

# ESTUDIO SILVICULTURAL DE LA ESPECIE *SAPINDUS SAPONARIA* L. (JABONCILLO) COMO BASE PARA SU APROVECHAMIENTO SILVOINDUSTRIAL

**Palabras clave:** *Sapindus saponaria*, silvicultura, propagación sexual, propagación vegetativa, ensayo de procedencias, fenología.

**Key Words:** *Sapindus saponaria*, silviculture, sexual propagation, vegetative propagation, provenance test, phenology.

José Alejandro Sánchez Buitrago<sup>1</sup>  
Luis Jairo Silva Herrera<sup>2</sup>

## RESUMEN

Se realizó un estudio silvicultural de la especie *Sapindus saponaria* L. que incluyó ensayos de propagación sexual, de propagación vegetativa y de procedencias, así como también seguimiento fenológico y cuantificación de la producción de frutos. El ensayo de propagación sexual se realizó con cinco procedencias, en donde el mayor valor de germinación se obtuvo con la semilla procedente de Santa Cruz (Bolivia). El ensayo de propagación vegetativa presentó un desarrollo negativo puesto que el enraizamiento de estacas fue nulo, por lo cual se debe replantear la metodología para la reproducción asexual por esta vía. Las plántulas obtenidas a partir del ensayo de propagación sexual fueron usadas para establecer una plantación experimental en Otanche (Boyacá) con las mismas cinco procedencias, en donde se evaluó el crecimiento y la mortalidad. La procedencia de mayor crecimiento al cabo de cinco meses fue Santa Cruz (Bolivia), sin embargo, no presentó diferencias significativas frente a las demás procedencias. La procedencia de menor mortalidad fue Viotá (Cundinamarca), mientras que Palmira (Valle) correspondió a la procedencia de mayor mortalidad. Se cuantificó la producción de frutos en árboles adultos y se relacionó con el DAP y con el tamaño de la copa. Se determinaron los períodos de floración, de fructificación y la época de cosecha de la especie en Viotá (Cundinamarca). Se proponen técnicas para

la cosecha de fruto en estado natural y se plantean algunas técnicas de plantación para la especie.

## ABSTRACT

A silvicultural study of *Sapindus saponaria* L. was carried out including sexual and asexual propagation tests, provenance test, phenological surveillance, and quantification of fruits production. The sexual propagation test was carried out using five source localities, being the best those seeds from Santa Cruz (Bolivia). The asexual propagation test had a negative result because the cuttings did not root, making it necessary to try different methods for asexual reproduction. The seedlings obtained from the sexual propagation test were used to establish a plantation in Otanche (Boyacá) in order to evaluate growth and mortality. After five months, the highest growth was found in those seeds from Santa Cruz (Bolivia). However, this result was not significant from a statistical point of view. The best results regarding mortality came from the seeds from Viotá (Cundinamarca), while those from Palmira (Valle) showed the highest levels of mortality. Fruit production was measured and related to the DBH and the canopy wide. Flowering and fruiting periods as well as the harvest season of the fruits in Viotá (Cundinamarca) were established. Some methods for fruit harvesting and planting of the species are proposed.

1 Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, alejoforestal@hotmail.com.

2 Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, lsilvaherrera@gmail.com.

## INTRODUCCIÓN

La especie *Sapindus saponaria* se conoce en Colombia con diferentes nombres comunes, entre los que se encuentran chambimbe, chambimba, michú, pepo, parapara, jaboncillo y chumbimba (Acerro 2004). *Sapindus saponaria* es una especie nativa ampliamente distribuida en Colombia que crece desde el bosque húmedo tropical hasta el bosque seco tropical, incluyendo las transiciones de estas zonas de vida. Además, se presenta en bosques abiertos húmedos o secos, o en orillas, frecuentemente plantado junto a las casas en suelos anaranjado-rojizos, arcillosos (Cárdenas 1982, Mahecha & Echeverri 1983). Su distribución altitudinal varía de 0 a 1800 msnm, donde se adapta a gran variedad de suelos desde calizos hasta volcánicos. Esta es una especie que puede crecer tanto en bosques secos como húmedos. Se desarrolla bien en terrenos secos y oligotróficos, es decir de pocos nutrientes y pobres en materia orgánica. Igualmente, se ha encontrado que el jaboncillo soporta bien la sequía (Mahecha & Echeverri 1983).

De acuerdo con el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia (1995) *Sapindus saponaria* es una especie silvestre promisoría que no ha sido explotada comercialmente. Dentro de los productos del metabolismo secundario del jaboncillo se encuentran las saponinas localizadas en el fruto, con gran potencial de uso industrial. Se han realizado estudios de la especie orientados a la aplicación de las propiedades físico-químicas de su fruto en la agroindustria pesquera (Álvarez & Archila 1988) y estudios bromatológicos para la alimentación animal (Abreu & Carulla 2003).

