



Manual de cultivo de balsa

(Ochroma pyramidale (Cav. ex Lamb)Urban)

TEC | Tecnológico
de Costa Rica



ITTO

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL
DE LAS MADERAS TROPICALES

Luis Garro | Olman Murillo | Mario Guevara | Yorleny Badilla
María Rodríguez | Verónica Villalobos | Roger Moya

Marzo 2025

ISBN Obra independiente: 978-9930-617-79-3

634.973775

M294m

Manual del cultivo de balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb) / Luis Garro-Chacón, Olman Murillo-Gamboa, Mario Guevara-Bonilla, Róger Moya-Roque, Yorlery Badilla-Valverde, María Rodríguez-Solís, Verónica Villalobos-Barquero. -- 1 edición. -- Cartago, Costa Rica : Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal, 2025.

54 páginas : ilustraciones, fotografías, gráficos.

Referencias bibliográficas.

ISBN: 978-9930-617-79-3

1. Árboles 2. Balsa -- Cultivo 3. Manejo forestal 4. Malvaceae
5. Especies arbóreas 6. Plantaciones forestales de balsa
I. Garro-Chacón, Luis, autor II. Murillo-Gamboa, Olman, autor
III. Guevara-Bonilla, Mario, autor IV. Moya-Roque, Róger, autor
V. Badilla-Valverde, Yorlery, autora VI. Rodríguez-Solís, María, autora
VII. Villalobos-Barquero, Verónica, autora VIII. Título.

Elaboración Técnica

Luis Garro Chacón

Olman Murillo Gamboa

Mario Guevara Bonilla

Roger Moya Roque

Yorlery Badilla Valverde

María Rodríguez Solís

Verónica Villalobos Barquero

Comité Editorial, Escuela de Ingeniería Forestal

Luis Acosta

Ruperto Quesada

Dorian Carvajal

Manual de cultivo de balsa

(Ochroma pyramidale (Cav. ex Lamb)Urban)

Contenidos

Introducción.....	1
Establecimiento del cultivo de balsa	2
Evaluación inicial del sitio a plantar	2
Factores limitantes para el desarrollo de plantaciones de balsa.....	2
Estado de la fertilidad del suelo.....	3
Espaciamiento inicial para producción con un raleo o sin raleo.....	4
Preparación del terreno para el establecimiento de la plantación.....	5
Eliminación de vegetación y establecimiento de drenajes	6
Preparación del suelo	7
Corrección de la acidez del suelo.....	9
¿En qué consiste el encalado?.....	9
Beneficios del encalado	10
Tipo de materiales encalantes.....	11
Métodos de aplicación de la cal	11
Cálculo de dosis de encalado	14
Ejemplo de aplicación.....	14
Paso 4. Aplicación de la fórmula.....	15
Forma correcta de plantar los árboles.....	16
Evaluación de la calidad del establecimiento	18
Fertilización de la plantación.....	21
Mantenimiento y manejo de la plantación.....	24
Control de malezas o arvenses	24
Estrategias de control de malezas.....	24
Niveles de control.....	25
Acciones de conservación de suelos.....	26

La poda	28
Manejo de plagas y enfermedades	31
<i>Euchroma gigantea</i> (COL, Buprestidae)	31
Daño	31
Manejo	32
<i>Defoliador de la balsa</i> (Coleóptero).....	32
Daños.....	32
Manejo	33
<i>Lasiodiploda theobromae</i> (<i>Botryosphaeriaceae</i>).....	33
Síntomas	33
Manejo	34
<i>Fusarium</i> sp.	35
Síntoma	35
Manejo	36
Raleo y cosecha de plantaciones de turno corto	36
Costo de producción.....	38
Crecimiento esperado del cultivo de balsa	42
Producción esperada de una plantación	44
Uso y comercialización de la madera.....	45
Agradecimiento.....	47
Literatura	48

Introducción

La balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lamb) Urban) también conocida como *Ochroma lagopus*, de la familia *Malvaceae*, es una de las especies forestales cultivada cuya madera es de las más ligeras del mundo. Su distribución natural es sumamente amplia, desde el sur de México y las Antillas, hasta la cuenca del Amazonas (Ortiz 2018). Su carácter de especie pionera le confiere una gran adaptabilidad a suelos pobres, ácidos, con problemas de compactación que se observa en una alta sobrevivencia en plantación.

Su tasa de crecimiento es una de las más elevada entre las especies maderables que se cultivan siempre y cuando se plante a una densidad entre 625 y 800 árboles/ha (Levy-Tacher, S.L., Morón-Ríos 2024; Zambrano 2022), por lo que su cosecha final puede ocurrir en alrededor de 4 a 5 años. Con este ciclo corto de producción se reporta que se puede obtener un volumen comercial de aproximadamente 100 a 125 m³/ha. Su bajo costo de plantación y fácil manejo ofrece una oportunidad para invertir en su cultivo, siempre y cuando se asegure la venta de su madera en los mercados.

Su mayor atractivo es sin duda la baja densidad de su madera, su buena trabajabilidad y color blanco, que la ha posicionado en los mercados de productos como maquetas, aerodelismo, aislante térmico y de sonido, así como de relleno en las aspas de generadores eólicos de electricidad, entre otros (Vergara 2022).

En Costa Rica se conoce la existencia de poblaciones naturales tanto en la vertiente Pacífico, como en el caribe y zona norte, desde el nivel del mar hasta aproximadamente los 1000 msnm. Dado el creciente interés por su cultivo en el país, se realizó a partir del 2022, una colecta amplia de semilla, con el propósito de iniciar un programa de mejoramiento genético. Así también, se iniciaron investigaciones sobre su crecimiento, productividad, distancia de siembra, manejo silvicultural y mejoramiento genético, que se incluyen en este manual técnico que puede servir de guía para el productor de balsa.

Establecimiento del cultivo de balsa

Evaluación inicial del sitio a plantar

¿Para qué sirve?

Esta primera etapa en el proceso de producción sirve para conocer cuáles son los requerimientos del cultivo y cuáles son las condiciones agroecológicas con que se cuenta en términos de clima y suelo. Con base en esta información se identifican los factores limitantes y se pueden tomar decisiones. Un buen diagnóstico implica no sólo hacer un recorrido por el sitio a plantar sino también buscar información adicional ya sea en documentos escritos o dada por las personas del lugar.

¿Qué se debe hacer?

1. Identificar cuáles son los requerimientos del cultivo en cuanto a condiciones climáticas y de suelo.
2. Recorrer el sitio para la observación del lugar y toma de muestras según sea necesario.
3. Determinar la fertilidad del sitio en donde se establecerá la plantación.
4. Identificar cuáles son los factores limitantes del sitio para determinar la capacidad de uso del suelo.

Factores limitantes para el desarrollo de plantaciones de balsa

A pesar de ser una especie pionera, tolerante a suelos compactados, ácidos y de baja fertilidad se debe evitar plantar principalmente en sitios con problemas de drenaje o encharcamiento, así como sitios de alta salinidad natural o de poca profundidad efectiva.

La profundidad efectiva disponible de suelo es un parámetro de suma importancia. Un sitio de baja profundidad efectiva (Crítico < 0,6 m, Aceptable < 0,9 m, Alto > 0,9 m; Vázquez & Ugalde 1995) tendrá limitaciones importantes para el buen crecimiento y productividad de los árboles.

Estado de la fertilidad del suelo

El muestreo de suelos y su análisis químico es el primer paso para diagnosticar la fertilidad natural del sitio y revisar la presencia de otros factores limitantes, como la profundidad efectiva. Un buen muestreo de suelos permitirá tener información certera sobre el sitio a plantar, y permitirá conocer si existen limitantes y sus posibles formas de mejora. la existencia de limitantes y posibles acciones correctivas de mejora. Dada su importancia se debe seguir las siguientes consideraciones para la toma correcta de una muestra de suelo:

- Se debe recorrer el sitio a plantar y dividirlo en áreas o sectores con características similares para formar unidades lo más homogéneas posibles. Se establecen sectores o lotes diferentes cuando hay variación evidente en la topografía (sitio plano y sitio en pendiente), sitios con problemas de drenaje, edades diferentes o cuando hay límites naturales como una quebrada o río.
- En cada lote, se debe tomar entre 16 y 20 submuestras de suelo a dos profundidades (0 a 20 cm y 20 a 40 cm) para luego combinar todas las submuestras de una misma profundidad en una muestra compuesta que se llevará al laboratorio de suelos. Una sola muestra compuesta puede representar entre 1 y 20 hectáreas (ha) de extensión, siempre y cuando estas sean homogéneas.

Para la toma específica de las submuestras de suelo y su composición en la muestra final debe realizar los siguientes pasos:

1. Limpiar la zona donde va a tomar cada submuestra de suelo, eliminando la vegetación existente (Figura 1.1 y 1.2).
2. Con el palín o barreno tomar una muestra de 0 a 20 cm de profundidad y otra muestra separada de 20 a 40 cm. Colocar cada una de las submuestras de forma separada en el balde o bolsa respectiva (Figura 1.3)
3. Recorrer todo el sitio para tomar de 16 a 20 submuestras por lote.
4. En cada lote, una vez que se han tomado todas las submuestras se procede a mezclar bien el contenido de cada balde o bolsa. Esa mezcla se divide en cuatro partes, que es lo que se conoce como "cuarteo"; una de las cuatro partes será la muestra compuesta que es la que se envía al laboratorio para análisis. Esta debe ser de entre 0,5 y 1 Kg (Figura 1.4).

