

# NUEVOS APORTES A LA MICROPROPAGACIÓN DE *Swietenia macrophylla* X *Swietenia mahogany* (CAOBA HÍBRIDA) Y *Cedrela odorata* (CEDRO)

R. Rodríguez✉, M. Daquinta, Iris Capote, D. Pina, Yarianne Lezcano y J. L. González-Olmedo

**ABSTRACT.** Meliaceas have a high commercial value, which has caused a quick decrease of the number of elite trees; among the main species are *Cedrela* and *Swietenia*. This paper shows the results of micropropagating these two species from seeds. The use of mercury bichloride ( $\text{HgCl}_2$ ) at 0.25 %, during five minutes reached the best disinfection levels of *Cedrela* seeds; however, in *Swietenia* seeds, the highest values were achieved with calcium hypochlorite ( $\text{CaClO}_2$ ) at 2.0 and 3.0 %. The time of disinfection showed significant effects on the contamination and germination percentages of seeds. The supplement of 6-Bencilamine purine (6-BAP) at  $0.50 \text{ mg.L}^{-1}$  achieved the best explant quality and multiplication rates in both species. The use of Indolbutiric acid (IBA) at  $0.50 \text{ mg.L}^{-1}$  to rooting induction achieved very favorable results.

**RESUMEN.** Las Meliáceas poseen un alto valor comercial, que ha provocado la disminución acelerada de sus ejemplares más vigorosos; dentro de sus principales especies se encuentran el cedro y la caoba. En el trabajo se destacan los resultados de la micropropagación de estas dos especies a partir de semillas botánicas. El empleo de bicloruro de mercurio ( $\text{HgCl}_2$ ) al 0.25 % durante cinco minutos alcanzó los mejores niveles de desinfección en las semillas de cedro; sin embargo, en semillas de caoba, los valores más altos se alcanzaron con hipoclorito de calcio ( $\text{CaClO}_2$ ) al 2.0 y 3.0 %. El tiempo de duración de la desinfección también mostró una marcada incidencia en los porcentajes de contaminación y posterior germinación de las semillas. La adición de 6-Bencilaminopurina (6-BAP) a  $0.50 \text{ mg.L}^{-1}$  logró mayor calidad de los explantes y buenos niveles de multiplicación en ambas especies. El empleo del ácido indolbutírico (AIB) a  $0.50 \text{ mg.L}^{-1}$  en la inducción del enraizamiento logró resultados muy favorables.

**Key words:** *Meliaceae*, seeds, micropropagation

**Palabras clave:** *Meliaceae*, semillas, micropropagación

## INTRODUCCIÓN

La familia Meliáceas se encuentra enmarcada en los continentes americano y asiático; se informa en ellos alrededor de 50 géneros con más de 1000 especies (1).

A pesar de que un gran número de estas especies tienen valor potencial como productoras de madera, solo se emplean en forma extensiva algunas de ellas, dentro de las que se destacan en los neotrópicos *Cedrela* (cedro) y *Swietenia* (caoba). Estas en las últimas décadas han sido severamente afectadas y disminuidas sus poblaciones por diversas causas.

Las especies de cedro y caoba han sido el pilar de desarrollo de la industria forestal de Latinoamérica, por lo que están consideradas como prioritarias para el establecimiento de plantaciones industriales, sobre todo si

se logra controlar el ataque del barrenador de la yema terminal (*Hypsipyla grandella* Zeller), que es la plaga más dañina de estas especies (2).

El empleo de métodos biotecnológicos para lograr volúmenes considerables de plantas seleccionadas y poder establecer plantaciones mejoradas a corto plazo, es una alternativa que debe ser más explotada en estas especies. De las técnicas biotecnológicas la más factible a corto plazo para el sector forestal es la micropropagación, que entre otras ventajas permite lograr plantas con características genéticas similares a la que le dio origen.

