

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**“TRABAJABILIDAD DE LA MADERA DE ZAPATERO  
(*Hieronyma alchorneoides*) Y AMARILLO (*Terminalia  
amazonia*), ORIGINADAS DE RALEO DE PLANTACIONES  
MIXTAS, BASADA EN SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y  
TECNOLÓGICAS. FOREST FINANCE PANAMA S.A. LAS  
LAJAS -CHIRIQUÍ”**

**LEYDI E. FRAGO N.  
4-743-2049**

**DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2018**

**“TRABAJABILIDAD DE LA MADERA DE ZAPATERO  
(*Hieronyma alchorneoides*) Y AMARILLO (*Terminalia  
amazonia*), ORIGINADAS DE RALEO DE PLANTACIONES  
MIXTAS, BASADA EN SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y  
TECNOLÓGICAS. FOREST FINANCE PANAMA S.A. LAS  
LAJAS -CHIRIQUI”**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDA PARA OPTAR POR  
EL TÍTULO DE INGENIERO EN MANEJO DE CUENCAS Y  
AMBIENTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA AGRÍCOLA**

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL  
O PARCIAL DEBE SER OBTENIDA DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AGROPECUARIAS**

**APROBADO:**

**PROF. M.Sc. OVIDIO NOVOA** \_\_\_\_\_  
**DIRECTOR**

**PROF. CINTYA SÁNCHEZ** \_\_\_\_\_  
**ASESOR**

**PROF. M.Sc. ALEXIS SAMUDIO** \_\_\_\_\_  
**ASESOR**

**DAVID, CHIRIQUÍ  
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

**2018**

## **AGRADECIMIENTO**

En esta investigación agradezco en primera instancia a ti mi Dios, tú que has estado siempre conmigo y nunca me has abandonado. Ese ser que ha guiado mi camino y me dado la oportunidad de vivir y poder dar lo mejor de mí.

A mi familia que ha sido ese pilar incondicional de lucha y de fe, en mi vida y en estos años de carrera universitaria; brindándome su amor incondicional y todo lo que he necesitado. Pero en especial a mi mamita linda por ser la mejor madre del mundo y estar para mí siempre. Gracias.

A mi amigo Yusseff y Carolina que nunca dejaron de creer en mí y ser mi apoyo todos los días desde el momento de conocernos.

Agradezco a los profesores por cada una de sus enseñanzas y por su valioso tiempo; en especial al profesor Ovidio Novoa, por ser la persona que me facilitó realizar esta investigación y brindarme el conocimiento necesario para lograr este sueño tan anhelado. A mi segunda mamá en la universidad la profesora Liliana Escalante, por ser una consejera muy especial. Y todos mis compañeros que hicieron de esta etapa un tiempo especial.

## **DEDICATORIA**

Dedicado a la memoria de mi querido abuelo Gilberto, aunque ya no estés conmigo. Este gran logro es para ti por ser esa persona que siempre me recordó que para triunfar se debe tener mucha dedicación y deseos de superación. Porque no solo era mi sueño sino el sueño de toda una familia.

A mi familia por su total apoyo, en cada faceta de esta lucha continua.

**TRABAJABILIDAD DE LA MADERA DE ZAPATERO (*Hieronyma alchorneoides*) Y AMARILLO (*Terminalia amazonia*), ORIGINADAS DE RALEO DE PLANTACIONES MIXTAS Y BASADA EN SUS PROPIEDADES FÍSICAS Y TECNOLÓGICAS, FOREST FINANCE PANAMA S.A. LAS LAJAS -CHIRIQUI**

Frago Navarro, L. E. 2017. Trabajabilidad de la madera de zapatero (*Hieronyma alchorneoides*) y amarillo (*Terminalia amazonia*), originadas de raleo de plantaciones mixtas y basada en sus propiedades físicas y tecnológicas, Forest Finance Panamá S.A. Las Lajas -Chiriquí. Tesis Ingeniería en Manejo de Cuencas y Ambiente. Chiriquí, PA. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. 33 p.