5. Cada muestra compuesta se debe colocar en una bolsa plástica y se debe rotular indicando la fecha de muestreo, la profundidad, el sitio de donde procede y el cultivo que hay presente (Figura 1.5 y 1.6).



1. Limpieza de la zona que va a extraer la muestra.



2. Extraer la muestra con el barrero o pala.



3. Colocar las submuestras en una bolsa o balde.



4. Cuarteo de las submuestras.



5. Empaque y rotulación de las muestras



6. Empaque y rotulación de las muestras

Figura 1. Pasos para una correcta toma de muestras de suelo en plantaciones forestales de balsa. **Fuente:** Elaboración propia

Espaciamiento inicial para producción con un raleo o sin raleo

En Costa Rica se cuenta aún con poca experiencia con respecto al espaciamiento óptimo que permita obtener el mejor crecimiento y productividad en el cultivo de la balsa. Se ha observado que la balsa reprime drásticamente su crecimiento diamétrico bajo condiciones de competencia alta. Por tanto, el cultivo de la balsa se puede realizar en dos modalidades: **1) sin raleo y cosecha al año 3,5 a 4**. Para esto se deberá plantar a un espaciamiento máximo de 4 x 4 m (625 árboles/ha). Esta modalidad busca obtener la madera y el ingreso económico en

un ciclo más corto. Con buen material genético que garantice el buen crecimiento y calidad de fuste, esta opción podría ser la más indicada; 2) **con un raleo a los 18 a 24 meses y cosecha a los 4,5 a 5 años**. En este caso se puede plantar a 4 x 3,5 m o 4 x 4 m. Con el raleo se logra obtener un primer ingreso económico temprano y, estimular a la masa remanente para que continúe a buen ritmo de crecimiento. El efecto del raleo incrementará el volumen comercial total en menos árboles, de mejor calidad y mayor valor. Esta opción con el raleo es razonable cuando no se cuente con una buena fuente semillera que asegure la calidad y productividad de los árboles.

Establecer un distanciamiento de siembra superior a 4 x 4 m produciría que los árboles sean gruesos en el DAP (diámetro a 1,3 m desde el suelo), pero debido a la trifurcación que genera la especie se obtendrá una altura comercial muy baja, menor a 2 trozas inclusive (4 m), afectando el volumen comercial y el rendimiento de la plantación. La balsa requiere tener competencia para crecer en altura y de esta forma retrasar la salida de la trifurcación, haciendo necesario ralear, con la ventaja que la capacidad de respuesta para seguir creciendo es muy buena.

Como técnica para reducir la erosión en plantación, se debe considerar si se utiliza una distribución rectangular o en tresbolillo (pata de gallo) de los árboles. La balsa es una especie pionera que rápidamente cubre con su copa todo el terreno. Esto podría provocar erosión fuerte en terrenos con pendiente, dado que su cobertura de copa ejerce una sombra que reduce rápidamente el crecimiento de la maleza (Murillo *et al.* 2025).

Preparación del terreno para el establecimiento de la plantación

Una adecuada preparación de sitio es necesaria para garantizar un buen crecimiento inicial de los árboles (Figura 2). Con un adecuado planeamiento de esta actividad, se puede lograr que la plantación se mantenga limpia de malezas durante más de dos meses. Entre las labores más importantes se encuentran la eliminación total de vegetación del sitio, la construcción de drenajes (obligatorio), preparación mecanizada del suelo cuando sea posible, y algunas veces, la aplicación de enmiendas para neutralizar los problemas de acidez.



Figura 2. Terreno preparado para plantar la balsa, zona norte de Costa Rica.

Fuente: Mario Guevara, Tecnológico de Costa Rica.

Eliminación de vegetación y establecimiento de drenajes

Cuando el sitio donde se va a establecer la plantación posea arbustos, pasto o maleza de algún otro tipo que limite plantar los árboles, es necesario una intervención planificada que logre su eliminación lo más completa posible, al menor costo y que el terreno logre permanecer sin competencia al menos por dos meses. La balsa es un árbol pionero que demanda abundante luz, por tanto, requiere la eliminación de todo tipo de sombra para no afectar su crecimiento inicial. La limpieza de un sitio se puede realizar de forma manual (moto guadaña y cuchillo), mecánica (tractor con desmalezadora) o química (herbicidas), así como mediante la combinación de las anteriores.

La selección del método de limpieza dependerá del área, pendiente del terreno, disponibilidad de mano de obra y/o maquinaria y del presupuesto disponible. Por lo general se inicia con algún método manual, sin embargo, este método no logra un buen control del sistema radical de la maleza, sino solamente de su parte aérea visible. El uso de herbicidas tiende a ser más efectivo y se utiliza como táctica complementaria al control manual.

Como complemento a la limpieza del terreno, en sitios de alta precipitación, topografía plana y con niveles freáticos altos es necesario incluir la construcción de drenajes para facilitar la salida del agua e impedir que se encharque.



Figura 3. Drenaje primario para mejorar la salida del agua en plantaciones en zonas bajas muy húmedas, zona norte de Costa Rica.

Fuente: Mario Guevara, Tecnológico de Costa Rica.

Preparación del suelo

Una de las técnicas que se utilizan cuando se quieren mejorar las limitaciones físicas de un suelo es mediante la preparación mecanizada o labranza. Con esto se busca mejorar la estructura del suelo, reducir la densidad aparente o compactación, mejorar la aeración, el movimiento superficial e interno del agua, e inclusive mejorar la disponibilidad de

nutrientes. A pesar de sus grandes beneficios no todos los suelos pueden ser mecanizados; por ejemplo, sitios con pendiente mayor a 25-30% o sitios con alta pedregosidad.

Los implementos o aperos utilizados para la labranza en plantaciones forestales varían desde el uso de subsoladores que profundicen desde los 30 a los 90 cm, hasta una labranza que utilice rastra de discos o arado de cincel. Adicionalmente algunas empresas han incursionado en la construcción de camellones o lomillos. Esta técnica busca crear un ambiente adecuado para el desarrollo radicular del árbol al mejorar la aireación del suelo, aumentar el volumen de suelo disponible, aumentar la disponibilidad de nutrientes y reducir el riesgo de encharcamiento.



Figura 4. Uso de la hoyadora como opción para sitios donde no se pueda preparar el terreno. Fuente: Olman Murillo, Tecnológico de Costa Rica.

Una mala ejecución de la preparación del suelo podría generar efectos adversos como aumento en los procesos de erosión o alteración de las propiedades físicas y hasta una degradación del perfil del suelo.

Como buena práctica, se debe preparar el terreno en dirección transversal a la pendiente para reducir la velocidad del agua y su efecto erosivo. El principio es promover técnicas que favorezcan la conservación del suelo.

En terrenos con pendientes fuertes o superiores al 20%, es recomendable la construcción de cajones o gavetas rectangulares, en forma perpendicular a la pendiente, con el propósito de logre reducir la velocidad del paso del agua. Más adelante en este manual se discute y amplía el tema.

El uso de la hoyadora o perforadora manual individual, ha permitido un grado de preparación importante del suelo alrededor del árbol, de gran valor en aquellos sitios donde no es posible realizar una preparación mecanizada del terreno. Con estos equipos se logra crear un cilindro de suelo suelto alrededor del arbolito, que puede alcanzar 30 a 40 cm de profundidad y 15 a 20 cm de diámetro.

Corrección de la acidez del suelo

La acidez del suelo es uno de los problemas más comunes en suelos tropicales y en zonas de alta precipitación. La acidez excesiva comúnmente se registra en los análisis de suelo como una saturación alta de aluminio (> 20%) o un pH con valores < 5,5. Esto produce un fenómeno químico que impide que la planta pueda adsorber los nutrientes del suelo, aun cuando estén presentes, con lo cual afecta directamente el crecimiento y hasta la calidad de los árboles. Esto se traduce en un menor volumen comercial y en una menor ganancia para el productor. La balsa se adapta mejor cuando el nivel de pH del suelo es ligeramente ácido (desde 5,5 hasta 6,5), según la información que brinde el análisis de suelos, se puede llegar a estos niveles de acidez mediante el encalado cuando sea necesario (Almagro y Jiménez, 2013).

¿En qué consiste el encalado?

El encalado es el método más común, efectivo y de menor costo para corregir suelos ácidos (pH < 5,5). Consiste en la aplicación o incorporación de enmiendas calcáreas, como por ejemplo el carbonato de calcio (Figura 5). Su utilización proporciona mejoras a corto y largo plazo, ya que logra neutralizar la acidez con lo que permite a los árboles mejorar la adsorción de nutrientes.



Figura 5. Ejemplo de encalado en la banda de siembra en plantación, región Caribe de Costa Rica. Fuente: Rony Brenes, Grupo Acón.

El uso del encalado para la corrección de la acidez del suelo debe considerar varios factores como: pH del suelo, grado de acidez (saturación de acidez), tipo de cal y su tamaño de partícula (granulometría, entre más fina mayor rapidez de acción), solubilidad, método de aplicación, época de aplicación y dosis a aplicar. Por lo general, se observa una mejor reacción cuando se fragmenta en dos aplicaciones en el primer año.

