. por Bobadilla y Santelices, 1997), señala que no se puede asegurar una edad específica en que las especies muestren una mayor capacidad de enraizamiento, o se puede inducir un proceso

de arraigamiento, sin embargo una gran cantidad de especies forestales han enraizado con éxito con estacas procedentes de plantas de 1 a 2 años de edad, y por lo general esta capacidad disminuye después de los 5 años de edad. Santelices y Bobadilla (1997), evaluaron el efecto del AIB en diferentes concentraciones, con estacas de Boldo procedentes de rebrotes de tocón, encontrando una mayor respuesta de sobrevivencia sin la aplicación de hormona (53%), y respuestas similares en el arraigamiento con respecto a los otros tratamientos (15%) (0, 0,5, 1 y 2% de concentración AIB).



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

Foto 1: Estado de las estacas de *Myrceugenia leptospermoides* tratadas con diferentes concentraciones de hormona, (a) testigo, (b) 0,5 ppm de AIB, (c) 2.000 ppm de AIB, (d) 4.000 ppm de AIB, (e) Keriroots.



(a)



(b)

Foto 2: Estacas de *Myrceugenia leptospermoides* consideradas como vivas, (a) con hojas verdes y (b) con hojas verdes y secas.

La clasificación entre estacas con hojas verdes y estacas con hojas verdes y secas, obedece a que en estas últimas existe cierta probabilidad de encontrarse en un proceso de deshidratación, con disminución del metabolismo, y una consecuente mortalidad. Según Montoya y Camara (1996), señalan que, si bien la capacidad de generar raíces de una especie depende de las cualidades naturales que posee y por el efecto de un tratamiento hormonal previo, esta capacidad se puede ver afectada por la sobrevivencia de las mismas hasta la formación del sistema radicular. La

condición de supervivencia en ningún caso es indicativa de un enraizamiento posterior (Hartmann y Kester, 1990).

Por otro lado se señala que existe una relación directa entre la retención de las hojas y la probabilidad de sobrevivir y enraizar de las estacas. La pérdida de las hojas provoca una disminución de la tasa fotosintética, por lo tanto la reducción de las reservas de carbohidratos cofactores del enraizamiento (Azcon Bieto y Talón, 2000, cit. por Latsague *et al.*, 2010).



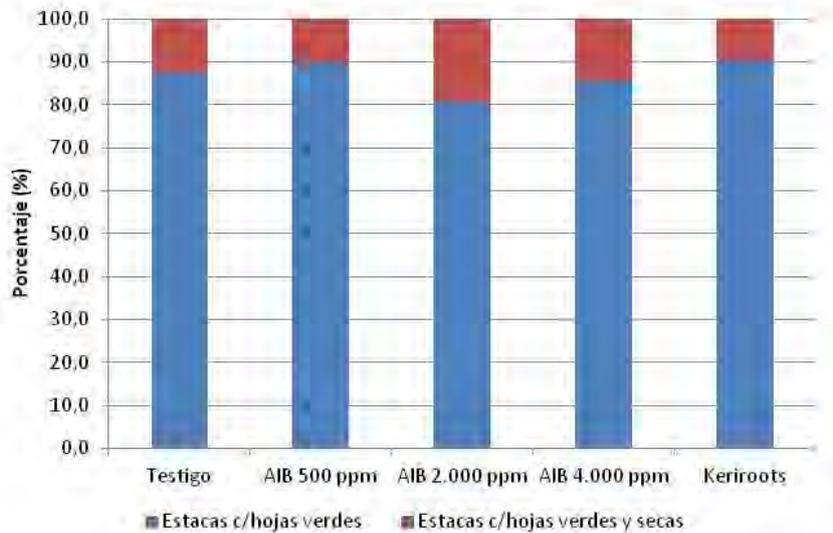
(a)



(b)

Foto 3: Estacas de *Myrceugenia leptospermoides* consideradas como muertas, (a) con hojas secas y (b) sin hojas.

Gráfico 1: Porcentaje de estacas con hojas verdes y con hojas verdes y secas, del total de estacas vivas de *Myrceugenia leptospermoides*, por tratamiento.