**RESUMEN**

En la actualidad las empresas grandes y pequeñas del área forestal se ven afectadas por la pérdida de volumen durante el proceso de industrialización y calidad de la madera. En esta investigación fueron seleccionadas dos especies forestales nativas del trópico, el amarillo (*Terminalia amazonia*) y el zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), para ser evaluadas las características intrínsecas de rasgado, torsión y el contenido de humedad. Las muestras fueron obtenidas en seis fincas, tomando tres individuos de cada especie por finca. Luego de la selección y extracción se llevaron a una galera para un secado a temperatura ambiente y descortezados. Después del secado, se dividieron en tres grupos para llevarlos al aserradero; el primero fue cortado y transformado a los 30 días, el segundo fue cortado a los 60 días y el tercero fue cortado a los 90 días. A los 100 días entraron todas las muestras a una cámara de secado para reducir el contenido de humedad, hacer las pruebas de torsión y rasgado. Las características de torsión y rasgado de la madera de amarillo (*Terminalia amazonia*), presentó rasgado longitudinal interno o separación de fibras en la pieza en la fase de troza, en cambio al momento del corte se presentó rasgado tangencial el cual se da por la bipartición de la fibra. Las características de torsión y rasgado de la madera en zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), presentó torsión al momento de pasar por el aserrío y por la cámara de secado, en las piezas que se encontraban en la parte apical del bloque de madera.

**PALABRAS CLAVES:** Madera, Trabajabilidad de la madera, especie amarillo, especie zapatero, plantación forestal, volumen de producción, parámetros.

**WOODWORKING WORK (*Hieronyma alchorneoides*) AND YELLOW  
(*Terminalia amazonia*), ORIGINATED OF RICE OF MIXED PLANTS AND  
BASED ON ITS PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES,  
FORESTRY FINANCE PANAMA S.A. THE LAJAS-CHIRIQUI**

Frago Navarro, LE. 2017. Workability of cobbler wood (*Hieronyma alchorneoides*) and yellow (*Terminalia amazonia*), origin of mixed plantation plants and based on their physical and technological properties, Forest Finance Panama S.A. Las Lajas -Chiriquí. Thesis Engineering in Watershed and Environment Management. Chiriqui, PA. Faculty of Agricultural Sciences, University of Panama. 33 p.

**SUMMARY**

At present we observe that large and small companies in the forest area are affected by the loss of production volume and product quality. In this research, two native forest species of the tropics were studied, which were the yellow (*Terminalia amazonia*) and the shoemaker (*Hieronyma alchorneoides*), where the intrinsic characteristics of tearing, twisting and moisture content were evaluated. Six different farms were used, taking three individuals of each species per farm. After selection and extraction, they were taken to a galley for drying at room temperature, where they were peeled off. They were divided into groups to take to the sawmill; the first group was cut and transformed at 30 days, the second group was cut at 60 days and the third group was cut at 90 days. After 100 days, all the samples entered a drying chamber to reduce the moisture content. And see of the twist and feature of the samples. The characteristics of torsion and tearing of the wood of yellow species (*Terminalia amazonia*), it was found that this, presented internal longitudinal tearing or separation of fibers in the piece in the log phase, on the other hand at the time of the cut it was presented torn tangential which is given by the splitting of the fiber. The characteristics of twisting and tearing of the wood in the species of shoemaker (*Hieronyma alchorneoides*), this presented a bit of twisting at the time of going through the sawmill and a little when it was dried in the drying chamber, in the pieces that were found in the apical part of the block of Wood.

**KEY WORDS:** Wood, workability, species, planting, forestry, production volume, parameters.

## INDICE DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN .....	v
SUMMARY .....	vi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.2 ANTECEDENTES .....	2
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	3
1.4 OBJETIVOS.....	4
1.4.1 GENERAL: .....	4
1.4.2 ESPECIFICOS: .....	4
1.5 HIPÓTESIS.....	4
1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES .....	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA .....	6
2.1. Formaciones forestales .....	6
2.2. Características físicas de la madera de amarillo ( <i>Terminalia amazonia</i> ) .....	7
Características físicas de la madera de Zapatero <i>Hyeronima alchorneoides</i> .....	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
3.1 Descripción del área de estudio .....	11
3.1.1 Localización geográfica del área de estudio.....	11
3.2 Metodología .....	11
3.2.1 Selección de muestras .....	12
3.2.2 Etapa del proceso de secado en cámara .....	15
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	18
4.1. Propiedades físicas de la madera .....	18
4.1.1 Contenido de humedad .....	18
4.2. Diámetro de las muestras .....	19
4.2.1 Diámetro a la altura del pecho medida en metros.....	19