Beneficios del encalado

1. Neutraliza la acidez del suelo y aumenta el valor del pH a niveles adecuados para el cultivo de árboles, evitando así problemas de toxicidad y deficiencias nutricionales.
2. Mejora la disponibilidad de nutrientes como fósforo, potasio y molibdeno en el suelo para que puedan ser utilizados por los árboles.
3. Aumenta la capacidad del suelo de retener elementos nutritivos para la plantación.
4. Mejora la actividad y desarrollo de la macro y microfauna responsables de descomponer la materia orgánica del suelo.

Tipo de materiales encalantes

Entre los tipos de cal más comunes y de mayor facilidad de adquisición en el mercado se encuentran:

1. Carbonato de calcio: es el producto más común y generalmente el de menor costo. Mayormente insoluble en agua, pero su solubilidad se incrementa en condiciones ácidas (contiene un máximo de 40% de Calcio).
2. Cal Dolomita (con magnesio): incluye magnesio además del calcio, se importa y tiene un costo mayor en el mercado. Mayormente insoluble en agua, pero su solubilidad se incrementa en condiciones ácidas (contiene entre 2 a 13% de Magnesio).
3. Óxido de calcio: se conoce como cal viva, reacciona con agua formando cal hidratada.
4. Sulfato de calcio: se conoce como yeso. Penetra mejor en el horizonte del suelo y logra un efecto de mayor plazo.
5. Cal líquida: penetra mejor en el horizonte del suelo y reacciona mucho más rápido que otros productos. Es un producto de mayor costo y por su presentación es de más fácil transporte que otros tipos de cal más tradicionales.

Métodos de aplicación de la cal

La cal se puede aplicar de varias formas como se muestra en la figura 6 y dependerá de si se aplica con el establecimiento de la plantación, o cuando la plantación ya está en una edad avanzada y su sistema radicular se encuentra muy extendido. La forma efectiva de aplicación de cal durante el establecimiento es con su incorporación en los primeros 15-20 cm de suelo. Con esto se busca asegurar una buena penetración y contacto inmediato del producto en la capa arable del suelo. Es deseable aplicarla un mes antes de plantar los árboles, con el propósito de lograr que la reacción de neutralización de la acidez ya haya ocurrido al momento de aplicar la primera fertilización. Algunas organizaciones realizan el encalado de manera mecanizada al mismo tiempo en que se prepara el terreno, con lo que se logra una mayor penetración del producto en el horizonte del suelo.

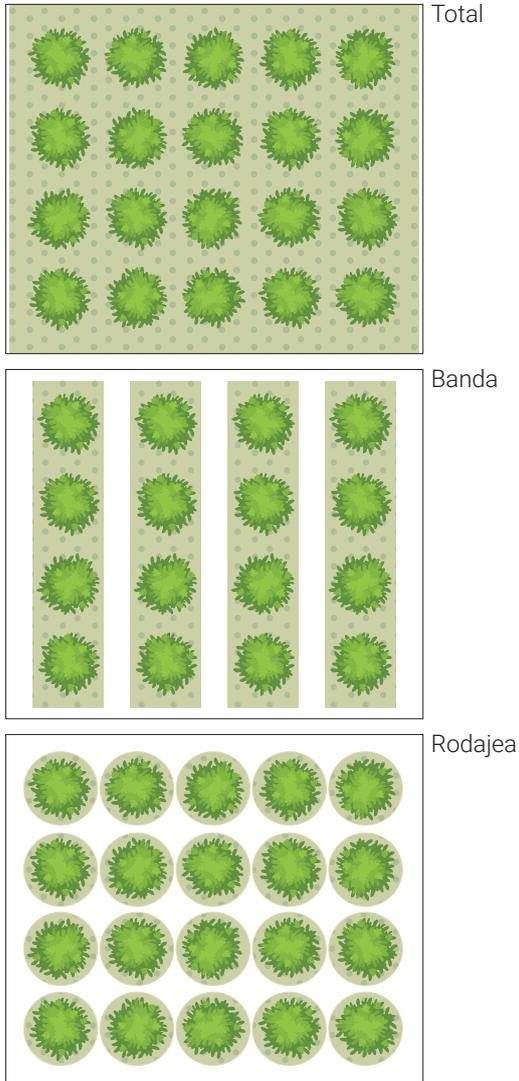


Figura 6. Métodos de aplicación de cal en plantaciones forestales.

Fuente: Elaboración propia.

Algunos productores aplican la cal al fondo del hoyo y a su alrededor al momento en que plantan el árbol (Figura 7).



Figura 7. Encalado al momento de plantación.
Fuente: Olman Murillo, Tecnológico de Costa Rica.

Cuando la cal se aplica con árboles ya en desarrollo, es conveniente realizar un buen control de malezas previo para facilitar su aplicación y lograr un mejor aprovechamiento del producto en el crecimiento de los árboles. En especies de ciclo tan corto como la balsa, las investigaciones en marcha es probable que determinen la conveniencia de su aplicación cada 1 a 1,5 años en dosis crecientes, con el objetivo de aumentar la rentabilidad del cultivo. Cuando la copa de los árboles haya alcanzado el cierre total, de manera similar se espera que su sistema radicular ya se haya extendido por toda la superficie de la plantación. En estos casos, la aplicación de la cal deberá entonces realizarse con ayuda de alguna motobomba que facilite su dispersión por toda la superficie. Este tema deberá esperar los resultados de mayor investigación.

Cálculo de dosis de encalado

El criterio más utilizado actualmente para calcular la dosis requerida para neutralizar la acidez del suelo se basa en la variable porcentaje de saturación de acidez, que fue adaptada del cultivo de café. Este parámetro se obtiene de un buen análisis químico completo del suelo.

$$\frac{\text{Ton}}{\text{ha}} \text{ de material encalante} = \frac{1,5 (\%SA-RAS) \times CICE}{PRNT}$$

Donde:

%SA = Porcentaje de saturación de acidez (del análisis de suelos). Si no se tiene la información se puede estimar de la siguiente manera:

$$\%SA = (\text{acidez}/CICE) \times 100$$

CICE= suma de las bases más la acidez (Ca+Mg+K) + Acidez intercambiable (Al+H)

RAS = Porcentaje de saturación de acidez deseado o tolerado por el cultivo

PRNT = Poder relativo de neutralización total del material encalante

Ejemplo de aplicación

Se seleccionó un sitio en el cantón de Guácimo, caribe de Costa Rica para el establecimiento de una plantación de balsa. El análisis de suelo correspondiente se muestra a continuación:

Cuadro 1. Resultados del análisis químico completo del suelo en Guápiles, región Huetar Caribe.

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS													
Solución Extractora:		pH	cmol(+)/L					%	mg/L				
KCl-Olsen Modificado		H2O	ACIDEZ	Ca	Mg	K	CICE	SA	P	Zn	Cu	Fe	Mn
ID USUARIO	ID LAB	5,5	0,5	4	1	0,2	5		10	3	1	10	5
Guapiles - 0-20 cms.	S-17-08563	5,1	0,45	1,8	0,31	0,08	2,64	17	4	0,6	4	80	5

Con base en el análisis se realizan los siguientes pasos:

Paso 1. Identificación del grado de acidez. Como se ve en el análisis de suelos el sitio presenta un pH ácido (5,1) y el porcentaje de saturación de acidez (SA%) es también alto (17% > 10%), la acidez es menor al valor recomendado (0,45) por lo que se necesita realizar una corrección de la acidez.

Paso 2. Definición del material encalante a utilizar: Para este caso en particular el valor de Ca es menor al mínimo recomendado, mientras que el valor del Cu es superior al valor recomendado. Por tal motivo se recomienda aplicar carbonato de calcio. El producto por aplicar tiene un PRNT de 84,8%.

Paso 3. Definición del (RAS o Porcentaje de Saturación de Acidez). De acuerdo con Alvarado y Raigosa (2012) un porcentaje de saturación de acidez del 10% es adecuado para el establecimiento de plantaciones de Balsa.

Paso 4. Aplicación de la fórmula

$$\frac{\text{Ton}}{\text{ha}} \text{ de material encalante} = \frac{1,5 (17-10) \times 2,64}{84,8}$$

$$\frac{\text{Ton}}{\text{ha}} \text{ de material encalante} = 0,33$$

Como resultado, se requiere aplicar 0,33 toneladas de cal para disminuir el porcentaje de saturación de acidez de un 17% a un 10%. Si se aplica, por ejemplo 100 g al fondo del hoyo y alrededor en la rodaja, se requiere en total 715 árboles/ha x 100 g = 71,5 Kg de producto. Por lo general, la cal se compra en presentaciones de 45 Kg, entonces se requerirá comprar 2 sacos de cal para distribuir en una hectárea plantada.

Si la cal se aplica en la banda de siembra con un metro de ancho. Se asume que en una hectárea imaginaria plantada a 4 x 3,5 m de distanciamiento habrá 100 m / 4 m = 25 callejones de 100 m de largo. Entonces 25 bandas x 1 m de ancho x 100 m de fondo es una superficie de 2500 m², que equivale a un 25% de una hectárea. Por tanto, si la recomendación es aplicar 0,33 Ton/ha (en 10 000 m² de superficie), se necesitará un 25%

de ese valor, que corresponde a $0,33/4 = 0,082$ Ton o 82,5 Kg de cal. Dado que la cal se oferta en sacos de 45 kg, entonces se necesitará comprar 2 sacos de cal por ha.