La mayor dificultad para el establecimiento de un protocolo de micropropagación radica en la edad del cultivo con el cual se desea establecer este, por lo que es necesario realizar trabajos de rejuvenecimiento del material antes de su introducción *in vitro* (3).

Estas son especies que han sido muy poco trabajadas mediante las técnicas de micropropagación, por ello no se encuentran muchas referencias sobre el tema. No obstante, en los últimos años se han logrado avances en la micropropagación (4, 5, 6, 7), aunque aún no ha sido informado un protocolo para la propagación masiva de

Ms.C. R. Rodríguez, Investigador Agregado del Laboratorio de Cultivo de Células y Tejidos; Dr.C. M. Daquinta, Investigador Titular; Iris Capote y D. Pina, Especialistas en Propagación de Plantas; Yarianne Lezcano y Dr.C. J. L. González-Olmedo, Investigadores Titulares del Centro de Bioplantas. Universidad de Ciego de Ávila. Carretera a Morón km 9. CP. 64950. Ciego de Ávila.

✉ romelio@bioplantas.cu

ellas. En Cuba se han realizado estudios durante algunos años, pero no existe ninguna referencia sobre el establecimiento de una metodología eficiente de micropropagación tanto por semilla como por explantes de árboles adultos.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar aspectos que pudieran integrar una metodología de propagación masiva de *Swietenia* híbrida y *Cedrela odorata* empleando semilla botánica como material de partida.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los árboles plus de caoba híbrida y cedro enmarcados en las áreas pertenecientes a la Empresa Forestal Integral de Ciego de Ávila, se seleccionaron para realizar los experimentos que a continuación se describen.

*Procedimiento para la desinfección de semillas de caoba híbrida y cedro.* A las semillas de frutos maduros colectados de los árboles seleccionados de caoba híbrida y cedro, inmediatamente se les eliminó la parte alada; en el caso de las semillas de caoba se les eliminó también la testa hasta dejar los cotiledones al desnudo. Ambos tipos de semillas se sometieron a un lavado con detergente y posteriormente fueron enjuagadas con abundante agua. El tratamiento de desinfección empleado fue el  $\text{HgCl}_2$  al 0.25% durante 1, 3, 5, 7 y 10 minutos, en contacto las semillas con la solución. Posterior a esto se enjuagaron tres veces con agua estéril y se cultivaron en un medio que contenía las sales de Murashige y Skoog (8), libre de reguladores del crecimiento.

Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado, donde se utilizaron 20 semillas en cada tratamiento, distribuidas en cuatro repeticiones de cinco semillas por cada repetición. Se evaluó el porcentaje de semillas contaminadas y germinadas a los 10, 20 y 30 días.

Los bajos niveles de eficiencia alcanzados en el caso de la caoba híbrida motivaron a realizar un segundo experimento de desinfección de semillas.

*Procedimiento para la desinfección de semillas de caoba híbrida.* El procedimiento de desinfección utilizado fue una solución de  $\text{Ca}(\text{ClO})_2$  al 2.0 y 3.0 % del producto activo, permaneciendo las semillas en contacto con la solución durante 5, 10, 15, 20, 25 y 30 minutos. Posteriormente se enjuagaron tres veces con agua estéril y se cultivaron en un medio conteniendo las sales de Murashige y Skoog (8) con los nitratos reducidos a la mitad y libres de reguladores del crecimiento.

Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado, donde se utilizaron 20 semillas en cada tratamiento y se consideró cada una como una unidad experimental. Se evaluó el porcentaje de semillas contaminadas y germinadas a los 10, 20 y 30 días; se emplearon cuatro repeticiones con cinco semillas por cada repetición.