5. CONCLUSIONES.....	22
7. BIBLIOGRAFÍA .....	25
8. ANEXOS .....	26

### Índice de Cuadros

Cuadro I. Características físicas. Amarillo ( <i>Terminalia amazonia</i> ) .....	7
Cuadro II. Rendimiento de <i>Hyeronima alchorneoides</i> en el aserradero .....	8
Cuadro III. Diámetros Promedios por Especie .....	20

### Índice de Figuras

Figura 1. ZAPATERO ( <i>Hyeronima alchorneoides</i> ) .....	10
Figura 2. UBICACIÓN DE FINCAS. FOREST FINANCE PANAMA, S.A.....	11
Figura 3. FINCAS SELECCIONADAS PARA EL ESTUDIO Y LA EDAD DE CADA PLANTACIÓN .....	12
Figura 4. SELECCIÓN DE LAS DISTINTAS ESPECIES EN FINCAS. FOREST FINANCE S.A. 2017.....	12
Figura 5. ACTIVIDAD DE TALA DIRIGIDA. FOREST FINANCE S.A. 2017..	13
Figura 6. ACOMODO DE TROZAS EN PATIO DE ACOPIO. FOREST FINANCE PANAMA, S.A. 2017. ....	14
Figura 7. TROCEO DE MADERA EN CENTRO DE MADERA. FOREST FINANCE PANAMA, S.A. 2017. ....	14
Figura 8. SISTEMA DE CALOR Y CONTROL DE HUMEDAD. CENTRO DE MADERAS FOREST FINANCE PANAMA S.A. 2017. ....	15
Figura 9. COLOCACIÓN DE MATERIAL PARA SECADO, CENTRO DE MADERAS FOREST FINANCE PANAMA, S.A.....	16
Figura 10. COLOCACIÓN DE ELECTRODOS EN MADERA, PARA CONOCER EL NIVEL DE SECADO. CENTRO DE MADERAS FOREST FINANCE PANAMA, S.A. 2017 .....	17
Figura 11. PROGRAMA PARA ESTABLECER EL SECADO. CENTRO DE MADERAS FOREST FINANCE PANAMA, S.A. 2017 .....	17



## 1. INTRODUCCIÓN

Las propiedades de la madera son elementos importantes para conocer la calidad de la madera en cada especie forestal destinada a la comercialización. La madera no es un material homogéneo, presenta desigual comportamiento al momento de trabajarla en el aserradero, por lo cual se deben tener en consideración sus características (torsión y rasgado) de trabajabilidad.

Esta investigación tiene como finalidad determinar la trabajabilidad de la madera de zapatero (*Hieronyma alchorneoides*) y amarillo (*Terminalia amazonia*) proveniente de raleos de plantaciones forestales mixtas. El estudio se realizó en plantaciones forestales ubicadas en el corregimiento de Las Lajas, distrito de San Félix, provincia de Chiriquí, república de Panamá, propiedad de la empresa Forest Finance Panamá, S.A.

El objetivo del estudio fue conocer las características intrínsecas de la madera (torsión, rasgado, contenido de humedad) en las especies zapatero (*Hieronyma alchorneoides*) y amarillo (*Terminalia amazonia*), producto de raleo proveniente de seis sitios diferentes.

Los resultados obtenidos indican que la madera de amarillo (*Terminalia amazonia*), presentó rasgado longitudinal interno o separación de fibras en la pieza en la fase de troza, en corte presentó rasgado tangencial por la bipartición de la fibra. Las características de torsión y rasgado de la madera en zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), presentó torsión al momento de pasar por el aserrío y por la cámara de secado. Las dos especies estudiadas

brindaron resultados interesantes para el mercado forestal proveniente de plantaciones.