En la totalidad de los estudios consultados, los parámetros *estacas con presencia de hojas nuevas*, *estacas con ramillas nuevas*, *número de hojas totales* y *número de ramillas totales*, no son objeto de análisis, debido a que las hojas de la mayoría de las especies que son evaluadas son de mayores dimensiones y la generación de nuevas hojas o ramillas habitualmente no se observan durante el proceso de enraizamiento. Cuando se emplean estacas con tamaño de hojas grande, estas son sometidas a una disminución de su área foliar para disminuir la eficiencia fotosintética, y con ello evitar la pérdida de agua por excesiva transpiración y la sobreexposición que favorecen el desarrollo de agentes patógenos (Ipinza y Gutiérrez, 1992).

Asimismo, en especies de fácil enraizamiento, las hojas son retenidas por un mayor tiempo, comportamiento que es favorecido no sólo por la presencia de carbohidratos que son producidos mediante el proceso fotosintético y que son traslocados desde las hojas hacia la base de las estacas, sino que también por los compuestos auxínicos que se producen en secciones foliares que promueven el enraizamiento (Hartmann y Kester, 1990).

En el siguiente cuadro se señalan algunas características de las estacas vivas de *Myrceugenia leptospermoides* al momento de la primera evaluación. De él se desprende que, los mayores porcentajes de estacas con presencia de hojas nuevas se observan en la totalidad de las estacas vivas, de los tratamientos sin y con la concentración más baja de hormona, diferencia que se ratifica estadísticamente con respecto a los otros tratamientos.

Cuadro 2: Características de las estacas vivas de *Myrceugenia leptospermoides* bajo diferentes tratamientos para inducir enraizamiento

Tratamiento	Estacas c/hojas nuevas	N° total de hojas (incl. antiguas)				Estacas con ramillas nuevas	Promedio ramillas nuevas (N°)
		<10	10-20	>20			
Testigo	100,0 a	12,5	31,3	56,3	(b)	50,0 a	1,0 b
AIB 500 ppm	100,0 a	0,0	4,1	95,9	(a)	75,5 a	3,5 a
AIB 2.000 ppm	89,4 b	4,3	17,0	78,7	(a)	63,8 a	4,1 a
AIB 4.000 ppm	71,4 b	14,3	28,6	57,1	(b)	57,1 a	4,5 a
Keriroots	81,0 b	23,8	19,0	57,1	(b)	38,1 a	2,5 a

* Letras distintas indican diferencias significativas $p < 0,05$

En relación con el número total de hojas, se puede observar que en todos los tratamientos, las estacas presentan una cantidad de hojas por sobre 20. Se debe hacer notar que, por tratarse de una especie con hojas de tamaño pequeño, al momento de la preparación del material a propagar, se estableció como máximo de hojas a mantener no mayor a 10. En este caso, se realizó un análisis macro, respecto del comportamiento entre tratamientos para el número de hojas en un contexto general.

Se puede observar también que, en general existe en la mayoría de los tratamientos un porcentaje importante de estacas con ramillas nuevas, generadas posterior a su instalación, a excepción del tratamiento con Keriroots, con un promedio entre 1 y 5 ramillas por estaca. Si bien no existe una diferencia estadística significativa entre los valores para la variable presencia de ramillas nuevas, a pesar del valor mostrado por el tratamiento con Keriroots (entre 11 y 37% más bajo en comparación con los otros tratamientos), si aparece entre la cantidad promedio de ramillas nuevas, siendo mayor la significancia en los tratamientos con aplicación de hormona con respecto del tratamiento testigo.

4. CONCLUSIONES

La propagación de *Myrceugenia leptospermoides* mediante estacas, se presenta como una oportunidad para la reproducción de material vegetal en condiciones de vivero. Luego de 7 meses de evaluación, la sobrevivencia alcanzada se encuentra en porcentajes aceptables comparada con otras especies con problemas para su multiplicación mediante esta técnica (58 y 61%). Resultados obtenidos con otras especies del bosque nativo, como Coliguay, Pichi, Tralhuén, Arrayán rojo, Luma del norte, Lingue del norte, Boldo y Queule, indican porcentajes menores al 10%, incluso con la aplicación de hormona enraizante y en períodos más prolongados de evaluación.

Los mayores porcentajes en el presente estudio, se obtuvieron con la aplicación a bajas concentraciones de Ácido Indolbutírico (500 y 2.000 ppm), comportamiento que indicaría la

intervención de una mayor concentración de auxina libre en los tejidos para la inducción de la rizogénesis, condición que se puede mejorar mediante el empleo de un compuesto adicional promotor del enraizamiento. Respuesta favorables se han obtenido con especies como Taique (*Desfontainia spinosa* (R. et P.), tepa (*Laureliopsis philippiana* (Looser) Schodde) y Guindo santo.