La cal debe aplicarse al menos un mes antes de la fertilización para que la planta pueda luego adsorber los elementos químicos. Por lo general se aplica durante la preparación y limpieza del terreno. La aplicación de este tipo de enmienda se debe realizar con el suelo húmedo, pero evitando fuertes aguaceros que causen escorrentía superficial y laven el producto.

Si se utiliza una cal con granulometría muy fina, esto cambiará el PRNT y con esto podría disminuirse ligeramente la cantidad requerida. Así también la periodicidad de aplicación puede variar también dependiendo del tipo de cal. Por lo general, entre más fina sea la cal ocurrirá una velocidad de reacción mayor y una mejor penetración del producto en el perfil del suelo. Se ha observado que una mejor práctica es fraccionar la aplicación de la cal en dos eventos, un mes antes de plantar los árboles y 4 o 6 meses después de plantados. Con esto, se logrará una mejor neutralización de la acidez y la planta podrá adsorber mejor los nutrimentos.

Forma correcta de plantar los árboles

- a. Realice un hoyo de aproximadamente 30 cm de profundidad o dos veces la altura del arbolito. Con una pala ancha, elimine la vegetación existente en una superficie de 1 m de diámetro (rodaje) alrededor del árbol.

El uso de la hoyadora mecánica se ha venido popularizando por su mayor rendimiento para el operador. Este equipo logra un rendimiento de aproximadamente 1000 a 1200 hoyos por día por operador (4 a 4 veces más que con un barreno o palín). Más importante aún, permite romper suelos compactados y crear un mejor hoyado donde crecerá la masa radical de la planta en forma libre sus primeros meses de vida.

- b. Luego de haber realizado el hoyo, se puede agregar fertilizante u otro tipo de abonos orgánicos con el fin de promover el crecimiento inicial de los árboles. Cuando se decida realizar esta práctica debe aplicar

máximo 100 g por planta de fertilizante. Tanto el abono orgánico como el fertilizante se deben mezclar con tierra para evitar que toque las raíces de la planta.

- c. Elimine la bolsa plástica y recójala. Las nuevas tecnologías utilizan el sistema Jiffy o paper pot, ambos biodegradables, por lo que no requieren de su remoción y eliminación. Estas tecnologías favorecen el desarrollo libre de raíces. Sin embargo, se ha observado que, al momento de plantar el árbol, se logra acelerar el crecimiento inicial de la raíz cuando se rasga ligeramente dos lados de esta cobertura. Finalmente posicione en forma recta el árbol en el centro del hueco.
- d. Llene con tierra el hoyo, presione alrededor del árbol hasta dejarlo firme y evitar dejar espacios internos vacíos. El árbol debe quedar levantado sobre el nivel del terreno, de modo que el agua no se encharque alrededor y escurra de forma libre.
- e. Recuerde que un árbol bien plantado (Figura 8) es aquel que:
 - Se encuentra en una posición recta, sin inclinación.
 - Tiene tres pares de hojas, sin quebradura de tallo ni de la yema principal.
 - Con una altura de la parte aérea entre 15 y 25 cm.
 - Tiene una rodajea limpia de 1 m de diámetro alrededor.
 - Se observa ligeramente sobre el nivel de la línea del terreno, de modo que se asegure que el agua escurra alrededor y no se encharque.
 - Sano y sin hojas con deficiencia nutricional visible (clorosis, otras).
 - Con abundante presencia de raíces alrededor del pote.



Figura 8. Planta de balsa recién plantada con características apropiadas.
Fuente: Verónica Villalobos, Tecnológico de Costa Rica..

Evaluación de la calidad del establecimiento

Para determinar si una plantación fue establecida correctamente, se pueden evaluar criterios relacionados con la siembra de los árboles y con la calidad de la planta (Cuadro 2). Mediante un procedimiento de muestreo se puede verificar en campo la calidad de cada árbol plantado. De manera ideal, este procedimiento se debe realizar en las primeras tres semanas después de establecida la plantación.

El muestreo se puede realizar con parcelas temporales en forma de "L" como se muestra en la figura 9. El método consiste en establecer una a dos parcelas por hectárea a partir de algún método aleatorio, donde

se ubica el árbol inicial que será el vértice de la parcela. Este árbol será evaluado y los siguientes 7 continuos en la columna y otros 7 árboles en la fila, lo cual da como resultado 15 posibles árboles en la parcela. Para localizar la primera parcela el técnico se debe preferiblemente ubicar en una esquina o en la orilla de la plantación. Se elige un número aleatorio del 0 al 9, por ejemplo # 7, se debe entonces localizar al árbol 7. Desde ese árbol se avanza entonces sobre la fila hasta encontrar el árbol 7, el cuál será el vértice o punto inicial de la parcela de muestreo. Las siguientes parcelas se ubicarán cada 20 árboles. Observe que el conteo de las plantas se realizará a pesar de que haya alguna faltante.

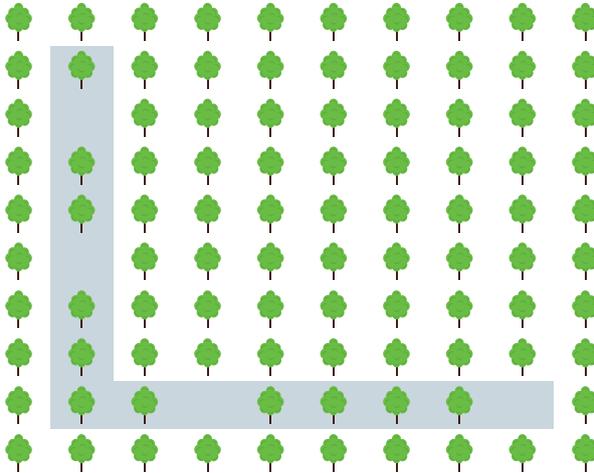


Figura 9. Parcela de muestreo en "L" con 8 árboles en la columna y 7 en la fila. Fuente: Rojas (2014).

A cada árbol incluido en la muestra se le evalúan todos los criterios tal y como se indica en el Cuadro 2. Los primeros cinco criterios de izquierda a derecha verifican la calidad de la planta que llegó a campo que se califican con un "1" en cada variable cuando es una planta idónea. De seguido se evalúan las cinco variables y se obtiene una sola calificación denominada Calidad de la planta, que se califica en una escala de 1 a 3. Donde un valor de "1" corresponde con una planta de la más alta calidad o idónea y un valor de "3" para una planta no aceptable para plantar. Por ejemplo, una planta recién establecida no debe haber llegado bifurcada

de vivero (se califica con "2"). Una planta con deficiencia nutricional recibirá una calificación de "2", pero no se debe considerar como una situación grave o discriminante, ya que es una situación corregible. Una planta excesivamente alta (> 30-35 cm) puede dañarse durante el transporte y en las labores de plantación. Una planta excesivamente pequeña (> 15 cm) tiene un riesgo alto de mortalidad a pesar de haber sido lignificada de manera adecuada.

A la derecha siguen cinco criterios de evaluación para verificar la calidad de establecimiento de la plantación, que, de igual manera, se integran al final en una variable denominada Calidad de siembra, que se califica en una escala de 1 a 3. Un valor de "3" corresponde con una planta que fue establecida en campo de manera inaceptable. Una inclinación severa es un criterio descalificante, así como una planta en riesgo de inundación, una planta floja, que en estos casos deben ser calificados con una calidad de siembra "3".

Cuadro 2. Criterios de evaluación de la calidad de establecimiento de plantaciones forestales.

Plan	h total (cm)	No. hojas	Bifurcación (1 ó 2)	Deficiencia nutricional (1 ó 2)	Sanidad (1 o 3)	Calidad de la planta (1 a 3)	Daño mecánico (1 ó 2)	Inclinación severa (1 ó 2)	Daño en el ápice (1 ó 2)	Riesgo de inundación (1 ó 2)	Planta floja (1 ó 2)	Calidad de siembra (1 a 3)
1												
2												
3												
4												

Con los resultados puede realizarse un análisis simple para determinar la calidad de plantas o la calidad del establecimiento. Para esto se revisa el resultado de la evaluación de la calidad de plantas que llegaron del vivero al campo (primera mitad del formulario), así también el detalle de cómo fueron calificadas en su calidad de plantación en cada categoría de 1 a 3 respectivamente. Si por ejemplo se registraron 10 plantas de calidad 1, 4 plantas de calidad 2 y 1 planta de calidad 3 (por descartar), la calidad de las plantas sería: $n_1 = 10$; $n_2 = 4$; $n_3 = 1$

$$\frac{n1 * 1 + n2 * 2 + n3 * 3}{n1 + n2 + n3}$$

$$\text{Calidad de la Planta} = \frac{10 * 1 + 4 * 2 + 1 * 3}{15} = 1,4$$

Si transformamos este valor de 1,4 en una escala de 1 a 100 para facilidad de análisis e interpretación = $(1+(1-1,4)/2)*100 = 80$ que es una calificación buena.

El mismo análisis se debe realizar sobre la calidad del establecimiento de las plantas. Donde por ejemplo se podría haber registrado que 9 plantas fueron correctamente establecidas en campo, otras 5 aceptablemente plantadas y solamente 1 planta fue mal establecida $n1 = 9; n2 = 5; n3 = 1$

$$\text{Calidad de siembra} = \frac{9 * 1 + 5 * 2 + 1 * 3}{15} = 1,47$$

Este valor se transforma a una escala de 1 a 100 = $(1+(1-1,47)/2)*100 = 76,5$ que es una calificación buena.