### **1.1 PROBLEMA**

Cuando se realizan trabajos en madera es importante conocer que la misma no es un elemento homogéneo, sino un material muy diferente según el plano físico de la estructura o la dirección del grano estructural. Esto dice que cada tipo o especie presenta un desigual comportamiento. Por ello se llegó a plantear un estudio sobre dos especies forestales, amarillo (*Terminalia amazonia*), la que tiende a presentar rajaduras y el zapatero (*Hieronyma alchorneoides*) que posee tendencias a generar torceduras longitudinales en su estructura. Estos fenómenos tienen el efecto de llevar pérdidas de volumen para los proyectos dedicados a la producción de madera para el mercado forestal.

### **1.2 ANTECEDENTES**

Según Ramos (1994), el empresario forestal depende de recursos del bosque y de las políticas que determinan su uso. En América Central el sector forestal está lleno de contradicciones y los bosques de la región están desapareciendo a una de las tasas más altas del mundo. Por eso es necesario que aseguren que el sector industrial tenga materia prima en el futuro y que no se permita el cambio de uso de las tierras de aptitud forestal a zonas de pastoreo y agricultura. El aprovechamiento de los bosques brinda importantes servicios ambientales como lo es la regulación hidrológica, mantenimiento para el hábitat silvestre, provisión de madera para leña, materiales de construcción y otros sectores económicos.

Valdivia (2009), realizó un estudio para evaluar las características físicas y mecánicas, así como la durabilidad natural de la madera de amarillo (*Terminalia amazonia*) y zapatero (*Hieronyma alchorneoides*) provenientes de árboles creciendo en plantaciones de rápido crecimiento en la región del trópico húmedo de Costa Rica. Un total de 10 árboles por cada especie fueron seleccionados aleatoriamente y cortados como material para determinar las propiedades de la madera. Se encontró que la madera de estas especies presentaba baja calidad estética en comparación con la madera comúnmente usada en el mercado proveniente del bosque natural. Amarillo mostró características promisorias para los procesos industriales debido a su facilidad de secado, preservación y relativamente altas propiedades mecánicas de su madera. La durabilidad natural de estas especies de árboles jóvenes en el trópico húmedo de Costa Rica puede ser incrementada con la preservación de la madera utilizando el método vacío de presión, particularmente debido al alto contenido de albura que es fácil de tratar con preservante.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

La producción forestal es una de las actividades que cada día crece en Panamá y representa una de las fuentes económicas para los inversionistas del mercado de la madera. Para las empresas forestales del país es de suma importancia el manejo y aprovechamiento de sus plantaciones, porque de ello depende la permanencia en el mercado. El beneficio de los subproductos obtenidos como resultado de los raleos, permite la entrada de ingresos para continuar con el sostenimiento de la actividad forestal. La calidad de la madera proveniente de cortas intermedias es necesario evaluarlas, para así determinar la entrada en el mercado. Para la empresa Forest Finance Panamá S.A., el

estudio de la madera proveniente de raleos, específicamente de amarillo y zapatero, es clave para la toma de decisiones en cuanto al manejo de las plantaciones (ej. tratamientos silvícolas, tiempo de corta, otros) y proceso de aserrío, evitando así la pérdida en la producción y obtención de un negocio rentable.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 GENERAL:**

- Determinar las características físicas de la madera como torsión, rasgado fisural en las especies zapatero (*Hieronyma alchorneoides*) y amarillo (*Terminalia amazonia*), provenientes de cortas intermedias en plantaciones forestales de la empresa FOREST FINANCE Panamá, S.A.

### **1.4.2 ESPECIFICOS:**

- Colectar madera de raleo de amarillo y zapatero en diferentes fincas de la empresa FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A.
- Determinar las propiedades tecnológicas de la madera de amarillo y zapatero, a través de un proceso sistemático de secado.

## **1.5 HIPÓTESIS**

La hipótesis de trabajo propuesta para la siguiente investigación es:

- ✓ Las propiedades físico-industriales de la madera de amarillo y zapatero, en condiciones similares de manejo tecnológico, difieren entre sí.
- ✓ Las propiedades físico-industriales de la madera de amarillo y zapatero, en condiciones similares de manejo tecnológico, no difieren entre si.