A partir de otras investigaciones se ha determinado que de la semilla se puede extraer aceite comestible con rendimientos cercanos al 5.6%. Este aceite, por contener un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados, superior al de los aceites del mercado, y por contener omega 3, 6 y 9, es considerado saludable. Así mismo, de la pulpa del fruto se puede extraer goma con rendimientos cercanos al 45%, aunque debido a su alto contenido de taninos esta goma no puede ser usada en la industria alimenticia. Sin embargo, sus propiedades viscosantes

son de gran utilidad para la fabricación de pinturas, fertilizantes y detergentes. Adicionalmente, está demostrado que la pulpa del fruto de *Sapindus saponaria* contiene hederagenina con rendimientos bajos, inferiores al 2%. Sin embargo, su alto valor en la farmacia le confiere una rentabilidad atractiva para su industrialización (Aragón *et al.* 2007).

El cultivo del jaboncillo para la obtención de frutos carece de un paquete tecnológico. Adicionalmente, se desconocen sus requerimientos silviculturales para el establecimiento de plantaciones, lo cual impide la posibilidad de aprovechar a escala industrial las potencialidades que posee. Tampoco se conoce el comportamiento productivo del fruto. Por consiguiente, estos vacíos de información impiden el óptimo aprovechamiento de esta especie promisoría.

Con esta investigación se pretende contribuir a aumentar el conocimiento de la silvicultura de la especie que permita promover su cultivo a gran escala, con un enfoque industrial. El objetivo general es contribuir a desarrollar el protocolo silvicultural de *Sapindus saponaria* como aporte para la evaluación de prefactibilidad de su aprovechamiento silvoindustrial. Específicamente se busca evaluar comparativamente los métodos de reproducción sexual y asexual, evaluar la variación fenotípica mediante el ensayo de procedencias, determinar en forma preliminar la duración de los eventos fenológicos durante la fase reproductiva de la especie, determinar en forma preliminar la producción de frutos en la especie, formular premisas metodológicas para el establecimiento de plantaciones y proponer prácticas para optimizar la cosecha del fruto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se recopiló información sobre la distribución geográfica en el territorio nacional de *Sapindus saponaria*, para lo cual se buscó conocer la zona de vida en donde crece la especie con sus características climáticas, suelos y fisiografía. Adicionalmente, se compararon y complementaron los reportes bibliográficos con el acervo de conocimiento popular de las personas que conocen la especie. De la

misma forma, se buscó conocer el estado del arte en aspectos tales como: reproducción, adaptación, crecimiento, usos, características ecológicas, silviculturales y manejo tradicional.

### **SELECCIÓN DE LAS PROCEDENCIAS**

Los sitios se escogieron distanciados el uno del otro, de modo que pudiesen existir diferencias ambientales propias de cada lugar. Para esto se tuvieron en cuenta los valles secos interandinos del río Cauca y del río Magdalena, separados por la Cordillera Central colombiana. Las procedencias de las semillas recolectadas fueron: Mariquita (Tolima), Viotá (Cundinamarca), Palmira (Valle del Cauca) y Santa María (Huila). A las anteriores se sumó la semilla recolectada del Jardín Botánico de Santa Cruz de la Sierra (Bolivia) para un total de cinco procedencias. Se instaló un ensayo de procedencias en dos fases: la primera para la evaluación del comportamiento en la germinación en el invernadero de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y la segunda para evaluar el crecimiento y la mortalidad en plantación, donde se utilizó el predio de la empresa Zoonatura Ltda., ubicada en la vereda de Buenos Aires, municipio de Otanche (Boyacá).

### **ENSAYO DE REPRODUCCIÓN SEXUAL**

El ensayo de germinación se realizó en el invernadero de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital el 20 de Octubre de 2005, la totalidad de la semilla fue escarificada durante un minuto y posteriormente se sumergió en solución de ácido sulfúrico al 50% por una hora. Se usó turba como sustrato para las eras de germinación. Se implementó un diseño de bloques completos al azar (Tabla 1), en donde el número de individuos por unidad experimental fue de 40, se sembraron 320 semillas por procedencia con 8 repeticiones para un total de 1600 semillas usadas en el ensayo. Se aplicó riego diario. La medición se realizó a partir de la primera semilla germinada hasta la germinación de la última.

**Tabla 1.** Distribución de las unidades en el ensayo de germinación.

Repetición 1					Repetición 2						
5	4	2	1	3	5	1	2	3	4	1	MARIQUITA
4	5	1	2	3	3	5	4	2	1	2	VIOTÁ
Repetición 3					Repetición 1						
1	4	2	3	5	5	3	2	1	4	3	PALMIRA
2	4	3	5	1	1	3	2	5	4	4	SANTA MARÍA
										5	SANTACRUZ

