

Chinchilla, Orlando; Corea, Eugenio; Meza, Víctor
Mejora genética y costos iniciales asociados al manejo de plantaciones clonales de
Swietenia macrophylla en la región noreste de Costa Rica
Revista de Ciencias Ambientales, vol. 54, núm. 2, julio-diciembre, 2020, pp. 180-189
Universidad Nacional
Heredia, Costa Rica

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=665070595010>



NOTA TÉCNICA

Mejora genética y costos iniciales asociados al manejo de plantaciones clonales de *Swietenia macrophylla* en la región noreste de Costa Rica

Genetic Improvement and Costs Associated with the Management of Clonal Plantations of *Swietenia macrophylla* in the Northeastern Region of Costa Rica

Orlando Chinchilla¹; Eugenio Corea²; Víctor Meza³

[Recibido: 6 de marzo 2020, Aceptado: 14 de mayo 2020, Corregido: 28 de mayo 2020, Publicado: 1 de julio 2020]

Resumen

[Introducción]: La principal limitante para el cultivo comercial de *Swietenia macrophylla* en América tropical y subtropical ha sido el efecto devastador del ataque del barrenador *Hypsipyla grandella*. Complementariamente, el cultivo de *S. macrophylla*, que utiliza material genéticamente superior, en suelos de buena calidad y con una efectiva base silvicultural para el control del barrenador, sigue siendo un deseo sin cumplir en los países tropicales. **[Objetivo]:** Se presentan las estimaciones de mejora genética y de los costos asociados al cultivo comercial de plantaciones clonales de *S. macrophylla*. **[Metodología]:** Para la estimación de los costos, se utilizó, como insumo base, la información registrada en campo con respecto a la mano de obra y todos los materiales requeridos en la realización de las actividades, desde el establecimiento hasta el manejo a los 4 años, en dos plantaciones clonales. Se calculó el porcentaje de superioridad en volumen total de los 5 mejores clones en relación con el promedio por ensayo. **[Resultados]:** Se estima que, para una densidad inicial de 1 111 árb*ha⁻¹, el costo básico total estimado para el establecimiento y cultivo de clones superiores de *S. macrophylla* hasta los 4 años oscila entre US\$ US \$ 3 599-3 810/ha, dependiendo, principalmente, del clima del sitio y del método de control de malezas utilizado. El costo del control del barrenador es de US \$ 356.64/ha, lo que representa un 9.9 % del costo básico total. En cuanto a la mejora genética, el porcentaje de superioridad en volumen total de los 5 mejores clones en cada sitio, referido al promedio general del ensayo correspondiente varió entre el 46 % y el 93 % evidenciando el efecto positivo que tiene el uso de clones superiores. **[Conclusiones]:** El costo del control del barrenador no debería ser un factor limitante para que el cultivo de la *S. macrophylla* sea rentable. Las variables dasométricas analizadas demuestran que, a la edad de 4 años, la selección de clones cumple con las expectativas de crecimiento, lo que se evidencia con una superioridad de hasta un 93 % en el volumen total, al compararlo con el promedio general de ensayo.

Palabras claves: *Hypsipyla grandella*; silvicultura de plantaciones; *Swietenia macrophylla*.

¹ Investigador y académico, Instituto de Investigación y Servicios Forestales, Universidad Nacional (UNA), Costa Rica; orlando.chinchilla.mora@una.ac.cr; <http://orcid.org/0000-0002-7336-3828>

² Profesor jubilado, Universidad Nacional (UNA), Costa Rica; eugeniocorea@hotmail.com; <http://orcid.org/0000-0002-1536-8030>

³ Investigador y académico. Instituto de Investigación y Servicios Forestales, Universidad Nacional (UNA), Costa Rica; victor.meza.picado@una.ac.cr; <http://orcid.org/0000-0002-8223-4761>