Otro criterio de interpretación es que una buena plantación no debería registrar más de un 5% de plantas de calidad 3, o de Calidad de siembra 3, tampoco una calificación global menor a un 70%.

Fertilización de la plantación

Con base en un análisis de suelo se define la necesidad de fertilizar el cultivo. En un suelo de baja fertilidad no podremos producir madera en forma comercial, a menos que se le ayude con fertilizantes y encalado, tal como se explicó anteriormente. Por lo general, se recomienda fertilizar al momento de la siembra o un mes posterior al establecimiento. Se inicia con 100 g de fertilizante alto en fósforo (10 30-10 o también 12-24-12), aplicado alrededor de la planta en círculo, o también mediante el método de espeque con uno o dos hoyos a 10 cm de distancia del árbol. Se puede reforzar a los 3 meses dependiendo de la dosis indicada.

La fertilización, tiene como propósito principal aumentar la velocidad de crecimiento en sitios con condiciones marginales. Otra razón importante es

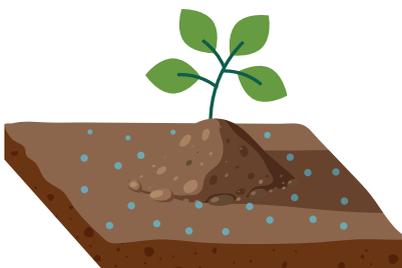
lograr que los árboles alcancen el cierre de copas cuanto antes, para reducir la necesidad del control de malezas. La fertilización, por tanto, logra el objetivo de crecimiento y el de reducción de costos por control de malezas.

Fertilizar plantaciones anualmente no es aún una práctica en el cultivo de maderables en el país. Un argumento a favor se basa en el ciclo tan corto del cultivo (3 a 4 años) que permitiría rápidamente recuperar la inversión en fertilización. La balsa es una especie pionera o invasora con una enorme capacidad de adaptación a casi cualquier suelo.

Por tanto, la opinión generalizada es que posiblemente no sea una especie exigente y no requiera de mayor inversión en fertilización, más que la que se recomienda en los primeros meses de plantación. Futuras investigaciones podrán esclarecer esta discusión.

1. **Aplicación al voleo:** Esta técnica consiste en aplicar el fertilizante de forma superficial en toda el área de plantación. Esta forma de aplicación permite cubrir menor área en menor tiempo. Sin embargo, para que sea una práctica eficiente debe existir un adecuado control de malezas.

Al voleo.



2. **Aplicación mediante espeque:** Se utiliza cuando no es posible asegurar un eficiente control de malezas o cuando se busca evitar pérdidas por volatilización o lavado por lluvia en sitios con pendiente. Esta práctica se realiza usualmente en plantaciones menores a los dos años.

Espeque. Hacer dos hoyos y echar fertilizante.



3. **Aplicación en “media luna”.**

Esta técnica consiste en aplicar el fertilizante alrededor de la planta en un semicírculo hasta cubrir el área de proyección de la copa. O también, aplicado en forma continua a lo largo de la hilera de plantación en la banda de 1m de ancho libre de malezas.

Media luna. Distribuir el fertilizante alrededor de la planta hasta completar medio círculo..



4. **Fertilización foliar.**

Esta actividad se utiliza principalmente en árboles recién establecidos que presentan deficiencias nutricionales visibles.

Foliar. Con bomba de espalda a las hojas.



Resiembr

Es esperable que ocurra una mortalidad causada por factores bióticos (plagas y/o competencia con malezas), por factores abióticos como el efecto del viento, encharcamiento o inundación, sequía prolongada, alta temperatura o por una mala ejecución del proceso de plantado. La resiembra es una actividad con un costo significativo, por lo tanto, si la mortalidad es menor a un 10% y no ocurre de forma localizada por sectores sino distribuida por toda la plantación, no es relevante y tendrá muy poco efecto en el crecimiento y desarrollo de la plantación.

Cuando la mortalidad supere significativamente un 10% de los árboles plantados, o también, si ocurre en sectores dejando espacios amplios sin árboles, entonces se recomienda resembrar en los primeros 30 días.

Mantenimiento y manejo de la plantación

Control de malezas o arvenses

Las malezas son plantas sin valor económico para el productor que crecen dentro de la plantación de balsa y que pueden afectar su crecimiento y productividad en general. Se debe realizar su control porque competirán por espacio, agua, luz y nutrientes. Además, dificultan el acceso a la plantación y pueden ser hospederos de plagas y enfermedades. El control de malezas debe planificarse bien, ya que puede representar hasta casi un 30% de los costos totales de una plantación en todo su ciclo.

Estrategias de control de malezas

Existen distintos tipos de control dentro de los cuales destacan:

- **Manual:** Se refiere al uso del machete, pala o azadón. Se debe tener cuidado de no causar daño a la base del árbol. Idóneo para sitios con pendientes moderadas a altas. Este es el mejor método para eliminar completamente la maleza alrededor de los árboles cuando están pequeños.
- **Mecánico:** Se refiere al uso de la moto guadaña o también de la chapeadora acoplada a un tractor agrícola. Generalmente este tipo de control se realiza en la entrecalle de la plantación. Aquí es relevante un distanciamiento entre calles de al menos 3,5 o 4 m que permita el paso del tractor.
- **Químico:** Consiste en la eliminación de arvenses mediante la aplicación de herbicidas. Se pueden utilizar herbicidas de contacto, con efecto visible en muy corto tiempo y/o herbicidas sistémicos de acción más lenta acción con efecto visible después de una semana o 10 días, pero de mayor efecto residual. Los productos químicos más utilizados son el glifosato, el metsulfuron methyl y productos preemergentes como el Oxifluorfen.

- Utilización de coberturas: Es una opción válida en muchas condiciones que se fundamenta en la siembra de alguna planta rastrera, de baja competencia con el árbol. Por lo general se utiliza plantas leguminosas y cubren toda la superficie de la plantación. Entre las más comunes se encuentran *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria juncea* y *Vigna radiata*.

Niveles de control

El control de malezas se puede organizar en 3 niveles:

- **Rodajea:** se realiza principalmente cuando los árboles son jóvenes y consiste en la eliminación de cualquier tipo de planta alrededor del árbol, en aproximadamente 1m a la redonda. Se aplica los primeros meses cuando el árbol aún no supera 1 m de altura y resulte riesgoso el uso de herbicida.
- **Franja o línea de plantación:** Se refiere al control de malezas a lo largo del carril o línea del cultivo de árboles, con un ancho aproximado de 1 m.
- **La entrecalle:** El espacio entre las líneas de siembra. Por lo general no recibe la misma frecuencia de control que los primeros dos niveles y es de más fácil control y apto para realizar en forma mecanizada.
- **Control total:** Se elimina completamente la vegetación presente en toda la plantación.



Figura 10. Plantación joven de balsa con un buen control de malezas, San Carlos, zona norte de Costa Rica. Fuente: Yorleny Badilla, Tecnológico de Costa Rica.

Acciones de conservación de suelos.

En nuestra silvicultura convencional no es común la incorporación de acciones para la conservación de suelos. Existen varias opciones de bajo costo que deberían ser de norma común en terrenos con pendiente superior al 10% con loma corta, así como en regiones de alta precipitación. El principio básico es reducir la velocidad del agua superficial o de escorrentía para disminuir su capacidad erosiva y evitar la pérdida del recurso suelo. Como elemento básico la línea de plantación o la entrecalle, debería establecerse en contorno y transversal a la pendiente, de ser posible siguiendo la curva de nivel.

Otra acción simple y de bajo costo consiste en establecer con la pala una mini terraza alrededor del arbolito, con inclinación hacia el lado interno de la ladera. El arbolito debe quedar plantado ligeramente por encima del nivel del terreno (Figura 11).

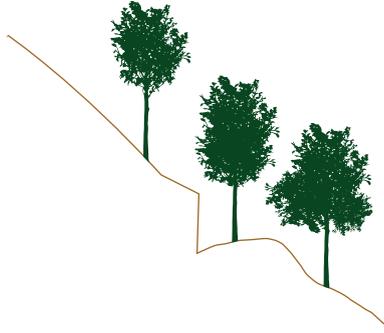


Figura 11. Mini terraza en plantación como obra de conservación de suelo.

Fuente: Elaboración propia.

Cuando se realice la labor de rodaje o limpieza alrededor del arbolito, el excedente de tierra o maleza se puede colocar del lado opuesto a la pendiente del terreno. Otra acción eficiente es la de mantener alguna vegetación en la entrecalle, preferiblemente no gramínea (pasto), que evite que el terreno quede desnudo. Esto podría también incluir la siembra de alguna vegetación o cobertura que controle la gramínea u otro tipo de maleza.

El agua de forma natural irá abriendo un curso por donde transcurrirá pendiente abajo por gravedad, creando un impacto importante si no se le reduce su velocidad. El mismo terreno irá indicando por donde está fluyendo el agua con mayor velocidad. En estos caminos de agua se pueden abrir gavetas transversales a la pendiente, semejantes a las que se utilizan en el cultivo del café, de modo que sirvan de trampa o disminución de la velocidad del agua. Estas gavetas son por lo general rectángulos de un metro de largo por 50 cm de ancho, por unos 50 cm de profundidad. En proporción con la pendiente, se pueden separar cada 20 m a 50 m. Debe recordarse que estas estructuras se irán sedimentando rápidamente y deben ser restauradas cada 2 años como mínimo.