### **ENSAYO DE REPRODUCCIÓN ASEXUAL**

Se realizó un ensayo de reproducción asexual con material recolectado en la finca Las Mercedes de la vereda Guacimal del municipio de Viotá (Cundinamarca). Al final de la temporada seca se recolectaron las estacas y se definieron dos diámetros. El ensayo se instaló en eras de propagación, con sustrato conformado por tres capas de abajo hacia arriba: la primera de gravilla, la segunda arena de peña y la tercera de escoria fina de carbón. Para el ensayo de reproducción asexual se implementó un diseño completamente al azar (Tablas 2 y 3) con dos tratamientos. En el primero se realizó inmersión de la base de las estacas durante tres minutos en disolución de ácido indolbútrico en metanol, en dos concentraciones, 6.000 y 2.000 ppm, para inducir la producción de raíces. En el segundo tratamiento se usaron dos medidas de diámetro de las estacas, menores a 7 mm y mayores a 7 mm. El número de estacas por parcela o unidad experimental fue 5, con 4 repeticiones para un total de 120 estacas en el ensayo. El parámetro definido inicialmente a medir fue el número de estacas enraizadas, posteriormente de acuerdo a los resultados obtenidos se estableció como parámetro a medir el número de estacas con producción de yemas.

**Tabla 2.** Tratamientos en el ensayo de reproducción asexual.

C0	Concentración 0	0 ppm	C0/01	1
C1	Concentración 1	6000 ppm	C0/02	2
C2	Concentración 2	2000 ppm	C1/01	3
D1	Diámetro 1	Pequeño	C1/02	4
D2	Diámetro 2	Grande	C2/01	5
			C2/02	6

**Tabla 3.** Distribución de las unidades experimentales en el ensayo de reproducción asexual.

Repetición 1			Repetición 2			Repetición 3			Repetición 4		
4	2	6	1	5	3	1	3	5	3	4	2
5	3	1	2	4	6	4	2	6	1	6	5

**ENSAYO DE PROCEDENCIAS  
E INSTALACIÓN DE LA PLANTACIÓN**

El ensayo se realizó en el municipio de Otanche (Boyacá). Se utilizaron las plántulas resultantes del ensayo de reproducción sexual. El diseño del ensayo fue de bloques completamente al azar (Tabla 4), usando cinco procedencias o tratamientos, con 16 arbolitos por unidad experimental y 4 repeticiones para un total de 64 arbolitos por procedencia. La distancia entre arbolitos fue de 3.6 x 3.6 m. Las variables a medir fueron crecimiento, mortalidad, e incidencia del ataque de la hormiga arriera en el crecimiento y en la mortalidad. El crecimiento fue evaluado durante cinco meses. Las plántulas se transportaron en una nevera de icopor, su raíz se cubrió con turba e hidrogel y el trasplante se hizo a raíz desnuda. Para la preparación del terreno cuya área era 4.200 m<sup>2</sup> se realizó la socla con guadaña y machete, la cobertura vegetal existente en el terreno era rastrojo bajo con presencia de pasto *Brachiaria decumbens*, el cual posteriormente generó fuerte competencia a la plantación. El ahoyado fue de 20 x 20 x 30 cm. Se realizaron tres plateos, dos desyerbes, una aplicación de herbicida Roundup. Se realizó una fertilización con triple 15 y Agri-mins en proporción 1:1, se adicionaron 50 g por árbol en el quinto mes. Fue necesario un control

continuo de la hormiga arriera con Atta-kill (polvo) en los hormigueros y Lorsban en polvo.

**ESTUDIO FENOLÓGICO Y  
PRODUCCIÓN DE FRUTOS**

Se hizo un seguimiento fotográfico en el municipio de Mariquita (Tolima), en donde se capturó la imagen en dos ramas, cada una de dos árboles diferentes, distanciados 20 m. Los individuos estudiados fueron adultos de porte alto (6 metros de altura aproximadamente), se encontraban ubicados al borde de la carretera en la vía variante de Mariquita (Tolima), usados como cerca viva y se encontraban aislados y presentaban exposición total a la radiación sin alguna competencia por luz.

En las fotografías se registró la evolución del desarrollo en la floración y en la fructificación. Se registró la fecha de toma en cada fotografía. Finalmente, a partir de este registro se construyó el cronograma de eventos fenológicos.

**CUANTIFICACIÓN PRELIMINAR  
DE LA PRODUCCIÓN**

Se tomó el peso de la producción de frutos en cinco árboles, tres en el municipio de Viotá (Cundinamarca) y dos en Mariquita (Tolima). Se midió el DAP y el diámetro mayor de la copa, con el propósito de establecer una posible relación entre la cantidad de fruto producido y estas dos variables. En el proceso de cosecha de fruto se analizaron los diferentes procedimientos, las necesidades y las dificultades. Igualmente, se estimaron los rendimientos y se evaluaron posibles soluciones para optimizar esta actividad. Mediante los resultados, la información

**Tabla 4.** Distribución de las parcelas en los bloques del ensayo de procedencias.

Procedencias		Bloques	Zona alta				
1	Mariquita	I	4	2	3	5	1
2	Viotá	II	2	5	4	1	3
3	Palmira	III	5	4	3	1	2
4	Santa María	IV	2	4	5	3	1
5	Santacruz						
			Zona baja				

obtenida y la evaluación de las actividades de los ensayos de reproducción y de procedencias, se determinaron algunas técnicas dirigidas al establecimiento de una plantación en las fases de producción de plántulas, al establecimiento del cultivo y al mantenimiento en los primeros cinco meses. Así mismo, se sugirieron algunas prácticas para el manejo enfocadas a la producción de frutos.