*Efecto del 6-BAP en la multiplicación y elongación de los brotes provenientes de semillas de cedro y caoba híbrida.* En este experimento se empleó el medio de

cultivo establecido por Murashige y Skoog (8); los nitratos se redujeron a la mitad, más constituyentes orgánicos que incluyeron: tiamina-HCl ( $0.1 \text{ mg.L}^{-1}$ ), myo-inositol ( $100 \text{ mg.L}^{-1}$ ), piridoxina HCl ( $0.5 \text{ mg.L}^{-1}$ ), ácido nicotínico ( $0.5 \text{ mg.L}^{-1}$ ), glicina ( $2.0 \text{ mg.L}^{-1}$ ), sacarosa ( $20 \text{ g.L}^{-1}$ ). Los tratamientos empleados fueron los siguientes:

- ☞ Control (sin regulador).
- ☞  $0.25 \text{ mg.L}^{-1}$  6-BAP
- ☞  $0.50 \text{ mg.L}^{-1}$  6-BAP
- ☞  $0.75 \text{ mg.L}^{-1}$  6-BAP
- ☞  $1.00 \text{ mg.L}^{-1}$  6-BAP

Se evaluaron el número de brotes/explante y la longitud de los brotes (cm) a los 45 días de iniciado el tratamiento. Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado, donde se utilizaron 20 semillas en cada tratamiento y se consideró a cada una como una unidad experimental.

*Inducción del enraizamiento en brotes de cedro y caoba híbrida.* En condiciones de medio de cultivo similares a la descrita en el experimento anterior (excluyendo el 6-BAP) y con la adición de diferentes concentraciones de Ácido Indolbutírico (AIB), se evaluaron el número de raíces/explante y la longitud de la raíz mayor (cm) a los 45 días de iniciado el experimento. Los tratamientos experimentales quedaron constituidos de la siguiente forma:

- ☞ Control (sin regulador)
- ☞  $0.50 \text{ mg.L}^{-1}$  AIB
- ☞  $1.00 \text{ mg.L}^{-1}$  AIB
- ☞  $1.50 \text{ mg.L}^{-1}$  AIB

Para el procesamiento estadístico de los resultados se empleó el utilitario SPSS/PC. Se realizaron análisis paramétricos (ANOVA, prueba LSD,  $P < 0.05$ ) después de chequeada la distribución normal (Kolmogorov-Smirnov) y la homogeneidad de las varianzas (Bartlett). Para el análisis de los datos en porcentajes de germinación y contaminación, estos se distribuyeron en cuatro repeticiones de cinco plantas cada una y se transformaron según  $X' = 2 \arcsen((x/100)0.5)$ .

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla I se muestran los resultados alcanzados en los tratamientos de desinfección en semillas de caoba híbrida y cedro con el empleo del  $\text{HgCl}_2$  en diferentes tiempos.

Como se puede apreciar, en forma general, el porcentaje de contaminación es mayor en las semillas de cedro que en las de caoba, quizás determinado por el tratamiento de preparación de semilla que se empleó en cada caso, ya que a las semillas de caoba les fueron eliminadas las testas, quedando cada una a cotiledón desnudo; mientras que este tratamiento no fue similar en las semillas de cedro, las cuales mantenían su testa. También se observa que a mayor tiempo de permanencia de ambas semillas en contacto con el desinfectante, provocó daños por quemaduras y por lo cual muchas de ellas no germinaron, sobre todo en los tiempos de desinfección más prolongados.

Empleando diferentes concentraciones de hipoclorito de sodio y tiempo de desinfección en el caso de *Cedrela montana*, algunos autores (9) determinaron que el factor fundamental que disminuyó el porcentaje de germinación no fue el tratamiento de desinfección empleado, sino la procedencia y el tiempo de recolección de la semilla. En el experimento desarrollado en caoba híbrida y cedro, las semillas procedían de frutos del mismo árbol, con similares estados fisiológicos y épocas de recolección; por ello no fueron estos factores los que afectaron su germinación y sí el tiempo de contacto con el desinfectante, aunque el estado de desarrollo del embrión en cada semilla en particular, tiene un efecto directo en el tiempo y porcentaje de germinación alcanzado.