180



Abstract

[Introduction]: The main limitation to cultivate commercial plantations of *Swietenia macrophylla* in Tropical and Subtropical Americas has been the devastating effect of the attack of shoot borer *Hypsipyla grandella*. Complementarily, to grow mahogany using genetically superior material on good quality soils, and with an effective silvicultural system to control the shoot borer remains an unfulfilled desire in tropical countries. **[Objective]:** We estimated genetic improvement and costs associated with commercial mahogany clonal plantations. **[Methodology]:** To estimate costs, we used, as a base input, the information recorded in the field on all materials and labor used in the establishment and management activities up to four years in two clonal plantations. We calculated the percentage of total volume superiority of the five best clones concerning the average per trial. **[Results]:** It is estimated that, for an initial density of 1 111 trees* ha⁻¹, the estimated total basic cost for the establishment and cultivation of the best mahogany clones up to four years ranges between USD 3 599 - 3 810 / ha, depending mainly on the climate of the site and the method of weed control used. The cost of the shoot borer control is USD 356.64 / ha, representing 9.9 % of the total basic cost. In terms of genetic improvement, the percentage of total volume superiority of the five best clones in each site concerning the general average of the corresponding trial varied between 46 and 93%; this showed the positive effect that the use of superior clones has. **[Conclusions]:** The cost of the shoot borer control should not be a limiting factor for the plantation to be profitable. The dasometric variables analyzed to show that, at the age of four years, the selection of clones reaches the growth expectations, which is evidenced by a superiority of up to 93% in the total volume when that is compared with the general average of the trial.

Keywords: *Hypsipyla grandella*; Plantation silviculture; *Swietenia macrophylla*.

1. Introducción

Swietenia macrophylla se considera la especie maderable con el valor de mercado más alto dentro del comercio de madera (Global Wood, 2017; West Penn Hardwoods, 2017). La sobre-explotación de sus poblaciones naturales y la escasez de plantaciones comerciales en América Latina han causado una disminución importante en la oferta de su madera, lo que ha contribuido a aumentar su precio en los mercados nacionales e internacionales. No obstante, la principal limitante para el cultivo comercial de *S. macrophylla* en América tropical y subtropical ha sido el efecto devastador del ataque del barrenador *Hypsipyla grandella*.

Una forma efectiva para controlar el ataque de *H. grandella* es la aplicación de insecticidas en los brotes apicales tiernos de los árboles (Corea y Chinchilla, 2016). Sin embargo, los productores, técnicos y profesionales forestales no han contado con información sobre los costos de la aplicación de este método para la toma decisiones. Más aún, en algunos sectores se ha asumido que este costo es tan alto que hace que las plantaciones de *S. macrophylla* no sean competitivas frente a otras especies maderables de alto valor. En consecuencia, se conoce poco de la *S. macrophylla* en plantaciones, a pesar de su exportación como madera en Centro América desde la época de la colonia. Corea y Chinchilla (2016) consideran que la razón de no tener plantaciones de *S. macrophylla* en Costa Rica apunta a que la especie es de crecimiento moderado, y tiene costos y requerimientos de manejo elevados, por lo que los productores prefieren utilizarla en sistemas agroforestales.





Para que el cultivo de *S. macrophylla* llegue a ser rentable, es necesario contar con un paquete tecnológico que garantice, en condiciones adecuadas de clima y suelo, el desarrollo de árboles con un fuste limpio, recto y con una altura comercial suficiente para obtener una buena producción de madera de alta calidad. Para ello es indispensable el control de *H. grandella*, al menos hasta lograr dicha altura. Así, el costo del control de esta plaga está directamente relacionado con el tiempo necesario para alcanzar la longitud meta del fuste comercial; cuanto más pronto se logre, menor será dicho costo. Por lo tanto, el uso de material genéticamente superior contribuye a lograr lo más rápido posible esa altura meta.

El uso de clones superiores y la aplicación de una silvicultura adecuada no solo contribuyen a incrementar significativamente la tasa de crecimiento y la calidad del fuste, sino también a reducir significativamente el tiempo necesario y los costos para alcanzar la altura comercial meta del fuste. De esta forma, se logra un incremento significativo en la productividad neta de madera comercial y una reducción en los turnos de corta, lo que contribuye a una mayor rentabilidad. El uso del material genético es tan importante, que en países como Chile establecen cerca del 95 % de las plantaciones forestales con material mejorado (FAO, 2014).

Patiño (1997) publica una revisión de programas y proyectos de investigación en el neotropical. Trabaja en temas de control de la *H. grandella*, mejoramiento y conservación de la especie. Dado el interés de estas líneas de investigación, el proyecto de “Conservación, selección y desarrollo de métodos de cultivo de clones superiores de *S. macrophylla* (*Swietenia macrophylla*)” (Chinchilla *et al.*, 2017) cuenta con 308 genotipos procedentes de 10 poblaciones naturales del país; que sirvieron de base para el presente trabajo. Se busca contribuir con el desarrollo de un paquete silvicultural de plantaciones en manejo forestal sostenible de *S. macrophylla*; usando clones prominentes que favorezcan el desarrollo de la especie.