## RESULTADOS

### GERMINACIÓN

En la Figura 1 se puede observar el porcentaje de germinación para cada procedencia, y el promedio de germinación del ensayo.

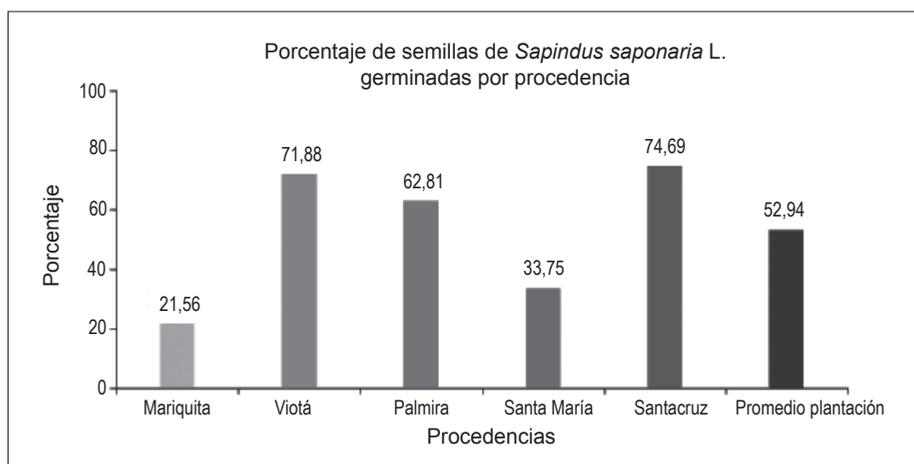


Figura 1. Porcentaje de semillas germinadas por cada procedencia.

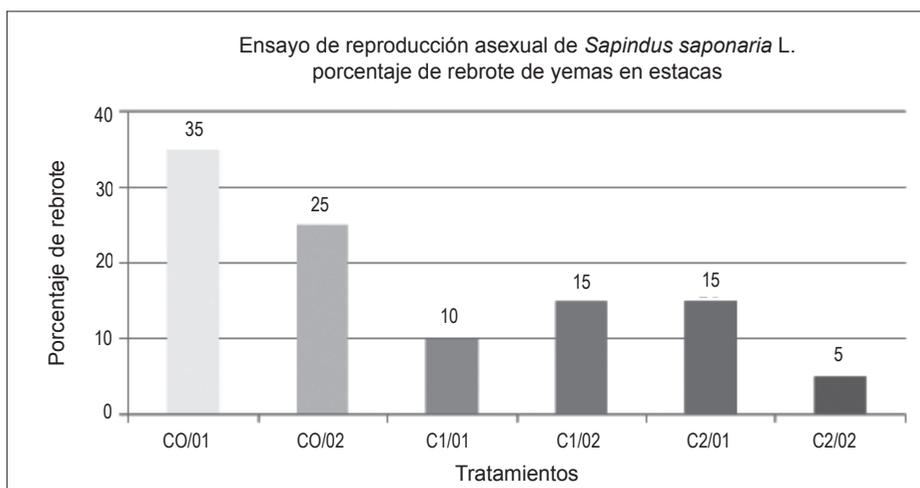


Figura 2. Resultados del ensayo de reproducción asexual

### REPRODUCCIÓN ASEXUAL

La Figura 2 muestra el porcentaje de estacas con rebrote de yemas vegetativas para cada tratamiento, en donde se destaca el tratamiento sin ácido indolbutírico y las estacas de diámetro menor a 7 mm, las cuales presentaron 35% de rebrote de yemas vegetativas.

### EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO EN EL ENSAYO DE PROCEDENCIAS

Las figuras 3 a 8 representan la altura promedio de los arbolitos por procedencia desde el primero hasta el quinto mes de establecida la plantación. Los resultados de la Figura 5 corresponden al promedio de las alturas por procedencia, una vez reemplazados los arbolitos muertos al segundo mes.

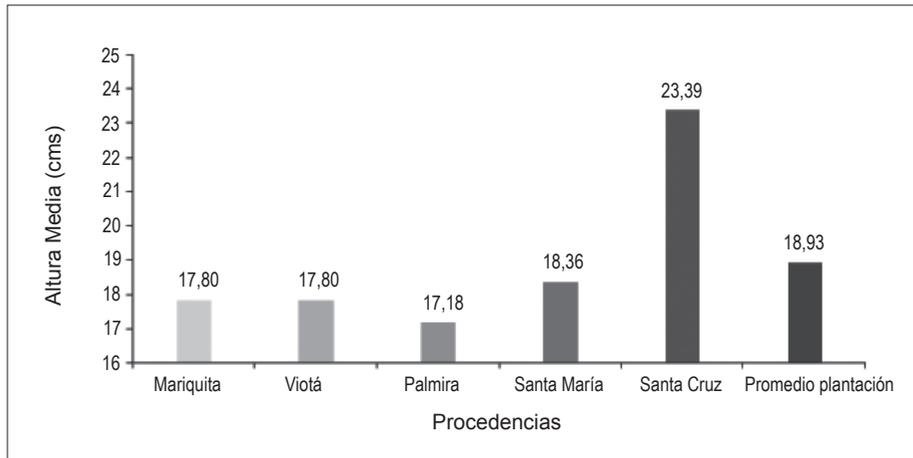


Figura 3. Promedio de altura en el primer mes.