Por su parte, realizando diferentes pruebas de esterilización a 13 especies forestales, otros autores (6) encontraron que existieron diferencias en los métodos de desinfección según las especies, siendo más efectivo el cloruro de mercurio que el peróxido de hidrógeno en muchos casos; además, sugieren que es importante conocer la procedencia y calidad del material que se va a propagar.

En otros análisis, los mayores porcentajes de germinación son alcanzados por las semillas de cedro en cada momento de evaluación, lo que demuestran una menor afectación por el tratamiento de desinfección empleado, aunque los niveles de germinación también se afectaron con los mayores tiempos de desinfección en esta especie.

Aún cuando se obtienen favorables porcentajes de desinfección con el empleo del  $HgCl_2$  como agente desinfectante en las semillas de caoba, los niveles de

germinación son muy bajos, sobre todo por el daño que pudo provocar este agente desinfectante a las semillas y por ello se probó el  $Ca(ClO)_2$  a diferentes concentraciones y tiempos de desinfección (Tabla II).

Cuando se analiza el porcentaje de contaminación, en ambas concentraciones no se observan diferencias estadísticas, aunque se aprecia un mayor efecto cuando se emplean los mayores tiempos de desinfección en ambos tratamientos.

En el análisis del comportamiento de la germinación en el tiempo se observan irregularidades, motivadas entre otras causas por el estado de madurez que posee el embrión de las semillas en el momento de seleccionar los frutos, ya que no todas las semillas provenían de un mismo fruto y esto pudo motivar la diferencia en la germinación. Estudios realizados sobre la viabilidad de las semillas de caoba demostraron que estas presentan una germinación bastante rápida, comenzando desde los 13 a los 17 días, con un período de 10 días de duración; los resultados demuestran que existió un efecto negativo sobre el momento de germinación de la semilla cuando se empleó la dosis de 3.0 %, sobre todo en el análisis realizado a los 10 días, al final del experimento (20 días) se aprecian mayores niveles de germinación en este tratamiento.

Por otra parte, las semillas de caoba se dejaban en cotiledones al desnudo, por lo que la penetración del producto es mayor y más fácil, lo que pudo de alguna forma dañar el embrión de esta y afectar también el proceso de germinación cuando se empleaban tiempos de desinfección muy prolongados.

**Tabla I. Efecto del tiempo de desinfección en el porcentaje de contaminación y germinación de semillas de caoba híbrida y cedro con el empleo de  $HgCl_2$  a 0.25 %**

Tiempo (minutos)	Contaminación (%)		Germinación (%)		10 días		Germinación (%)		20 días		Germinación (%)		30 días	
	Caoba	Cedro	Caoba	Cedro	Caoba	Cedro	Caoba	Cedro	Caoba	Cedro	Caoba	Cedro	Caoba	Cedro
1	15 a	10 a	0	2 a	10 a	0	10 a	0	30 a	35 bc				
3	5 b	12 a	0	0 b	5 b	10 ab	25 ab	45 b						
5	0 c	10 a	0	0 b	0 c	10 ab	18 b	56 a						
7	0 c	0 b	0	0 b	0 c	15 a	0 c	45 b						
10	0 c	0 b	0	0 b	0 c	6 b	0 c	25 c						
EE	2.45	1.16	0.0	0.02	1.68	3.08	3.97	5.03						

**Tabla II. Efecto de la concentración de hipoclorito de calcio (2.0 y 3.0 %) y el tiempo de desinfección en el porcentaje de contaminación y germinación en semillas de caoba híbrida**

Tiempo (minutos)	Contaminación (%)		Germinación (%)		10 días		Germinación (%)		15 días		Germinación (%)		30 días	
	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0
5	10 a	10 a	15 bc	5 b	40 a	45 a	60 c	65 b						
10	10 a	5 ab	35 a	10 ab	35 a	40 ab	75 ab	85 a						
15	5 ab	0 b	20 b	15 a	35 a	45 a	81 a	80 a						
20	0 b	0 b	20 b	10 ab	35 a	45 a	70 b	77 ab						
25	0 b	0 b	10 c	5 b	25 b	38 b	60 c	55 c						
EE	3.57	2.93	3.10	2.53	3.09	2.61	3.58	4.05						