2. Metodología

2.1 Descripción de los sitios

El presente trabajo se llevó a cabo en dos sitios de plantación clonal en Costa Rica (Figura 1): **Plantación I**: Horquetas, Sarapiquí, que le pertenece a la Universidad Nacional, con 2 ensayos de 4 y 5 años de edad, ubicados en las coordenadas 10°18'51.11"N y 85°55'12.57"O; **Plantación II**: Finca Juan Carvajal, Guápiles, 1 ensayo de 6 años de edad ubicado en las coordenadas 10°26'928N y 83° 82'062°.



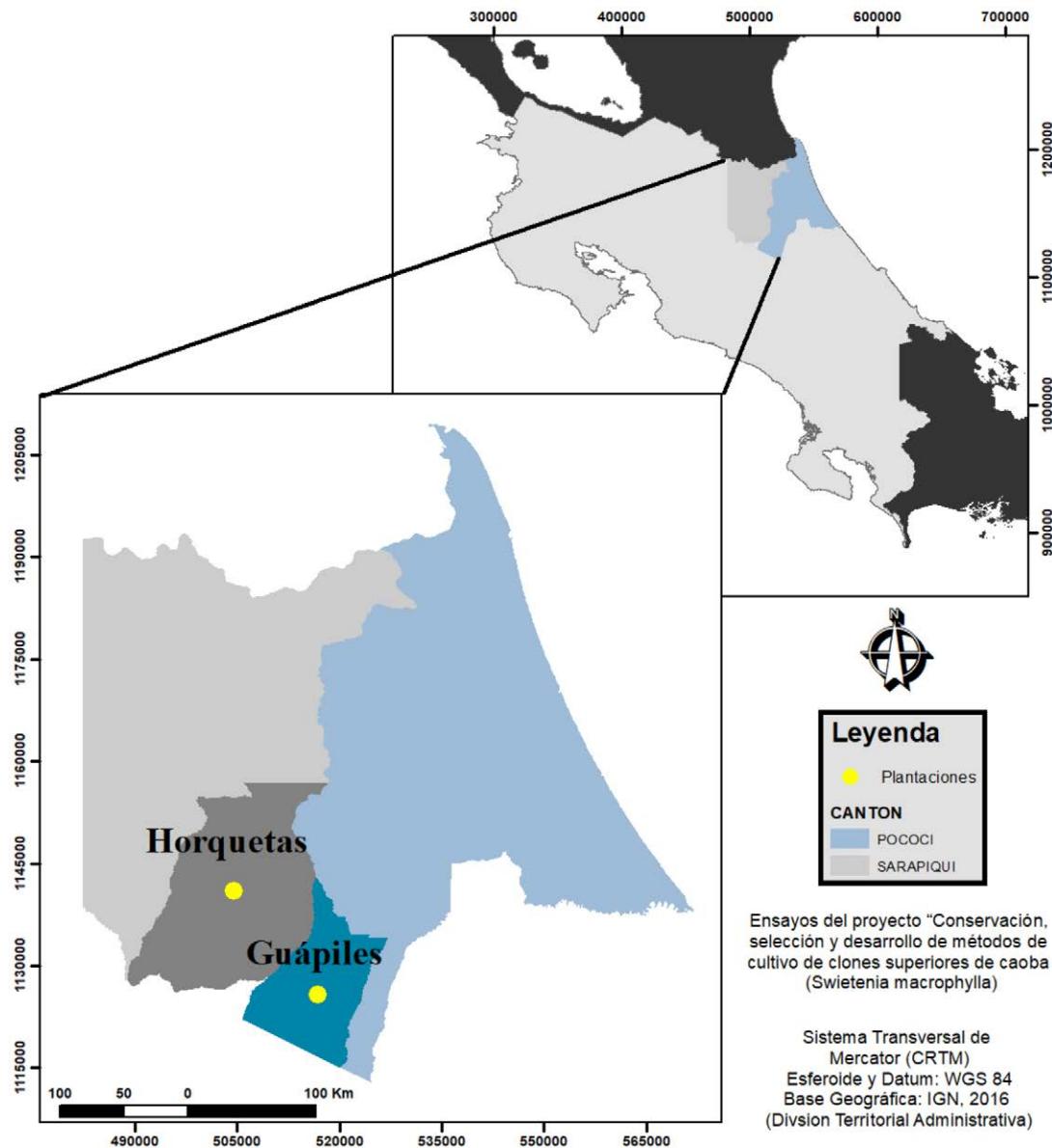


Figura 1. Mapa de ubicación de las plantaciones clonales de *Swietenia macrophylla*. Costa Rica.
Figure 1. Location map of *Swietenia macrophylla* clonal plantations. Costa Rica.