La variedad de factores que afectan el enraizamiento incide de cierta manera cuando actúan en forma individual que cuando participan en forma conjunta, por lo tanto, su interacción, o la aplicación de dos o más factores, permiten acercarse a la condición natural de las especies. Como ejemplo se puede señalar al Boldo, cuya respuesta a la aplicación de hormona utilizando estacas de árboles jóvenes o adultos, es mucho menor en comparación con misma concentración de hormona pero empleando estacas procedentes de plantas de 2 años.

Se puede concluir que es necesario profundizar en el enraizamiento de *Myrceugenia leptospermoides*, considerando la evaluación de otros factores como época de colecta, uso de camas calientes, control de humedad ambiente y tipos de sustratos, entre otros, considerando que la respuesta a la aplicación de hormona en concentraciones de 500 y 2.000 ppm incide positivamente en el enraizamiento, para la época de colecta de principios de otoño.

5. BIBLIOGRAFÍA

BREVIS, P. 2003. Efecto de tratamiento pregerminativo sobre la germinación de semillas de *Eucryphia glutinosa* (Poepp. et Endl.) Baillon. *Bosque* 24(2):79-84.

CABELLO, A. y SUAZO, D. 2009. *Myrceugenia rufa* (Arrayán rojo, Arrayán de hoja roja): Ensayos de propagación vegetativa. *Ambiente Forestal* 4(7):28-34.

CARDOZO, C. 1999. Estudio de la regeneración vegetativa de *Prosopis tamarugo* (Philippi) en los estados fisiológicos verde, marchito y seco, en la Reserva Nacional Pampa del Tamarugal, Región de Tarapacá. Tesis Ing. Forestal, Univ. de Talca, Fac. de Cs. Forestales, Esc. de Ing. Forestal. Talca, Chile. 56p.

DELGADO, M.; CUBA, M.; HECHENLEITNER, P. y THIERS, O. 2008. Propagación vegetativa de Taique (*Desfontainia spinosa*) y Tapa (*Laureliopsis philippiana*) con fines ornamentales. *Bosque* 29(2):120-126.

DONOSO, C. 1981. Tipos Forestales de los Bosques Nativos de Chile. Documento de Trabajo N° 38 CONAF/FAO FO: DP/CHI/003 Investigación y Desarrollo Forestal. 70p.

DONOSO, C. y ESCOBAR, B. 1985. Germinación de *Gomortega keule* (Mol.) Baillon. *Bosque* 6(2):120-122.

FIA (FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA). 2001. Bosque nativo en Chile: Situación actual y perspectivas. FIA/MINAGRI. Santiago, Chile. 113p.

CONAMA (Comisión Nacional del Medio Ambiente). 2009. Especies amenazadas de Chile. Protejámoslas y evitemos su extinción. Vol. 1. 119p.

FREDES, M. 2007. Efectos de distintos tratamientos pregerminativos sobre la germinación de las especies: *Baccharis linearis* (R. et P.), *Proustia cuneifolia* (D. Don) y *Trevoa quiquenervia* (Gill. et Hook) Johnst. Memoria Ing. Forestal. Univ. de Talca, Fac. Cs. Forestales, Esc. Ing. Forestal. Talca, Chile. 48p.

GARCÍA, E. 1999. Propagación vegetativa mediante estacas de las especies Luma del norte (*Legrandia concinna* (Phil.) Kausel) y Lingue del norte (*Persea meyeniana* Ness). Mem. Ing. Forestal, Univ. de Talca, Fac. de Cs. Forestales, Esc. de Ing. Forestal. Talca, Chile. 76p.

GARCÍA, E.; GONZÁLEZ, M.; QUIROZ, I. y SOTO, H. 2009. Germinación de semillas y Producción de plantas de *Nothofagus leonii* (Espinosa) procedentes de Laguna de la Plata, San Fabián de Alico, Región del Bío-Bío. *Revista Chile Forestal* 346:40-44.