Figura 12. Gaveta o cajón trampa para reducir la velocidad del paso del agua en terrenos con pendiente (foto ilustrativa en café, Valle Central de Costa Rica).

Fuente: Olman Murillo, Tecnológico de Costa Rica.

La poda

En plantaciones de turno corto, la poda debe enfocarse en mejorar la forma de los árboles y debe realizarse desde los primeros meses de establecida la plantación para aumentar el rendimiento y producción. La poda tiene también como uno de sus objetivos principales, producir madera libre de nudos. A pesar de que el mercado de la madera aún no exige este requisito y no lo reconoce con un pago mayor por la madera libre de nudos, lo cierto es que las piezas con nudos tienen menor resistencia y soporte a esfuerzos.

La balsa tiene la característica de generar ramas tempranas en forma de triada, estas ramas generan una bifurcación y pérdida de dominancia

apical en muchos casos iniciando su aparición aproximadamente a los 6-7 meses de edad en esta región del país (Santa Clara, San Carlos, 2000 msnm), el retorno de las lluvias después de un periodo seco prolongado y severo, marcan el inicio de la aparición de las ramas. Es esencial intervenir con poda desde la primera aparición de ramas en los árboles, con lo cual se logra un mejor corte de la herramienta, menor tiempo de trabajo y una herida menor en el árbol.

La aparición de las ramas se encuentra asociado al vigor del árbol, los árboles con mayor altura y diámetro presentan primero este fenómeno. En ensayos a los 8,5 meses de edad ya un 60% de los árboles muestran la presencia de ramas, dando a conocer la importancia de una buena planificación y control de podas. La poda temprana debe realizarse de manera continua cada 3 o 4 semanas como máximo a partir del mes 7, para ir eliminando toda rama que vaya surgiendo en la plantación, seguir subiendo la poda hasta lograr eliminar la presencia de ramas en una altura de fuste de aproximadamente 5-6 m.

Para una adecuada poda (Figura 13), se debe utilizar una herramienta con filo cortante para tener mejores cortes en la rama. La poda debe de realizarse en dos pasos; un primer corte para reducir el peso de la rama y evitar el desgajamiento, un segundo corte final para eliminar la rama desde la base. El tejido de la balsa es sumamente débil y delicado, por lo que el uso de la herramienta y el corte debe ser realizado con sumo cuidado para evitar quebrar al árbol.



Figura 13. Poda a los 8 meses de la primera trifurcación en balsa. A la izquierda se observa la aparición de la trifurcación. A la derecha se muestra la planta recién podada, donde se conservó la mejor de las tres ramas para que continúe con el nuevo crecimiento de fuste, San Carlos, zona norte de Costa Rica. Fuente: Olman Murillo, Tecnológico de Costa Rica.

Manejo de plagas y enfermedades

Los problemas de plagas y enfermedades en la especie de balsa son de suma importancia, por lo que con un adecuado manejo y nutrición se pueden prevenir o controlar de forma oportuna. Las principales plagas encontradas son el barrenador del tallo *Euchroma gigantea* (COL, Buprestidae), un coleóptero defoliador, que está en proceso de identificación, la presencia de un hongo fitopatógeno identificado como *Lasiodiplodia theobromae* perteneciente a la familia Botryosphaeriaceae y el hongo del género *Fusarium* que afecta las plantas en el vivero.

El manejo integrado de plagas en plantaciones forestales es importante para optimizar su desarrollo. Consiste en la aplicación de un conjunto de estrategias de control aplicadas principalmente de manera preventiva, o de manera correctiva cuando aparece el problema fitosanitario. Se debe realizar todo el esfuerzo posible para prevenir la aparición de plagas y enfermedades. Una vez que aparece algún problema fitosanitario, su impacto en la calidad del árbol, en el valor de la madera y en los costos de su control será mucho mayor.

Enfermedades sin control pueden llegar a provocar mortalidad y pérdidas importantes en la plantación. Por tanto, el principio es, no escatimar esfuerzos ni recursos en acciones de prevención, para evitar tener que aplicar medidas correctivas, que a veces no logran evitar la muerte del árbol o imposibilitan la comercialización futura de su madera.

Euchroma gigantea (COL, Buprestidae)

Nombre científico: *Euchroma gigantea* (Figura 14)

Nombre común: Escarabajo metálico, barrenador gigante.

Daño

Esta plaga es de importancia ya que afecta la madera construyendo grandes galerías en la albura o duramen de los árboles hasta llegar a causar la muerte de los individuos (Arguedas-Gamboa, 2012a).



Figura 14. Espécimen larvario de *Euchroma gigantea* y daños ocasionados en arboles de balsa. Fotografías: María Rodríguez.

Fuente: María Rodríguez, Tecnológico de Costa Rica.

Manejo

El control para esta especie se puede realizar mediante la aplicación del insecticida sistémico en dosis de 1,5 cc por litro. Se puede utilizar una bomba de espalda para la aplicación y aplicar el producto en el cuello del tallo y en las raíces superficiales (Paillacho 2010).

Defoliador de la balsa (Coleóptero).

Nombre científico: especie desconocida, Orden: Coleoptera, Familia: Chrysomelidae.

Nombre común: mariquita

Daños

Estos coleópteros son cortadores de la lámina foliar y generalmente producen pequeñas perforaciones en la hoja. Son los daños más comunes en los viveros y plantaciones forestales (Figura 15) (Arguedas, 2012b).



Figura 15. Daños producidos por el defoliador de la balsa.

Fuente: María Rodríguez, Tecnológico de Costa Rica.

Manejo

Al no identificar la especie, se recomienda hacer inspecciones rutinarias en las plantaciones establecidas, si se detecta la presencia, se sugiere combatir la plaga con hongos o bacterias entomopatógenas como por ejemplo *Beauveria bassiana* o *Bacillus thuringiensis*. El uso de insecticidas piretroides es apropiado para matar adultos que se estén alimentando de estas hojas, pero se recomienda hacerlo en última instancia.

Lasiodiploda theobromae (Botryosphaeriaceae).

Nombre científico: *Lasiodiplodia theobromae*

Nombre común: Hongo negro de la balsa

Síntomas

Este hongo produce canchales en el fuste y muerte regresiva en los árboles jóvenes. Las heridas causadas durante el trabajo de campo o por insectos vectores, pueden ser la vía de ingreso de este patógeno.

Se observan manchas cicuncéntricas de la madera, de color café oscuro que pueden llegar hasta la médula del árbol. Los ápices pueden tener un aspecto atrofiado y se pueden ver afectados por la muerte regresiva. Estos síntomas no siempre ocurren conjuntamente.

Esta enfermedad afecta la productividad de las plantaciones, reduce el rendimiento y aumenta los costos de producción.



Figura 16. Síntomas producidos por el hongo *Lasiodiplodia theobromae* en plantaciones de balsa.

Fuente: María Rodríguez-Mario Guevara, Tecnológico de Costa Rica.

Manejo

Se puede alcanzar cierto grado de bio control usando formulaciones con especies de hongos *Trichoderma*. Esto ayuda a proteger las heridas de los árboles, además se pueden aplicar fungicidas, pinturas y pastas que contienen cebuconazol, ciproconazol, fluilazol directamente sobre los cortes grandes de poda tan pronto como sea posible. Otros fungicidas incluyen fludioxonil, fluzinam, flusilazol, penconazol, procimidona, iprodiona, miclobutanil y piraclostrobina.

Fusarium sp.

Nombre científico: *Fusarium* sp.

Nombre común: Podredumbre de raíces, marchitez por *Fusarium*.

Síntoma

Fusarium spp. es un hongo que puede ser muy agresivo en climas húmedos y es una especie que causa mal de talluelo o "damping off" en plántulas. Primero, ocurre un anillamiento de pudrición en la base del tallo (coloraciones oscuras), las hojas se tornan amarillas y se marchitan, normalmente en un lado de la planta, finalmente, se marchita toda la planta y muere (Figura 17).



Figura 17. *Fusarium* spp. y síntomas ocasionados en plántulas de balsa.

Fuente: María Rodríguez-Mario Guevara, Tecnológico de Costa Rica.

Manejo

La enfermedad por *Fusarium* spp. es más severa cuando existe un desbalance de nitrógeno en relación con el potasio, sobre todo una disminución de la provisión de nitrógeno en etapas avanzadas del ciclo y un exceso de nitrógeno en relación con el potasio en las primeras etapas.

El uso de hongos micoparasitarios como *Trichoderma* spp. puede usarse como agente de biocontrol contra *Fusarium*. Se ha demostrado tener un efecto antagonico contra *Fusarium* que causa pudrición de tallo y raíz. Así también, se ha reportado el uso del biofungicida comercial *Streptomyces griseoviridis* puede ser utilizado tanto en plantas cultivadas en campo como en invernadero (Koike et al., 2019).