## **1.6 ALCANCES Y LIMITACIONES**

Esta investigación tiene como fin identificar las razones por las cuales se dan ciertas pérdidas volumétricas en las especies de amarillo y zapatero al momento de ser trabajadas en el aserradero. Se determinarán las propiedades físicas y tecnológicas de ambas especies. En un secado ambiente (por periodos de 30; 60 y 90 días) y un secado en cámara. El factor limitante al momento de realizar la investigación fue la estación lluviosa ya que causó afectaciones a las muestras de madera, hizo casi inaccesible los caminos hacia las fincas para la recolección de las muestras y el aumento de plagas en el área del aserradero por material de fincas contaminadas.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

La actividad forestal es la producción primaria que genera un poco más del uno por ciento del PIB mundial. Sin embargo, son fundamentales para el desarrollo de las actividades cotidianas y económicas todos los productos elaborados con esa materia prima, por ejemplo, los derivados de la industria de madera o las del papel. El 30 por ciento de la superficie de la tierra está cubierta por esa masa vegetal que se conoce como bosques, de los cuales se extraen los productos forestales. El 96 por ciento del total corresponden a los bosques nativos, es decir, a las formaciones naturales de árboles y el resto corresponde a aquellas plantaciones forestales o lo que se conoce como silvicultura de masas forestales implantadas (Nagel, 2005).

### **2.1. Formaciones forestales**

Nagel (2005), menciona que es necesario diferenciar las áreas con riqueza florística de aquellas con riqueza forestal, conociendo la cantidad total de ejemplares de la misma especie por hectárea ocupada, todo ello para comprender en que se funda la actividad forestal.

Cuando se habla de que tiene gran cantidad y variedad de árboles, se está en presencia de un espacio rico florísticamente; sin embargo, no siempre se aprovecha el mismo económicamente; ya que, tiene poca cantidad de individuos de una misma especie. Por el contrario, los que si se aprovechan económicamente, son aquellos que tienen cantidades suficientes de árboles de cada especie tienen riqueza forestal. Es así como a nivel planetario, se puede distinguir tres grandes formaciones forestales. Cada una de ellas

proveerá maderas de diferentes características, otorgándole a su vez un uso distinto.

## **2.2. Características físicas de la madera de amarillo (*Terminalia amazonia*)**

La madera de amarillo (*Terminalia amazonia*), posee albura de color amarillo cuando la madera es húmeda y de color anaranjado cuando está seca; el duramen es un poco más oscuro cuando la madera está recién cosechada y adquiere una tonalidad de amarillo brillante puesta al aire o luz, la madera se oxida rápidamente.

Según Moya (2010), la madera al recibir humedad en el sitio de depósito y su posterior trabajo, puede generarse daños en el aserradero o rasgamiento de esta, además de esto esta madera es propensa a torcerse luego de cortada, provocando rasgamientos debidos a la tensión producida en el crecimiento, también los anillos de crecimiento pueden perder definición. En el Cuadro I, se presentan las principales características físicas de la madera.

**Cuadro I. Características físicas. Amarillo (*Terminalia amazonia*)**

<b>Característica</b>	<b>Descripción</b>
Facilidad de corte	Fácil de cortar. El árbol desarrolla gambas, que no afecta el rendimiento de corte de los árboles. La dureza de la madera no provoca desgaste excesivo en la herramienta de corte.
Caída natural y dirección	Es fácil determinar la caída debido a que el árbol no desarrolla una copa simétrica, dando como resultado que la copa se posiciona hacia uno de sus lados y así define su caída.
Desafilado de sierras	Ocurre con normalidad, para medianas densidades. Sin embargo, ocurre embotamiento de la cadena de la motosierra por la acumulación de resinas con aserrín, por lo que en el lapso debe eliminarse esta acumulación de resina alrededor de los dientes.

Fisonomía del fuste	De forma cilíndrica hasta las primeras ramas, produce trozas rectas. Las ramas son muy aprovechables.
Trozas por árbol	La buena forma del fuste permite obtener entre 4 a 6 trozas por árbol. No obstante, la calidad de las trozas es inferior en la parte alta.

**Fuente: Moya 2010.**

### **2.3 Características físicas de la madera de Zapatero *Hyeronima alchorneoides***

Como árbol maderable es altamente valorado por su madera densa y durable. Se usa en construcción pesada, vigas, carrocerías de camiones y construcción de embarcaciones. La madera adulta de esta especie es relativamente pesada, con un peso específico de 0,60 g y una densidad de 0,79 g /cm<sup>3</sup>. Tiene un color café -rojizo, donde la albura es más clara que el duramen. Es fácil de trabajar y es relativamente resistente.