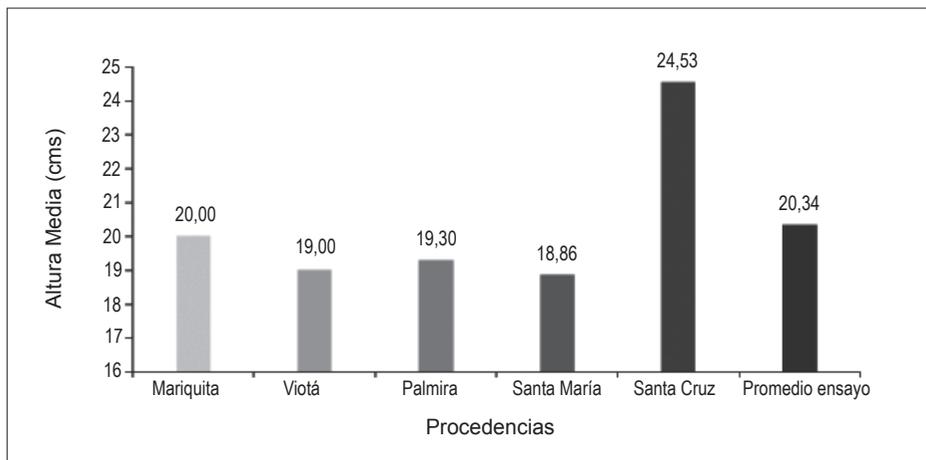


Figura 4. Promedio de altura en el segundo mes.

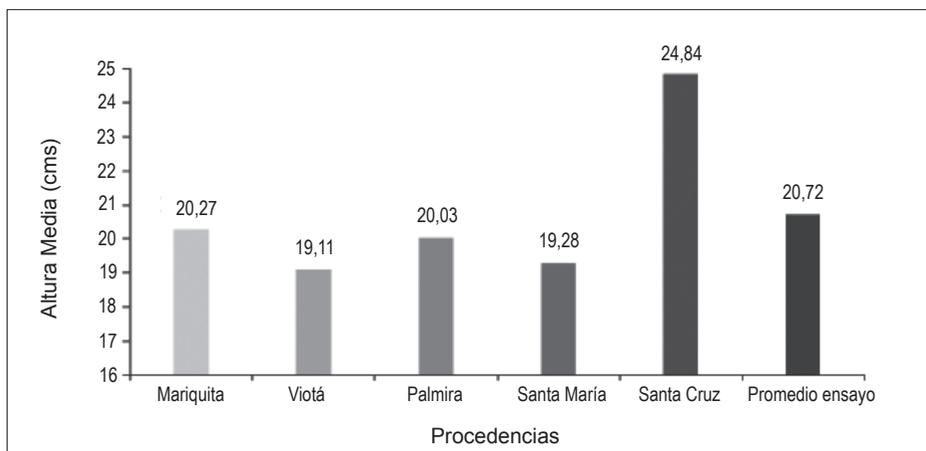


Figura 5. Promedio de altura en el segundo mes (reemplazo).

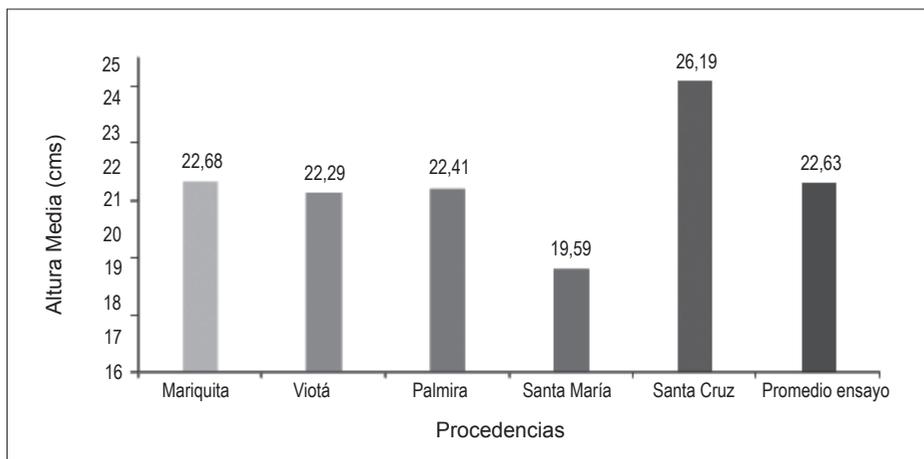


Figura 6. Promedio de altura en el tercer mes.