2.2 Disposiciones generales en el montaje de los ensayos

2.2.1 Producción de árboles clonados

La reproducción se realizó en los jardines clonales que se ubican en las instalaciones del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR) en Santa Lucía de Heredia, donde se ha desarrollado una metodología de producción de plántulas por métodos vegetativos; material utilizado en las plantaciones de *S. macrophylla* en estudio. Para el establecimiento se usaron plantas de 30 cm de altura, altura mínima recomendada para lograr mayores tasas de sobrevivencia.

2.2.2 Densidad de plantación, distribución, plantación y fertilización

Las características de los ensayos, las edades de los árboles y las repeticiones para la aplicación de los tratamientos son detalladas y resumidas en el **Cuadro 1**. El sitio de plantación I consta de 2 ensayos que corresponden a 2 edades diferentes; el ensayo de mayor edad es de 5 años, designado como ensayo I-a, plantado el 13 de agosto del 2012 y consta de 26 clones con 8 repeticiones, para un total de 208 árboles establecidos en 0.5 ha. El ensayo I-b consiste en un área plantada en el espacio contiguo al del ensayo I-a, establecido el 12 de agosto de 2013; consta de 16 repeticiones con 25 clones para un total de 400 árboles en 0.4 ha. El sitio de plantación II tiene una extensión de 2 ha, y fue plantado del 1 al 3 de diciembre del 2010 usando 116 clones.

Cuadro 1. Resumen de los sitios, ensayos, edades y árboles

Table 1. Summary of sites, trials, ages and trees

Sitios de las plantaciones	Ensayo	Edad (años)	Fecha de plantación	No. de árboles
Horquetas	Ensayo I	I - a	5	Agosto 2012
		I - b	4	Agosto 2013
Finca Guápiles	Ensayo	II	6	Diciembre 2010
				2 585

2.2.3 Fertilización al trasplante

Una vez preparado el terreno, se procedió a cavar los hoyos de aproximadamente 30 cm de diámetro por 30 cm de profundidad, para lograr un mejor desarrollo de las raíces. Se aplicaron 50 g de fertilizante fórmula completa N-P-K / 10-30-10 en el fondo del hoyo (Corea y Chinchilla, 2016). Los árboles fueron establecidos a un distanciamiento de 3 x 3 m, para asegurar el espacio necesario para el crecimiento inicial adecuado.

2.2.4 Manejo silvicultural

El manejo para la producción de *S. macrophylla*, inicia con la aclimatación del árbol en el sitio. El periodo de aclimatación dura incluso 2 meses. Este periodo está muy relacionado con el vigor de la planta, que puede ser potenciado durante la fase de vivero (Namita y Vaz de Arruda, 2005). Durante los primeros 3 años se realizaron diferentes actividades como: 1) Cercar el





perímetro del área plantada como medida de protección durante los primeros 6 meses o hasta que cumpla el primer año de edad, a fin de que animales como vacas o caballos no los dañen. 2) Fumigar cada 15 días para controlar la *H. grandella*, hormigas del tipo zompopas y otros. 3) Cuando fue necesario, se realizaron podas de ramas axilares para permitir una mayor calidad en el fuste y lograr, con esto, madera libre de nudos.

2.2.5 Control de *Hypsipyla*

Los árboles se fumigaron con insecticida cipermetrina cada 2 semanas hasta que alcanzaron al menos 8 m de altura comercial. Solo se fumigó el brote terminal utilizando una bomba de espalda de 18 L, a la cual se le agregaron extensiones para alcanzar alturas superiores a los 6.5 m. De esta forma se alcanzaron las alturas cercanas a los 8 m. La aplicación de un régimen estricto de fumigaciones fue determinante para lograr, en el menor tiempo posible, un fuste recto completamente libre de ramas y bifurcaciones, lo que potencializa el valor comercial de los árboles.