Se considera como moderadamente resistente a la pudrición y un poco difícil de preservar (Solís Corrales y Moya Roque, s/f). Tiene una alta resistencia al ataque de taladradores marinos, pero moderadamente durable cuando está en contacto con el suelo; presenta baja estabilidad dimensional con tendencia a doblarse y a rajarse (Solís 1992 citado por Ulate 1996, citado por Solís Corrales y Roque Moya, s/f).

El rendimiento de aserrío de árboles de zapatero en plantaciones de seis años en Costa Rica es el siguiente:

#### **Cuadro II. Rendimiento de *Hyeronima alchorneoides* en el aserradero**

<b>Diámetro promedio (m)</b>	0.118
<b>Volumen total en troza</b>	6.19 m <sup>3</sup>
<b>Volumen total aserrado</b>	2.08 m <sup>3</sup>
<b>Rendimiento</b>	33.72%

Fuente: Moya 2010



Las propiedades físicas de madera verde y de madera seca de árboles de seis años de Zapatero en plantaciones en Costa Rica son las siguientes:

- Humedad en verde (u): 92%
- Densidad en verde: 0.96 g/cm<sup>3</sup>
- Densidad anhidra: 0.50 g/cm<sup>3</sup>
- Contracciones de verde a seco al horno (0%): volumétrica 9.87 %, radial 3.04 % y tangencial 8.36%

Para madera adulta de zapatero se tienen las siguientes propiedades físicas y mecánicas (COSEFORMA, 1992; citado por Solís Corrales y Roque Moya, s/f):

- Contracciones de verde a seco al horno: radial 4.84% y tangencial 9.52%
- Contracciones de verde a seco al aire: radial 3.40%, tangencial 6.10%, tangencial / radial 1.80%.
- Contracciones de verde a seco al horno: radial 5.70%, tangencial 9.20%, tangencial / radial 1.60%, volumétrica 13.60%.
- Punto de saturación de la fibra radial 30.0% C. H. Punto de saturación de la fibra tangencial 36.0% C. H.

Según CATIE (1997), el Zapatero es una madera altamente resistente a la humedad y la pudrición por lo que la humedad de los depósitos no afecta la madera. Solís (1992) comenta que según estudios en Costa Rica el zapatero proveniente de plantaciones forestales presenta una baja estabilidad dimensional y el mismo es propenso a torcerse y rasgarse.

Zapatero tiene un gran potencial para crecer en una variedad de suelos, incluyendo suelos ácidos, indica su aptitud para ser usada en reforestación de terrenos degradados. La gran cantidad de raicillas finas que produce le hace menos susceptibles a suelos con baja fertilidad y escasos nutrientes, su copa densa es capaz de capturar gran cantidad de luz que elimina la competencia que crece bajo ella (CATIE, 2003).



**Figura 1. ZAPATERO (*Hyeronima alchorneoides*). Fuente: [www.Árbolesdecentroamérica.info](http://www.Árbolesdecentroamérica.info)**

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Descripción del área de estudio

La investigación se realizó en el distrito de San Félix, Corregimiento de Lajas Adentro y Las Lajas; en las fincas de la Empresa FOREST FINANCE Panamá, S.A.

##### 3.1.1 Localización geográfica del área de estudio

La Empresa FOREST FINANCE PANAMÁ S.A. está ubicada en la vertiente del Pacífico, en el área sur oriental de la provincia de Chiriquí, entre las coordenadas de 08°15'00" Latitud Norte y 81°52'00" Longitud Oeste.



Figura 2. UBICACIÓN DE FINCAS. FOREST FINANCE PANAMA, S.A.  
Fuente: Forest Finance Panamá, S.A., 2016.

#### 3.2 Metodología

Las especies que seleccionadas en esta investigación fueron Zapatero (*Hieronyma alchorneoides*) y Amarillo (*Terminalia amazonia*).

Estas especies son muy utilizadas en el área forestal para la producción de muebles y materiales de construcción. Pero poseen ciertas características que dificultan su trabajabilidad, lo cual nos lleva a investigar la manera de usarla para evitar las pérdidas de volumen.