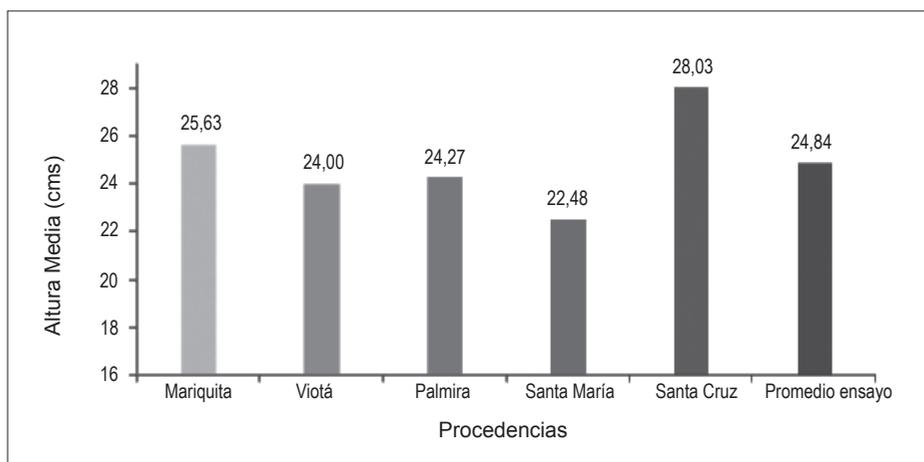


Figura 7. Promedio de altura en el cuarto mes.

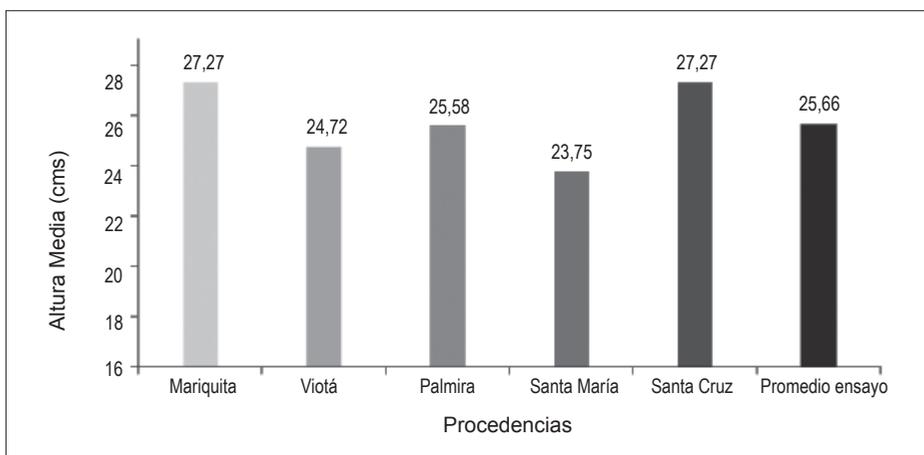


Figura 8. Promedio de altura en el quinto mes.

### **EVENTOS FENOLÓGICOS**

Las fotografías (Figuras 9-16) muestran los eventos fenológicos de floración y fructificación en sus diferentes etapas. Se destaca la baja producción de frutos con respecto a la cantidad de flores producidas.

### **CRONOGRAMA DE EVENTOS FENOLÓGICOS**

La Figura 17 permite determinar el tiempo para cada evento fenológico por número de días de la siguiente manera: en floración 18 días, en fructificación 62 días, cosecha 7 días y época crítica 5 días.