2.2.6 Estimación del costo inicial básico para el cultivo de *Swietenia macrophylla* en plantaciones puras

Las estimaciones de costos mostrados en este artículo representan, principalmente, aquellos que se consideran indispensables para plantaciones de *S. macrophylla* de pequeños productores, con fincas menores a 5 ha. Estos costos básicos están estimados para un espaciamiento de 3*3 m, para una densidad inicial de 1 111 árb*ha⁻¹ y representan el caso del ensayo I; debido a que para el ensayo II no se llevó el registro de los costos de manejo de la plantación. Los precios de los materiales, así como los costos de mano de obra, corresponden al mercado local y a lo establecido en materia laboral por la legislación del país para el año 2018.

2.2.7 Costos asociados al control de *Hypsipyla grandella*

Para la estimación de los costos, se estimó la aplicación de cipermetrina durante 32 meses efectivos de crecimiento, es decir, meses con lluvia. La cipermetrina se aplicó a una razón de un 1 ml/L y perdió su actividad a las 2 semanas. Una vez alcanzados los 8 m de fuste comercial, se suspendieron las fumigaciones.

3. Resultados

3.1 Selección genética

El porcentaje de superioridad en volumen total de los 5 mejores clones con respecto al promedio por ensayo, en cada sitio, representó una diferencia que osciló entre 46 % y 93 % (**Cuadro 2**). Este efecto puede ser observado en términos de aumentos de la altura total y del diámetro; así, en el ensayo I-a la altura total de los 5 mejores clones (11.4 m) fue un 24 % mayor que el



promedio en altura total de todo el ensayo (9.2 m). En el ensayo I-b la superioridad de los 5 mejores clones para la altura total (10.1 m) fue de un 13 % con respecto al promedio del ensayo (8.9 m). Por su parte, en el ensayo II el porcentaje de superioridad para la altura total de los 5 mejores clones (13.1 m) fue de un 31 % con respecto al promedio observado de altura total de todo el ensayo (10 m). Las diferencias obtenidas entre clones resaltan la necesidad e importancia de realizar futuro ensayos formales de estimación de los valores genotípicos y sus diferencias.

Cuadro 2. Porcentaje de superioridad de la media de los cinco mejores clones en cada ensayo, con respecto a la media general en cada sitio, para variables de crecimiento. Costa Rica

Table 2. Percentage of superiority of the mean of the five best clones in each trial with respect to the general mean at each site, for growth variables. Costa Rica

Ensayo	No. de clones evaluados	Edad de evaluación (años)	Medias por ensayo			Medias de los 5 cinco mejores clones			% de superioridad de los 5 mejores clones con respecto a la media por ensayo		
			Dap (cm)	Altura total (m)	Volumen total (dm ³)	Dap (cm)	Altura total (m)	Volumen total (dm ³)	Dap (%)	Altura total (%)	Volumen total (%)
I-b	25	4	9.4	8.9	33	10.9	10.1	48	17	13	46
I-a	26	5	9.8	9.2	38	11.5	11.4	61	17	24	61
II	116	6	12.7	10	70	16.3	13.1	135	28	31	93

3.2 Costos básicos para el establecimiento y cultivo de clones superiores para un periodo de cuatro años

Para una densidad inicial de 1 111 árb*ha⁻¹, el costo básico total estimado para el cultivo de clones superiores de *S. macrophylla* hasta los 4 años osciló entre US\$ 3 599 y US\$ 3 810/ha (**Cuadro 3**), dependiente del método de control de malezas utilizado. Se observa que el costo de establecimiento de la plantación puede alcanzar un 39.3 % del costo total al año 4.