Raleo y cosecha de plantaciones de turno corto

Las plantaciones de balsa manifiestan un crecimiento muy acelerado que permite su cosecha a los 4 a 4,5 años, dependiendo de la región del país y de la incorporación de buenas prácticas silviculturales. Dado el ciclo tan corto de su cultivo se puede planear la realización de un único raleo a edad temprana, por lo general, entre 2 y 2,5 años. Este raleo es de muy bajo valor comercial (Figura 19) y está directamente asociado con el espaciamiento inicial. Si se desea incluir un raleo, es recomendable plantar una cantidad ligeramente mayor de árboles (714 individuos o 4 x 3,5 m de distancia). Que se justifica cuando no hay disponibilidad de semilla genéticamente mejorada.



Figura 18. Volcamiento de árboles de balsa causado por viento con lluvia fuerte, Zona Norte de Costa Rica.

Fuente: Olman Murillo, Tecnológico de Costa Rica.

En regiones con exposición alta al viento es recomendable evitar la ejecución del raleo, dado el riesgo a volcamiento o quebradura del tallo de los árboles (Figura 18).



Figura 19. Raleo con bajo valor comercial en plantaciones de balsa, Guápiles, caribe de Costa Rica.

Fuente: Luis Garro, Tecnológico de Costa Rica.

Este sistema permitirá la cosecha de árboles de tamaño medio a medio alto, es decir, entre 25 cm y 34 cm en su DAP (diámetro a 1,3 m del suelo). Una de las ventajas del ciclo corto es que el sistema de aprovechamiento de la madera resulta ser de menor complejidad para el productor. Los diámetros medios no tienen un gran peso todavía y pueden ser extraídos con poca tecnología, con tracción humana, animal o con un tractor agrícola pequeño.

La decisión de realizar un raleo dependerá también de la oportunidad de mercado existente cerca de la plantación. El razonamiento de esta opción de producción a más largo plazo está en la búsqueda de un mayor precio potencial por la madera gruesa (> 10 pulgadas madereras ticas PMT o mayor a 30 cm de DAP). Una desventaja, sin embargo, es que la madera de mayor dimensión requiere involucrar un cambio en el sistema cosecha. Se necesitará del uso de maquinaria de mayor envergadura, que por lo general no está al alcance de un pequeño productor.

Costo de producción

Los costos de producción de una hectárea de balsa varían entre regiones del país. En zonas muy lluviosas como en el caribe y partes

del Pacífico sur, el control de malezas aumenta y requiere de al menos 4 intervenciones durante el primer año, o cada 1,5 a 2 meses. Debe recordarse que el control de malezas es sin duda la actividad más costosa y representa un 33% (¢391 000 o alrededor de \$745) del total de costos. Hoy día se investiga opciones para reducir el costo de esta actividad mediante mejores técnicas de preparación del terreno, introducción de opciones de mecanización y la incorporación de equipos de fumigación más eficientes.

Cuadro 3. Planificación de control de malezas para plantaciones de balsa.

Edad	Frecuencia	Actividad
Año 1	2	Rodajea manual (Corona, 45 días y a los 3 meses), eliminación de bejuco.
	2	Chapea con Moto guadaña (100% del área), entrecalles
	2	Control químico de malezas (100% del área, mes 6, 9)
	1	Repaso control químico de malezas (15% del área, mes 7 y 11).
Año 2	1	Control químico de malezas (50% del área)
	1	Repaso control químico de malezas (15% del área, mes 8)
Año 3	1	Control químico de malezas (33% del área)
	1	Repaso control químico de malezas (10% del área)
Año 4	1	Control químico de malezas (33% del área)

En cuanto al costo de las plantas, estas tienen un valor que varía entre ¢270 y ¢325 por unidad, que significan aproximadamente un 15% del costo global.

La asistencia técnica representa un costo muy bajo en el total de la inversión (aproximadamente ₡77 433 o poco más de un 6,15%), pero con un impacto muy alto en el éxito del cultivo. El ingeniero forestal podrá aportar información y guía de gran valor para el buen desarrollo de la plantación y en particular, asistir en el momento de la cosecha y venta de madera. De preferencia, el tema del apoyo técnico deberá ser canalizado a través de organizaciones locales.

Cuadro 4. Costos de producción por hectárea de balsa en un ciclo de 5 años, zona norte de Costa Rica. No incluye gastos administrativos

Año 1 Formulación y gestión del proyecto.	₡17 305	\$33
Año 1 Preparación de terreno y establecimiento (11 jornales).	₡625 000	\$1190
Año 1 Mantenimiento y Manejo, Poda de trifurcación (mes 7 al mes 12), hasta 4,5 m de altura (10,5 jornales).	₡340 000	\$647
Año 2 Mantenimiento y Manejo (un control anual de malezas) (3 jornales).	₡81 000	\$154
Año 3 Mantenimiento y Manejo (un control anual de malezas) (2 jornales).	₡42 000	\$80
Año 4 Cosecha (4 o 4,5 años) (3,3 jornales).	₡68 000	\$130
Asistencia Técnica	₡77 000	\$146
Total	₡1 250 000	\$2 380

Tipo cambio: \$1 = ₡525

Un pequeño o mediano productor podría también reducir un poco costos de algunas actividades con su propia mano de obra, hasta reducir los costos a un valor aproximado de ₡925 000 por ha. Esto es especialmente válido en regiones con un periodo seco más prolongado, como el Pacífico norte y central del país, donde el control de malezas es un poco menor. Este valor es levemente superior a los \$1500/ha (₡766

000) reportados en Ecuador para el primer año de plantación (Del Valle, 2021), quienes no incluyeron la asistencia técnica ni las cargas sociales.

Sin embargo, para el modelo completo con cargas sociales, puede observarse que la inversión en el año 1 es de aproximadamente ₡965 000 colones o poco más de los \$18500, que representa alrededor del 84% de los costos globales. Mientras que el año 2 requiere de aproximadamente ₡81 000 mil colones que corresponde a un 7% de los costos. Es decir, el año 1 y 2 juntos representan más del 90% de todos los costos del cultivo de la balsa.

Cuadro 5. Distribución de costos por hectárea del cultivo de balsa en la zona norte y caribe de Costa Rica.

Actividad	Costo (₡)	Costo (\$)	Proporción (%)
Asistencia técnica	77 000	\$146	6,15
Mano de Obra	513 000	\$977	41,00
Insumos	560 000	\$1067	44,85
Herramientas	50 000	\$95	4,00
Servicios	50 000	\$95	4,00
Total	1 250 000	\$2 380	100,00

Las actividades costo de plantas (15,5%) y control de malezas (34,3%) forma parte de los insumos. Tipo cambio: \$1 = ₡525

En cuanto a la distribución de los costos, puede observarse que la mano de obra representa el 40% de los costos totales. Este valor ya incluye el 40% de las cargas sociales (menos la cesantía) y el 4,6% de la póliza de riesgos laborales. Finalmente, estos costos se basan en experiencias con pequeños y medianos finqueros con proyectos menores a 25 ha. En plantaciones de inversionistas más grandes, se deberá incluir un 10% de gastos administrativos.

En términos de necesidades de financiamiento (capital), se podría asumir que los costos durante la cosecha y el costo de regencia respectivo son acogidos casi inmediatamente por la venta de la madera. Bajo esta premisa, los costos y necesidades de financiamiento se reducen a un valor aproximado de ₡1 100 00.

Crecimiento esperado del cultivo de balsa

En la Figura 20 se muestra un primer modelo de crecimiento esperado para el diámetro a la altura del pecho, ajustado para las condiciones de suelo y clima de las regiones caribe y zona norte de Costa Rica, basado en espaciamientos entre 3,5 x 4 m y 4 x 4 m. En la región caribe la lluvia se registra durante todo el año (3500 a 4000 mm), lo que estimula el crecimiento diamétrico en forma continua. En la zona norte se produce un periodo de 3 meses con baja precipitación, donde podría registrarse una tasa de crecimiento levemente menor.

En el Cuadro 6 se muestra el crecimiento esperado del diámetro según la calidad de sitio y con semilla sin mejoramiento genético. Puede observarse que, bajo buenas condiciones de manejo, el diámetro de la balsa puede crecer en promedio a una tasa de 7 cm/año.

Cuadro 6. Crecimiento general del DAP en plantaciones de balsa (*Ochroma pyramidale*) en la zona norte y caribe de Costa Rica (Modelo ajustado, Figura 20).

Edad	DAP inferior (cm)	DAP esperado (cm)	DAP Superior (cm)
1	8,2	9,0	10,5
2	14,2	16,4	17,8
3	19,0	23,8	25,0
4	24,0	31,2	32,3
5	27,0	35,3	39,6

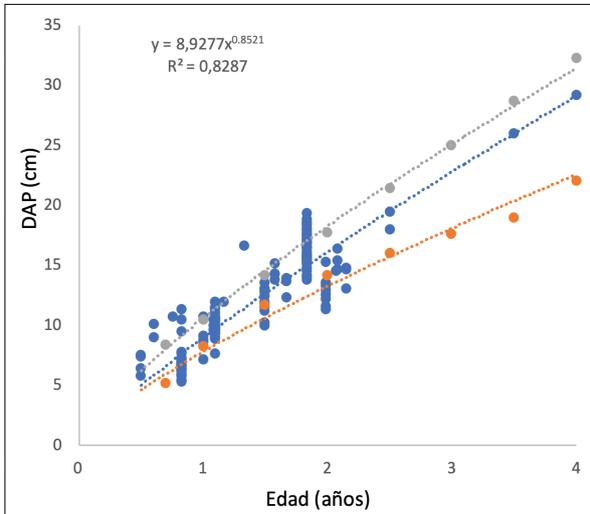


Figura 20. Modelo de crecimiento esperado para plantaciones de balsa en Costa Rica.