**Figura 9.** Inflorescencia en enero 6 de 2006.



**Figura 10.** Inflorescencia en enero 28 de 2006.



**Figura 11.** Formación de frutos en febrero 8 de 2006.



**Figura 12.** Crecimiento de frutos en febrero 13 de 2006.



**Figura 13.** Crecimiento de frutos en febrero 18 de 2006.



**Figura 14.** Crecimiento de frutos en febrero 27 de 2006.



**Figura 15.** Frutos maduros fisiológicamente en estado óptimo para cosechar en marzo 20 de 2006.



**Figura 16.** Frutos en marzo 27 de 2006.

## DISCUSIÓN

### REPRODUCCIÓN SEXUAL

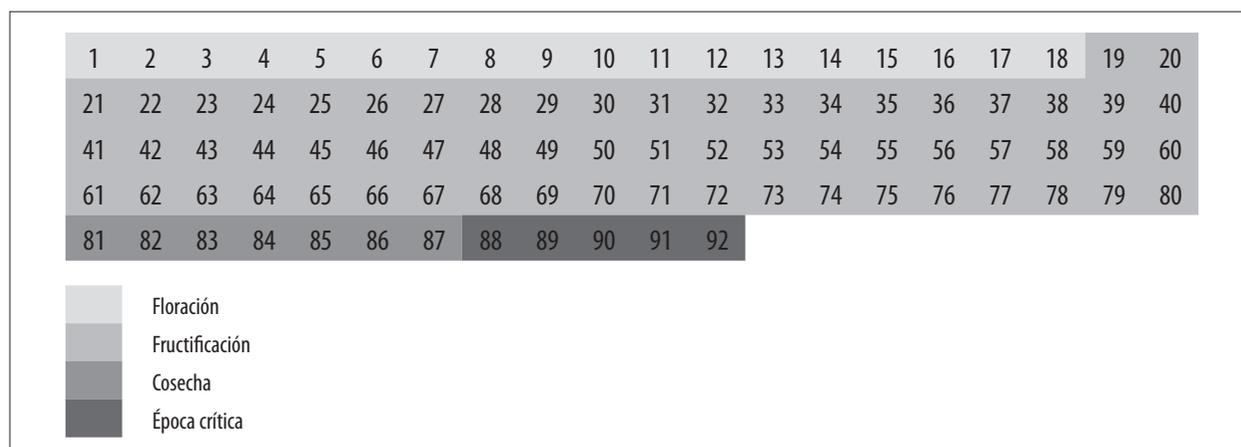
El porcentaje de germinación promedio (52.94%) obtenido en el ensayo difiere ostensiblemente con los resultados del 70% arrojados en el laboratorio de Semicol (2004). De igual manera, se aprecia una diferencia notable con los reportes de germinación del 85% a 90% expuestos en el informe OFI/CATIE (2003). Esta marcada diferencia entre el resultado obtenido en la investigación y los porcentajes anteriormente registrados indica que al momento de planificar las actividades de siembra en vivero y de realizar el cálculo de semillas a plantar para obtener un número de plantas deseado se debe incluir un número mayor de semillas.

Las procedencias Mariquita (21.56%) y Santa María (33.75%) presentaron un porcentaje de

germinación atípico con relación a las demás, ya que se encuentran por debajo del promedio de germinación, lo cual hace que el porcentaje promedio del ensayo se reduzca notablemente. Así mismo, se pudo observar que tres de las procedencias, Santa Cruz (74.69%), Viotá (71.88%) y Palmira (62.81%), se encontraron por encima del promedio de germinación de todo el ensayo.

### REPRODUCCIÓN ASEXUAL

En los resultados se obtuvo un porcentaje de enraizamiento igual a cero, por tanto no fue posible reconocer la incidencia de los tratamientos en el ensayo. Sin embargo, paralelo a la observación del enraizamiento se cuantificaron el número de yemas que rebrotaron por estaca, por unidad experimental y por tratamiento, donde se infiere una posible incidencia de los tratamientos en el porcentaje de



**Figura 17.** Número de días para cada etapa fenológica.

estacas rebrotadas. De modo que el tratamiento 1 (cero concentración de ácido indolbutírico y el diámetro < 7 mm) fue el más efectivo, con un rebrote del 35% de las estacas sembradas, frente al tratamiento 6 (concentración de 6000 ppm y diámetro > 7 mm) con un 5% de rebrote, siendo éste el menos efectivo en el rebrote de las estacas. Una vez más con los resultados obtenidos se reafirma que la propagación vegetativa presenta dificultades y bajo porcentaje de prendimiento, tal como lo afirma Cruz (2004) en su estudio. Del mismo modo, mediante el ensayo se confirmó que la especie tiene buen rebrote, tal como lo reporta OFI/CATIE (2003).

Es preciso afirmar que en los resultados bajo las condiciones establecidas en el ensayo de reproducción asexual la especie demostró imposibilidad de desarrollo. En contraste con lo anterior, puede decirse que con un óptimo manejo de la semilla y tratamientos pregerminativos ajustados se logra obtener un alto número de plántulas para el cultivo de la especie a gran escala.

### **CRECIMIENTO PROMEDIO DE LAS PROCEDENCIAS**

El crecimiento promedio de la plantación, terminados cinco meses de seguimiento, es considerablemente bajo, 25.66 cm, valor similar al reportado para una plantación en Guatemala donde el crecimiento total en seis meses fue de 20 cm (OFI/CATIE 2003). Las gráficas correspondientes al crecimiento promedio de cada mes presentan un resultado reiterativo, el cual permite ver que de las cinco procedencias, la de Santa Cruz (Bolivia) se destaca por tener durante los cinco meses el crecimiento promedio más alto (27.27 cm), inclusive por encima del promedio de la plantación (25.66 cm). Debe tenerse en cuenta que sólo en el último mes la procedencia de Santa Cruz fue alcanzada en su crecimiento por la procedencia de Mariquita. Sin embargo, es importante aclarar que en este mes la procedencia de mayor crecimiento promedio obtuvo un decrecimiento en el 45.31% de sus arbolitos; algunas causas de este decrecimiento son atribuidas a la mortalidad de individuos y otras al ataque de la hormiga arriera.