Cuadro 3. Costos anuales del cultivo de *Swietenia macrophylla* en plantación hasta los 4 años en el ensayo I, chapeas con el uso de motoguadaña vs la aplicación de herbicida (1ha, 1 111 árb*ha⁻¹). Horquetas, Costa Rica

*Table 3. Annual costs of mahogany cultivation in plantation at 4 years-old at Site I, cut weeds using a grass trimmer vs. the application of herbicide (1ha, 1 111 trees * ha-1). Horquetas, Costa Rica*

Rubro	Chapeas con motoguadaña (\$ US /ha)	(%)	Chapeas con herbicida (\$US /ha)	(%)
Establecimiento	1487.7	39.0	1 432.4	39,8
Manejo año 1	946.7	24.9	863.8	24.0
Manejo año 2	599	15.7	608.2	16.9
Manejo año 3	564.9	14.8	543.4	15.1
Manejo año 4	212.1	5.6	151.2	4.2
Total (US \$ /ha)	3 810.4	100	3 599	100





3.3 El costo del control de *Hypsipyla grandella* y su importancia relativa caso del Ensayo I

De acuerdo con los resultados obtenidos (**Cuadro 4**), el costo del control del barrenador no es tan alto como a priori se esperaba. Este rubro tiene un costo total de US \$ 356.64/ha, lo que representa un 12.1 % del costo básico total. El principal componente de este costo es la mano de obra, que representa en promedio el 87.7 % del costo total para el control de *H. grandella*.

Cuadro 4. Costos de control de *Hypsipyla grandella* (1 ha, 1 111 árboles/ha) para el ensayo I. Horquetas, Costa Rica
Table 4. *Hypsipyla* control costs (1 ha, 1 111 trees / ha) for Trial I. Horquetas, Costa Rica

Rubro	Costo (US \$ /ha, 2018)	(%)
Mano de obra	303.53	87.6
Insecticida y adherente	25.86	7.5
Bomba de fumigación	17.24	4.9
Total (US \$ /ha)	356.64	100

4. Discusión

En Costa Rica, las tasas anuales de reforestación comercial y el cultivo de árboles en sistemas agroforestales (SAF), en la última década, no son suficientes para satisfacer la demanda nacional de madera. Esto se evidencia al analizar los datos oficiales del FONAFIFO, los cuales demuestran que, en el periodo 2007-2016, el año con mayor área reforestada con el esquema de pago por servicios ambientales (PSA) fue el 2007, con 5 071 ha; a partir de este año se observa una tendencia constante a disminuir, y se alcanza un mínimo de 2 271 ha en el año 2016. Un patrón similar se observa en el número de árboles plantados en SAF, que pasaron de 738 869 en el 2013 a 345 917 en el 2016, ello muestra una tasa de decrecimiento que ronda el 17 % anual (**FONAFIFO, 2018**). Por lo tanto, el aporte de materia prima de estas fuentes a la industria nacional será paulatinamente menor.

Ante la escasez de fuentes de madera a futuro, el paquete tecnológico con recurso genético clonal que aquí se presenta puede verse como una alternativa más a los paquetes para cultivar maderas ya existentes de *Tectona grandis* y *Gmelina arborea*. No obstante, este paquete debe considerarse como una alternativa para plantaciones pequeñas a bajo costo, lo que permitiría asegurar una rentabilidad sobre el costo de inversión. Queda pendiente aumentar la escala de las plantaciones para evaluar la utilidad financiera a una escala mayor; en este sentido, **Griess y Knoke (2011)**, en Panamá, mencionan que la rentabilidad de plantaciones de *S. macrophylla* alcanza valores similares a la de una plantación de *T. grandis*. Esto sugiere que también las plantaciones de *S. macrophylla*, en escalas mayores, son capaces de generar rentabilidades atractivas al productor.

Los programas de mejoramiento genético de árboles han potencializado la producción de plantaciones forestales en todo el mundo (**FAO, 2014**). Por el momento, los porcentajes de superioridad en volumen total oscilan entre un 46 a un 93 % –que muestran los 5 mejores clones con respecto al promedio por ensayo– refuerzan, claramente, la expectativa de lograr mayores beneficios económicos





con el uso de clones superiores. Es necesario destacar que el costo del control del barrenador no es tan alto: representó un 9.9 % del costo total del mantenimiento de la plantación.

En consecuencia, el aumento en el volumen por el uso de clones superiores y un costo aceptable para el control de *H. grandella* representan dos de los principales argumentos para recomendar el cultivo de la *S. macrophylla* en las fincas costarricenses. Sin embargo, la información que aquí se presenta es para sitios específicos; la aplicabilidad del paquete tecnológico requerirá de mayor investigación, pero podrá ser implementada a nivel regional por pequeños productores interesados en recuperar la silvicultura de plantaciones bajo manejo forestal sostenible de *S. macrophylla*. Por tanto, a nivel nacional se hace necesario reconstruir las líneas base sobre el estado del conocimiento de la silvicultura de las especies nativas, más allá de las especies tradicionales, para lo cual se pueden definir vacíos de información como lo hecho en Brasil (Gonçalves *et al.*, 2019).