Los tratamientos con letras diferentes en columnas indican significación (ANOVA, prueba LSD,  $p < 0.05$ ). Cada dato representa la media para  $n=20$

No obstante, es evidente una disminución de la germinación de las semillas con los mayores tiempos de desinfección ensayados en ambas concentraciones, siendo los tiempos medios (10, 15 y 20 minutos) los que mayores resultados alcanzaron.

Los porcentajes de germinación de las semillas de caoba tratadas con hipoclorito de calcio son mayores que los alcanzados con el bicloruro de mercurio. Por lo que se puede plantear que existe un marcado efecto en la germinación de las semillas según el producto que se emplee; los resultados alcanzados han mostrado que existe una mayor afectación cuando se emplea el bicloruro de mercurio para el caso de las semillas de caoba híbrida.

Por su parte, algunos investigadores (5) lograron una alta efectividad en la desinfección de semillas de *Swietenia macrophylla* con agitación en etanol al 70 % y cuando utilizaron 1.0 % de hipoclorito de sodio durante 15 minutos.

Es muy frecuente en los protocolos de micropropagación el empleo de citoquininas solas o combinadas y en muchos casos interactuando con auxinas que permitan una eficaz multiplicación y elongación de los brotes. Dentro de las citoquininas una de las más comúnmente evaluadas en especies forestales es el 6-Bencilaminopurina (6-BAP) (10).

En la Tabla III se observa el efecto del 6-Bencilaminopurina (6-BAP) en la multiplicación y elongación de los brotes obtenidos de semillas de caoba híbrida y cedro.

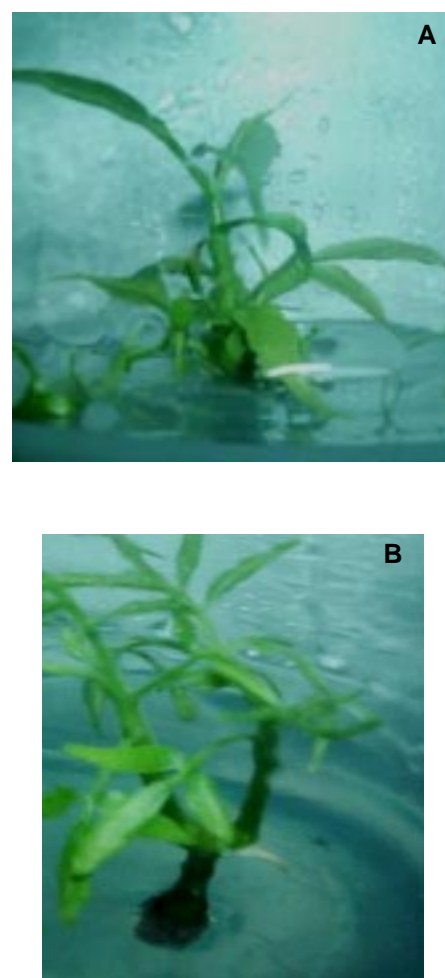
**Tabla III. Efecto del 6-BAP en la multiplicación y elongación de los brotes de caoba híbrida y cedro**

Tratamientos	No. brotes/explante		Longitud de los brotes (cm)		No nudos/brote	
	Caoba	Cedro	Caoba	Cedro	Caoba	Cedro
Control	1.3 d	1.1 b	4.6 a	4.9 a	2.3 b	2.5 ab
0.25 mg.L <sup>-1</sup> BAP	2.1 c	1.5 b	4.3 a	3.7 b	3.1 a	2.9 a
0.50 mg.L <sup>-1</sup> BAP	3.4 b	2.5 a	3.1 b	3.5 b	2.8 a	3.1 a
0.75 mg.L <sup>-1</sup> BAP	6.8 a	2.3 a	0.4 c	2.3 c	1.3 c	2.4 b
1.00 mg.L <sup>-1</sup> BAP	7.2 a	2.4 a	0.3 c	2.1 c	0.6 d	2.0 b
EE X	0.21	0.11	0.14	0.23	0.25	0.16