- GARCÍA, E.; GONZÁLEZ, O. M.; QUIROZ, I. y SOTO, H. 2009. Ensayo de germinación para semillas de *Pitavia punctata* Mol. (Pitao). Revista Chile Forestal 343: 41-43.
- GERDING, V.; HERMOSILLA, M. y GREZ, R. 1996. Sustratos de corteza compostada para la propagación vegetativa de estacas de tallo de *Podocarpus nubigena* Lindl. y *Eucryphia cordifolia* Cav. Bosque 17(2):57-64.
- GONZÁLEZ, M.; QUIROZ, I.; GARCÍA, E. y GUTIÉRREZ, B. 2008. Escarificación química con ácido sulfúrico como tratamiento pregerminativo para semillas de toromiro (*Sophora toromiro* Skotts.). Ciencia e Investigación Forestal 14(1):111-118.
- GONZÁLEZ, M.; QUIROZ, I.; GARCÍA, E. y SOTO, H. 2009. Ensayo de germinación y producción. Plantas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. Revista Chile Forestal 344: 40-44.
- HARTMANN, H. y KESTER, D. 1990. Propagación de plantas. Principios y prácticas. México. 760p.
- HECHENLEITNER, P.; GARDNER, M.; THOMAS, P.; ECHEVERRÍA, C.; ESCOBAR, B.; BROWNLESS, P. y MARTÍNEZ, C. 2005. Plantas Amenazadas del Centro-Sur de Chile. Distribución, Conservación y Propagación. 1ª. Edición. Univ. Austral de Chile-Real Jardín Botánico de Edimburgo. 188p.
- HOFFMANN, A. 1994. Flora Silvestre de Chile. Zona Araucana: Árboles, Arbustos y Enredaderas Leñosas. 3ª edición. 258p.
- IBARRA, G. 2000. Ecología y propagación de *Eucryphia glutinosa* (P. et E.) Baillon (*eucryphiaceae*) en el extremo norte de su distribución natural. Tesis Ing. For. Univ. de Talca, Fac. Cs. Forestales, Esc. Ing. Forestal. Talca, Chile. 133p.
- INFOSTAT, 2008. InfoStat versión 2008. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba. Córdoba, Argentina.
- IPINZA, R. y GUTIÉRREZ, B. 1992. Resultados preliminares de enraizamiento de estaquillas de *Eucalyptus globulus* spp. globulus. Ciencia e Investigación Forestal 6(1):61-79.
- JELDRES, P. 1997. Efecto del ácido indolbutírico y época de colecta del material vegetal en el enraizamiento de estacas de *Peumus boldus* Mol. Tesis Ing. Forestal. Univ. de Talca, Fac. Cs. Forestales, Esc. Ing. Forestal. Talca, Chile. 85p.
- LANDRUM, L. 1988. The myrtle family (*Myrtaceae*) in Chile. Proceedings of the California Academy of Sciences Vol. 45 (12):277-317.
- LATSAGUE, M.; SÁEZ, P. y HAUENSTEIN, E. 2008. Inducción de enraizamiento en estacas de *Berberidopsis corallina* con ácido indolbutírico. Bosque 29(3):227-230.