Fuente: Olman Murillo, Tecnológico de Costa Rica.

Este modelo fue ajustado con 190 parcelas de medición de la Zona Norte y Caribe y fue también validado ($r = 0,83$, con un sesgo del 14%), que será enriquecido con nuevas mediciones. La balsa es una especie invasora que demanda gran cantidad de luz para su desarrollo (heliófila), por lo que se ha observado un crecimiento muy acelerado en los árboles de borde o con mayor exposición a la luz. Sin embargo, se ha reportado que a los 22 meses se puede registrar que más de un 15% de los árboles pueden haber alcanzado un DAP entre 20 y 29 cm (Murillo *et al.* en prensa).

Cuadro 7. Crecimiento en altura total y comercial a los 10 y 18 meses en plantación de balsa, zona norte de Costa Rica.

Parámetros	Altura total mes 10 (m)	Altura total mes 18 (m)	Altura 1era. trifurcación mes 10 (m)	Altura 2da. trifurcación mes 10 (m)
Promedio	5,02	10,15	3,34	6,04
Máximo	7,90	12,18	6,30	10,80
Mínimo	1,70	6,91	1,40	1,70
Coficiente Variación (%)	26,26	9,73	24,20	33,98

La altura de la trifurcación suele definir la altura comercial del árbol de balsa. En algunos casos, la dominancia apical del árbol puede lograr que se supriman dos de las ramas de la trifurcación y se mantenga un único eje que continúa creciendo y formando el fuste comercial. En la mayoría de los casos, la segunda trifurcación es la que determina la altura comercial final del árbol. Puede observarse en el Cuadro 7 que la altura total promedio fue de 5 m a los 10 meses y superó los 10 m a los 18 meses, para una tasa de crecimiento en altura total (IMA) de aproximadamente 6,7 m por año.

Producción esperada de una plantación

La producción de madera de una plantación dependerá del espaciamiento inicial y del mantenimiento y manejo oportuno durante todo el ciclo de producción. A manera de ejemplo se espera que una plantación de balsa, con una densidad inicial de 715 árboles por ha (4 x 3,5 m), sin raleo y una cosecha a los 4 años, alcance entre 110 a 125 m³/ha (Cuadro 8). Para la estimación del volumen, se asumió que hasta los 1,5 años la altura comercial de los árboles alcanza 3,5 metros, donde aparece la primera trifurcación. Para el año 2 se asume que la altura comercial alcanza los 6,25 m en promedio (segunda trifurcación). Esta estimación de producción asume un 10% de mortalidad y que un 30% de los árboles no tienen valor de mercado, por torceduras de fuste y baja calidad en general, dado que aún no se cuenta con semilla mejorada genéticamente o certificada en el país.

Cuadro 8. Producción esperada por hectárea en una plantación de balsa sin aplicar raleo, con una altura comercial (6,25 m) y una cosecha a los 4 años de los mejores 400 árboles/ha con valor comercial (N).

Edad	N	Volumen inferior (m ³ /ha)	Volumen promedio (m ³ /ha)	Volumen superior (m ³ /ha)
1	500	7,92	9,54	12,99
2	500	23,76	31,69	37,33
3	400	42,53	66,73	73,63
4	400	67,86	114,68	122,91

Uso y comercialización de la madera

La madera de balsa es de densidad muy liviana, con valores de peso específico básico desde 0,15 a 0,25. Por esta razón se puede utilizar para diferentes tipos de tableros de uso doméstico en paredes internas. Dada su alta capacidad de aislamiento térmico y resistencia mecánica se emplea en paredes de cuartos refrigerados. También se utiliza con equipos acústicos, equipos de aviación, electrónica, arquitectura, artículos de entretenimiento, equipos industriales, maquetas arquitectónicas, equipos de flotación, salvavidas, equipos marítimos, modelos a escala, equipos científicos, equipos de oficina, quirúrgica, deportiva y otros (Almagro & Jiménez 2013).

A pesar de todos estos usos la madera de balsa no tiene aún un mercado específico industrial a lo interno del país. Una opción de tablero se desarrolla en la actualidad, donde el alma está compuesta por madera de balsa y las dos caras o chapa decorativa con madera de laurel (*Cordia alliodora*), teca (*Tectona grandis*) o melina (*Gmelina arborea*) (Figura 21). Este tablero tiene características de aislamiento acústico, térmico y decorativo para construcción liviana interna de casas y edificios.



Figura 21. Imagen con fines ilustrativos del producto Balsa block, producido en la Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Finalmente, hay un producto que viene posicionándose en el mercado del turismo que consiste en la elaboración de máscaras pintadas y talladas a mano (Figura 22). Este producto es creado por comunidades indígenas del Pacífico sur de Costa Rica.



Figura 22. Máscara elaborada a partir de madera de balsa, pintada y tallada a mano por indígenas Boruca del Pacífico sur de Costa Rica. Fuente: Adrián Solís, Tecnológico de Costa Rica.

Agradecimiento

La presente publicación es parte del proyecto PD 849/17 Rev. 2 (F), "Incremento de la competitividad de la reforestación comercial en Costa Rica" financiado por la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT), mediante las aportaciones voluntarias de los gobiernos de los Estados Unidos de América y Japón. Para conocer más de la OIMT visitar www.itto.int.

Los autores agradecen al proyecto "Evaluación del crecimiento, densidad y secado de la madera de balsa (*Ochroma pyramidale*), en plantaciones de corta rotación, bajo diferentes densidades de siembra en la Región Huetar Caribe de Costa Rica" por compartir información valiosa para la elaboración de este manual.

Literatura

Almagro de la Cueva, P. & Jiménez Jiménez, H. G. (2013). Evaluación del Crecimiento Inicial de la Balsa (*Ochroma pyramidale* Cav, ex Lam, Urb.) de dos Procedencias, bajo cinco Densidades Poblacionales en el cantón Santo Domingo, Informe técnico del proyecto de investigación, Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, Santo Domingo, Ecuador.

Arguedas-Gamboa, M. (2012a). Clasificación de tipos de daños producidos por insectos forestales. Primera parte. Solución Tecnológica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú Vol 3(8):77-82.

Arguedas-Gamboa, M. (2012b). Clasificación de tipos de daños producidos por insectos forestales. Segunda parte. Solución Tecnológica. Revista Forestal Mesoamericana Kurú Vol 3(9):64-71.

Del Valle Baldeón, J.A. 2022. Costo de establecimiento y crecimiento inicial de una plantación de *Ochroma pyramidale* (Cab. Ex. Lam) Urb. (balsa) en el cantón El Empalme, provincia del Guayas. Tesis. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Carrera de Ing. Forestal. Quevedo, Ecuador. 56p.

Koike ST, Wilen CA, Raabe RD, McCain AH, Grebus ME, (2019). *Fusarium Wilt*, Recuperado de: <http://ipm,ucanr.edu/PMG/r280100811.html>

Levy-Tacher, S.L., Morón-Ríos, A. 2024. Differences in growth and survival of two varieties of *Ochroma pyramidale* in rustic plantations in southern Mexico. Tree, Forest and People. (17): setiembre 2024 <https://doi.org/10.1016/j.tfp.2024.100652>

Murillo, O. Moya, R. Badilla, Y. Guevara, M. 2025. Cultivo y crecimiento de la balsa en Costa Rica. Boletín ITTO. 7 p.

Ortiz Padilla, M.C. 2018. Caracterización de la densidad de madera de balsa (*Ochroma pyramidale*) en dos zonas edafoclimáticas de la costa ecuatoriana. Tesis. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. Honduras. 28 p.

Paillacho, C. (2010). Evaluación del crecimiento inicial de *Eucalyptus urograndis*, *Gmelina arborea* Roxb Y *Ochroma pyramidale* Cav bajo la aplicación de cuatro dosis de potasio en la hacienda zoila luz del cantón

Santo Domingo, Ecuador, Recuperado de: <https://repositorio,espe,edu,ec/handle/21000/2966>.

Rojas, J. 2014. Sistema de inventario forestal continuo para reforestación Grupo Internacional RGI S.A., zona norte, Costa Rica. Tesis Lic. Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. Cartago, Costa Rica. 78 p.

Vázquez, W. & Ugalde, L. A. (1995). Rendimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinata* y *Pinus caribaea*, en Guanacaste, Costa Rica, CATIE/IDA/FAO/HOLANDA, Proyecto Madeleña-3, Turrialba, Costa Rica, 33p, Serie Técnica, Informe Técnico No, 256.

Vergara Monrroy, D.I. (2022). Crecimiento inicial y calidad de plantaciones de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. (Balsa) en la zona central del litoral ecuatoriano. Tesis. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Carrera de Ing. Forestal. Ecuador. 93p.

Zambrano Mendoza J.A. 2022. Evaluación del comportamiento inicial de *Ochroma pyramidale* Cav.Ex Lam en plantación en el sitio La Tranca, parroquia Alajuela, cantón Portoviejo. Tesis. Universidad Estatal del sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura. Carrera de Ing. Forestal. Ecuador.63p.



TEC