Los tratamientos con letras diferentes en columnas indican significación (ANOVA, prueba LSD,  $p < 0.05$ ). Cada dato representa la media para  $n=20$

A medida que se aumenta la concentración de 6-BAP, se alcanzan mayores niveles de brotación en ambas especies, aunque se aprecia una disminución de la longitud de los brotes quizás motivado por las altas concentraciones endógenas de este regulador alcanzadas por los brotes. Es en la dosis de 0.50 mg.L<sup>-1</sup> de 6-BAP donde se complementan los valores óptimos de multiplicación, sin tener una incidencia directa en la elongación de los brotes, lo que permite el empleo de la multiplicación por sección nodal de los brotes. Estos valores presentan diferencias estadísticas con las menores y mayores concentraciones de 6-BAP.

En la Figura 1 se pueden observar las características de los brotes de caoba híbrida y cedro en la fase de multiplicación.



**Figura 1. Fase de multiplicación de caoba híbrida (a) y cedro (b) a los 30 días**

En caoba luego de dos meses de cultivo, se alcanzó un coeficiente de multiplicación de 5-7 cuando subcultivaron los ápices en el medio WPM con 10  $\mu$ M de Zeatina (5). Estos propios autores señalan que el 6-BAP a la misma concentración fue también efectivo pero con un comportamiento inferior a la Zeatina. Resultados muy favorables en *Cedrela montana* empleando la combinación de ANA y BAP también fueron encontrados (9); esta combinación favoreció la elongación y el enraizamiento de los brotes.

Los resultados alcanzados en la inducción del sistema radical en caoba y cedro se pueden observar en la Tabla IV.

Los resultados demuestran el efecto inductivo que ejerce el AIB sobre las dos especies estudiadas; aunque en el medio control (sin regulador del crecimiento) también se inducen raíces, los niveles son aún menores cuando se comparan con el tratamiento control. Se observa también que la longitud que alcanzan las raíces es superior cuando se emplean reguladores del crecimiento en el

medio de cultivo, encontrándose diferencias significativas con respecto al control, sobre todo con el empleo de las mayores concentraciones de AIB.

**Tabla IV. Efecto del ácido Indolbutírico (AIB) en el enraizamiento y desarrollo del sistema radical en caoba híbrida y cedro**

Tratamientos	No de raíces/ explantes Caoba	Longitud de la raíz mayor (cm) Caoba	No de raíces/ explante Cedro	Longitud de la raíz mayor (cm) Cedro
Control	1.27 c	2.42 b	1.82 b	3.29 b
0.5 mg.L <sup>-1</sup> AIB	3.64 b	2.97 a	3.98 a	3.87 ab
1. mg.L <sup>-1</sup> AIB	3.81 ab	2.86 ab	4.11 a	3.95 a
1.5 mg.L <sup>-1</sup> AIB	3.90 a	3.06 a	4.18 a	3.93 a
EE X	0.11	0.23	0.27	0.09

Los tratamientos con letras diferentes en columnas indican significación (ANOVA, prueba LSD, p<0.05). Cada dato representa la media para n=20

Ha sido ampliamente estudiado el efecto inductor que ejercen las auxinas, solas y combinadas, sobre el sistema radical en distintas especies de plantas (11). En el caso de la caoba y el cedro, el empleo de AIB induce un nuevo sistema radical y estimula su desarrollo con calidad, lo que permitirá un mejor desarrollo de las plántulas durante su tránsito por la fase de aclimatización.