5. Conclusiones

Considerando los resultados obtenidos, el costo del control del barrenador no debería ser un factor limitante para que el cultivo de la *S. macrophylla* sea rentable. Por el contrario, es claro que los beneficios obtenidos de su aplicación, en términos de calidad y productividad de la plantación, justifican completamente la inversión.

Las variables dasométricas analizadas, a la edad de 4 años, demuestran mejoras genéticas de hasta un 93 % en el volumen total. Además, sugieren que es posible que los clones seleccionados de *S. macrophylla* alcancen alturas de 9 m con diámetros (dap) entre los 8 y 9 cm al término del segundo año. Ello refuerza que con la selección de clones se cumple con las expectativas de lograr una mayor producción.

Congruente con la recomendación hecha por Patiño en 1997, dos décadas después sigue siendo necesario que los países intercambien material mejorado para complementar las colecciones genéticas de los países y la continuación en la búsqueda de los mejores clones.

6. Ética y conflicto de intereses

Las personas autoras declaran que han cumplido totalmente con todos los requisitos éticos y legales pertinentes, tanto durante el estudio como en la producción del manuscrito; que no hay conflictos de intereses de ningún tipo; y que están totalmente de acuerdo con la versión final editada del artículo.

7. Agradecimientos

Al señor Juan Carvajal, por su apoyo en el establecimiento y seguimiento del ensayo establecido en su finca. A la Revista y las personas revisoras anónimas, por los comentarios a la versión final del escrito.





8. Referencias

- Chinchilla, O., Meza, V. y Corea A. E. (2017). *Cultivo de clones superiores de caoba (Swietenia macrophylla) en sistemas agroforestales*. Sistema de Información Académica UNA. Instituto de Investigación y Servicios Forestales INISEFOR, Costa Rica, UNA.
- Corea, A. E. y Chinchilla, O. (2016). El cultivo de *Swietenia macrophylla*. Universidad Nacional, Instituto de Investigación y Servicios Forestales, Mejoramiento y Cultivo de Caoba 1, 31.
- FAO. (2014). *The State of the World's Forest Genetic Resources. Commission on Genetic Resources for Food and Agriculture*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Fondo Nacional de Financiamiento Forestal [FONAFIFO]. (2018). Distribución de las hectáreas contratadas en el Programa de Pago por Servicios Ambientales, por año y por modalidad. Recuperado <http://www.fonafifo.go.cr/psa/estadisticas/gePSA-HectareasContratadas.pdf>
- Global Wood. (2017). *Caoba*. Estados Unidos. Recuperado http://www.globalwood.org/product/catalog_details.asp?item_no=11565
- Gonçalves, S., Piña-Rodrígues, F., Piotto, D., Batista, A., Menezes, M., Brienza Junior, S., Brito, M., & Calmon, M. (2019). *Research Gaps and Priorities in Silviculture of natives species in Brazil*. Working Paper. WRI Brasil. <https://wribrasil.org.br/pt/publicacoes>
- Griess, V. C. y Knoke, T. (2011). Can native tree species plantations in Panama compete with Teak plantations? An economic estimation. *New Forests*, 41, 13–39. <https://doi.org/10.1007/s11056-010-9207>
- Namita, E.; Vaz de Arruda, R. (2005). Fertilização em viveiros para produção de mudas de Eucalyptus e Pinus. *Nutrição e fertilização florestal*, 168-190. Recuperado <http://engenharia-florestal.ufsc.br/files/2017/08/Apostila-Fertiliza%C3%A7%C3%A3o-em-Viveiros-de-Mudas-de-Eucalyptus-e-Pinus.pdf>
- Patiño, V. (1997). *Genetic Resources of Swietenia and Cedrela in the Neotropics: proposals for coordinated action*. FAO. <http://www.fao.org/3/AD111E/AD111E06.htm#ch6>
- West Penn Hardwoods. (2017). *Bloque rizados de tablón caoba hondureña*. Recurrido <https://www.westpennhardwoods.com/catalog/Curly-Honduran-Mahogany-Heel-Blocks.aspx?guid=f494fa7d-834e-4915-9c89-8398f14d948d>