- LATSAGUE, M.; SÁEZ, P. y YÁÑEZ, J. 2009. Efecto del ácido indolbutírico en la capacidad rizogénica de estacas de *Eucryphia glutinosa*. *Bosque* 30(2):102-105.
- LATSAGUE, M.; SÁEZ, P.; HAUENSTEIN, E. y PEÑA-CORTÉS, F. 2010. Propagación vegetativa de *Myrceugenia exsucca* y *Blepharocalyx cruckshanksii*, especies dominantes del bosque pantanoso de la Depresión Intermedia de la Región de la Araucanía, Chile. *Bosque* 31(3):247-251.
- LE QUESNE, C. y MEDINA, R. 1998. Germinación y viverización de *Pitavia punctata* Mol., *Rutaceae* endémica de Chile en estado crítico de conservación. *Bosque* 19:101-110.
- MALDONADO, E. y BENOIT, I. (Eds). 2004. Planes Nacionales de conservación del Queule *Gomortega keule* (Mol.) Baillon, y Pitao *Pitavia punctata* (Ruiz et Pavón) Mol. en Chile. Chile. 43p.
- MONTOYA, J. y CAMARA, M. 1996. La planta y el vivero forestal. Madrid, España. 127p.
- NORAMBUENA, C. 2005. Ensayo de propagación vegetativa mediante estacas de *Escallonia illinita* (K. Presl.), *Muehlenbeckia hastulata* (J.E. Sm.) Johnst y *Proustia cuneifolia* D. Don, pertenecientes a la flora nativa de Chile. Mem. Ing. Forestal, Univ. de Talca, Fac. de Cs. Forestales, Esc. de Ing. Forestal. Talca, Chile. 52p.
- OLIVARES, P.; SAN MARTÍN, J. y SANTELICES, R. 2005. Ruil (*Nothofagus alessandrii*). Estado del conocimiento y desafíos para su conservación. CONAMA. Talca, Chile. 51p.
- ORELLANA, C. 1996. Efecto del ácido giberélico (GA₃) sobre la germinación de Queule (*Gomortega keule* (Mol.) Baillon). Tesis Ing. For. Univ. de Talca, Fac. de Rec. Naturales, Esc. Ing. Forestal. Talca, Chile. 89p.
- PEÑA, K. 1995. Enraizamiento de Queule (*Gomortega keule* (Mol.) Baillon) y su relación con el contenido y tipo de fenoles. Memoria Ing. Forestal. Univ. de Chile, Fac. Cs. Agrarias y Forestales, Esc. Cs. Forestales, Depto. de Silvicultura. Santiago, Chile. 85p.
- RAGONEZI, C.; KLIMASZEWSKA, K.; RUI, M.; LIMA, M.; OLIVEIRA, P. y ZAVATTIERI, M. 2010. Adventitious rooting of conifers: Influence of physical and chemical factors. *Trees* 24:975-992.
- SAAVEDRA, M.; HAUENSTEIN, E. y VERA, J. 2007. Evaluación de la conservación y recuperación del Pitao *Pitavia punctata*, (*Rutaceae*) en la IX Región de Chile. Una experiencia de 16 años. *Gestión ambiental* 13:69-81.
- SAENZ, M. 1999. Algunos factores que afectan el enraizamiento de estacas de *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz y acondicionamiento para plantación. Tesis Lic. en Cs. Forestales, Univ. de Talca, Fac. de Cs. Forestales, Esc. de Ing. Forestal. Talca, Chile. 71p.

SALDÍAS, P. 2004. Análisis comparativo de la germinación de dos fuentes de semillas de Pitao (*Pitavia punctata* (R. et P.) Mol.) de la IX Región. Tesis Ing. Forestal. Univ. Católica de Temuco, Fac. Cs. Agropecuarias y Forestales, Esc. Cs Forestales. Temuco, Chile. 49 p.

SANCHEZ, O. 2007. Ensayo de propagación vegetativa mediante estacas de las especies *Baccharis linearis* (R. et P.) pers., *Colliguaya odorifera* Mol., *Fabiana imbricata* R. et P., y *Talquenea quinquenervia* (Gill. et Hook). Memoria Ing. Forestal. Univ. de Talca, Fac. Cs. Forestales, Esc. Ing. Forestal. Talca, Chile. 53p.

SANTELICES, R. 2005. Efecto del árbol madre sobre la rizogénesis de *Nothofagus alessandrii*. Bosque 26(3):133-136.

SANTELICES, R. y CABELLO, A. 2006. Efecto del ácido indolbutírico, del tipo de la cama de arraigamiento, del substrato, y del árbol madre en la capacidad de arraigamiento de estacas de *Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser. Revista Chilena de Historia Natural 79:55-64.

SANTELICES, R. y GARCÍA, C. 2003. Efecto del ácido indolbutírico y la ubicación de la estaca en el rebrote de tocón sobre la rizogénesis de *Nothofagus alessandrii* Espinosa. Bosque 24(2):53-61.

SANTELICES, R. y BOBADILLA, C. 1997. Arraigamiento de estacas de *Quillaja saponaria* Mol. y *Peumus boldus* Mol. Bosque 18(2):77-85.

SANTELICES, R.; HERRERA, L. y OSORES, J. 1995. Cultivo en vivero del Hualo (*Nothofagus glauca* (Phil.) Krasser) bajo diferentes gradientes de luminosidad y espaciamiento. Ciencias Forestales 10(1-2):3-13.

UICN. 2001. Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN. Versión 3.1. http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/doc/categorias_criterios_UICN.pdf. Consultado 10.octubre.2011.

ZELADA, A. 2009. Declaración de impacto ambiental. Plan regulador comunal de Coronel. MINVU Región del Bío Bío-Ilustre Municipalidad de Coronel. Concepción, Región del Bío Bío. 95p.