Un incremento del número de raíces secundarias en brotes de cedro cuando emplearon un medio de cultivo combinando IBA+ANA a bajas concentraciones, a medida que las concentraciones fueron aumentadas, la formación de raíces decreció marcadamente (6). Aún cuando no se emplearon combinaciones de auxinas, los resultados demuestran la factibilidad del empleo del AIB a las concentraciones evaluadas, para alcanzar resultados satisfactorios en el enraizamiento de estas dos especies.

Los resultados de estos experimentos confirman que el empleo de bicloruro de mercurio a 0.25 % afectó la germinación de las semillas de caoba híbrida, sobre todo cuando se emplean tiempos superiores a cinco minutos de contacto, mientras que el hipoclorito de calcio a las concentraciones de 2.0 y 3.0 % puede ser empleado como agente desinfectante en la caoba híbrida, siendo los tiempos de contacto entre 10 y 15 minutos los que mejores resultados alcanzan. Con el empleo de 6-BAP a la concentración de 0.5 mg.L<sup>-1</sup> se logran alcanzar plantas con coeficientes de multiplicación aceptables y con la calidad requerida, mientras que el empleo de ácido indolbutírico (AIB) estimula el número de raíces y su longitud.

## REFERENCIAS

1. Patiño, F. Recursos genéticos de *Swietenia* y *Cedrela* en los neotrópicos. Propuestas para acciones coordinadas. FAO. pp 58, 1997.
2. Newton, AC. /et al./ Variation in attack by the mahogany shoot borer, *Hypsipyla grandella* (Lepidoptera, Piralidae), in relation to host growth and phenology. *Bulletin of Entomological Research*, 1997, vol. 88, p. 319-326.
3. Rodríguez, R. /et al./ Bases fisiológicas del envejecimiento y revigorización vegetal. Libro de Reportes Cortos. En: Coloquio Internacional de Biotecnología Vegetal. (5:1999:La Habana). p. 9-13.
4. Maruyama, E.; Kinoshita, I.; Ishii, K.; Ohba, K. y Saito, A. Germoplasma conservation of tropical forest trees, *Cedrela odorata* L., *Guazuma crinita* Mat. and *Jaracanda mimosaeifolia* Don., by shoot tip encapsulation in calcium-Alginate and storage at 12-25°C. *Plant Cell Reports*, 1997, vol. 16, p. 393-396.
5. Maruyama, E. e Ishii, K. Tissue culture studies on bio-leaf mahogany *Swietenia macrophylla*. En: Proc. Int. Workshop BIO-REFOR, Australia. 1997, p. 116-117.
6. Maruyama, E.; Ishii, K.; Saito, A. y Migita, K. Micropropagation of Cedro (*Cedrela odorata* L.) by shoot tip culture. *J. Jpn. For. Soc.*, 1989, vol. 71, no. 8, p. 329-331.
7. Valverde, L.; Dufour, M. y Villalobos, V. *In vitro* organogenesis in *Albizia guachapele*, *Cedrela odorata* and *Swietenia macrophylla* (Fabaceae, Meliaceae). *Rev. Trop.*, 1998, vol. 46, no. 2, p. 225-228.
8. Murashige, T. y Skoog, F. A revised medium for rapid growth and bioassay with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.*, 1962, vol. 15, p. 473-479.
9. Carrizosa, M. S. y Serrano, C. Propagación de *Cedrela montana* por cultivo *in vitro*. En: Memorias del congreso de la Pontificia Universidad Javeriana (4:1997:Colombia), 1997, t2, p. 255-260.
10. Daquinta, M. A. /et al./ Organogénesis directa de teca (*Tectona grandis* L.). En: Libro de Reportes Cortos. BioVeg. 2001. p. 116.
11. Hartman, H. T.; Kester, D. E.; Davies, F. T. y Geneve, R. I. *Plant Propagation. Principles and Practices*. 6 ed. Saddle River Prentice Hall Upper. 1997, p. 425.

Recibido: 6 de noviembre del 2002

Aceptado: 20 de marzo del 2003