### **DURACIÓN DE LOS EVENTOS FENOLÓGICOS**

En el cronograma se resaltan cuatro eventos de la fase reproductiva del árbol que se denominaron: floración, fructificación, cosecha y época crítica. En la Figura 11 (febrero 8 de 2006) se observa floración y fructificación simultánea, esta es una fase de transición entre la una y la otra, por lo cual se estableció un “estado general” denominado floración-fructificación y otro denominado fructificación-floración, en donde se nombra primero el evento que predomina. En la Figura 12 (febrero 13 de 2006) se pudo determinar con claridad el evento fenológico por la presencia absoluta de frutos cuando culminaba definitivamente la floración. A partir de la fecha de esta figura, empieza el período de fructificación, observándose en la figura siguiente el desarrollo fisiológico de los frutos, que en número fue considerablemente menor al número inicial de flores. Se estableció la época de cosecha (Figura 15, marzo 20 de 2006) a partir del día en que el fruto, estando aún verde, alcanza su mayor tamaño, es decir, cuando está maduro fisiológicamente. Transcurridos siete días, empieza la “época crítica”, en la cual el fruto es susceptible de ser atacado por plagas o enfermedades y no debe permanecer en el árbol, al contrario, debe cosecharse para evitar pérdidas en calidad.

### **CONCLUSIONES**

Los ensayos de reproducción sexual por semillas y asexual por estacas presentaron niveles de efectividad completamente opuestos. Mientras que el rango de germinación de las semillas entre las procedencias estudiadas va de 21.56% a 74.69%, con un promedio de 52.94%, el porcentaje de estacas enraizadas fue 0%. Estos resultados indican que es viable la producción masiva de plántulas por semilla, mientras que se deben realizar investigaciones que revelen las variables óptimas que permitan la reproducción asexual de la especie.

Durante los cinco meses de seguimiento a la plantación, la procedencia de Santa Cruz (Bolivia) presentó los más altos niveles de crecimiento promedio. Sin embargo, esta diferencia con respecto

a las demás procedencias no es significativa estadísticamente. Transcurridos cinco meses de seguimiento a la plantación resultó indiferente la escogencia de la semilla de una procedencia en particular, ya que estadísticamente la procedencia explica un porcentaje pequeño de la variabilidad. La duración de los eventos en la etapa reproductiva de la especie, al estar determinada por factores climáticos variables, hace que la producción de frutos sea fluctuante y compleja de caracterizar.

Hasta tanto no se realicen estudios multitemporales con individuos de diferente edad y bajo distintas condiciones ambientales, no se podrá determinar con precisión la producción de frutos en la especie. Las especificaciones técnicas del cultivo de la especie requieren para la etapa de producción en vivero especial cuidado respecto a la recolección y manejo de la semilla y los tratamientos pregerminativos. En la etapa de plantación se requiere contrarrestar el lento crecimiento de la especie por lo que se sugiere plantar al inicio de la época de mayores precipitaciones, realizar la fertilización de manera precisa de acuerdo a análisis de suelo, usar estrictamente plántulas vigorosas y proveer riego durante los primeros meses en época seca.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, A. & J. Carulla.** 2003. Efecto del fruto, del pericarpio y del extracto semipurificado de saponinas de *Sapindus saponaria* L. sobre la fermentación rumial y la metanogénesis *in vitro* en un sistema RUSITEC. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 16 (2): 147-154.
- Acero, L. E.** 2004. Árboles, gentes y costumbres. Primera edición. Plaza y Janés . Bogotá. Pg. 387.
- Álvarez, C. & P. Archiva.** 1988. Caracterización física y química del fruto *Sapindus saponaria* L. y su potencial de industrialización como fuente de saponinas. Universidad de San Carlos de Guatemala. Pg. 94.
- Aragón, C., B. Morales & A. Jiménez.** 2007. Investigación y desarrollo de un proyecto empresarial encaminado a obtener y comercializar productos derivados de la especie *Sapindus saponaria* L. (Jaboncillo o Michú), componente químico. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá. Págs. 59-89.
- Cárdenas, D.** 1982. Algunas consideraciones taxonómicas para la identificación de especies forestales. División de estudios ecológicos y agroforestales. Corporación de defensa de la meseta de Bucaramanga. Bucaramanga. Pg. 36.
- Cruz, D.** 2004. Protocolos para el manejo sostenible de especies productivas de semillas utilizadas en artesanías aprovechadas bajo condiciones *in situ* en el Valle del Sibundoy, Alto Putumayo. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá. Pg. 129.
- Mahecha, G. & R. Echeverri.** 1983. Árboles del Valle del Cauca. Realización Progreso, Corporación Financiera. Bogotá. Pg. 208.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.** 1995. Colombia: Informe nacional para la conferencia técnica internacional de la FAO sobre los recursos filogenéticos. Bogotá. Pg. 87.
- OFI/CATIE.** 2003. Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Oxford Forestry Institute Department of Plant Sciences & Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. Pg. 1077.
- Semicol.** 2004. Catálogo. Bogotá. Pg. 30.