### 3.2.1 Selección de muestras

La empresa FOREST FINANCE PANAMA, S.A., desarrolla un programa de reforestación con especies nativas desde hace 20 años. Existen parcelas o fincas con plantaciones de diferentes edades. Se obtuvo de cada finca (seis), fustales de amarillo y zapatero para esta investigación.

Fincas Forest Finance Panama, S.A.					
La Luna 8 años	El Espejo 9 años	Monos 4 14 años	Jalá 14 años	Pampanillo 17 años	Madera Fina 19 años

**Figura 3. FINCAS SELECCIONADAS PARA EL ESTUDIO Y LA EDAD DE CADA PLANTACIÓN**

En campo fueron seleccionados tres (3) individuos de cada especie por cada una de las fincas.



**Figura 4. SELECCIÓN DE LAS DISTINTAS ESPECIES EN FINCAS. FOREST FINANCE PANAMA S.A, 2017**

El estudio se planteó como un diseño de bloques completos al azar en cada parcela de raleo. El muestreo al azar aplicado comprendió: muestreo de las áreas, muestreo de los árboles, de las trozas dentro de cada árbol y de las muestras en cada troza, incluyendo la selección y marcado de cada árbol, medición del diámetro de cada uno de los individuos antes de la corta.



**Figura 5. ACTIVIDAD DE TALA DIRIGIDA. FOREST FINANCE S.A. 2017**

Las trozas fueron transportadas hasta el Centro de Maderas de la empresa Forest Finance Panamá, S.A.; donde fueron descortezadas para evitar enfermedades y plagas, luego fueron colocadas en el patio de acopio para secarla a temperatura ambiente.

Las trozas fueron divididas en tres lotes con la finalidad de aplicar los tratamientos de corte. El primer grupo fue cortado a los 30 días de secado a temperatura ambiente; el segundo lote fue cortado a los 60 días y el tercer grupo fue cortado a los 90 días de secado a temperatura ambiente. Los cortes generaron una estructura tipo cuadro, con diferentes medidas; las cuales fueron: con espesor de 0.02-0.09 m; ancho de 0.05-0.18 m; y largo de 1-2.5 m.

Se registró cada uno de los tratamientos por especie con la finalidad de hacer el cálculo volumétrico.



**Figura 6. ACOMODO DE TROZAS EN PATIO DE ACOPIO. FOREST FINANCE PANAMA, S.A. 2017.**



**Figura 7. TROCEO DE MADERA EN CENTRO DE MADERA. FOREST FINANCE PANAMA, S.A. 2017.**

Pasados 100 días del proceso de secado ambiental de las trozas ya dimensionadas, se llevaron las muestras a una cámara de secado, aplicando un programa diseñado para secar *Tectona grandis*, ya que esta especie es la que más se acerca a los rasgos de *Hieronyma alchorneoides* y *Terminalia amazonia*.

### 3.2.2 Etapa del proceso de secado en cámara

El horno fue preparado para la temperatura y la humidificación indicada. Dentro del horno se colocó la madera de mayor a menor dimensión. En esta etapa se aumentó el estado higrométrico o humedad relativa a valores cercanos a la saturación (100 por ciento). Esto permitió reducir el tiempo de calentamiento y llegar a una temperatura próxima a la del inicio del proceso de secado. Finalmente se habilitó el programa que permitió al sistema el proceso de secado de madera. Todos basados en el contenido de humedad de la madera, las cuales fueron marcadas en el tablero de la cámara.



**Figura 8. SISTEMA DE CALOR Y CONTROL DE HUMEDAD. CENTRO DE MADERAS FOREST FINANCE PANAMA S.A. 2017.**

A este nivel se colocan electrodos a la madera situados en la parte inferior, media y baja; a fin de conocer el grado de humedad del conglomerado. Se obtuvo un valor inicial promedio del lote de madera.



**Figura 9. COLOCACIÓN DE MATERIAL PARA SECADO, CENTRO DE MADERAS FOREST FINANCE PANAMA, S.A.**

Se registró el contenido de humedad inicial, la misma se realiza un promedio de las tablas de base, con respecto a las colocadas en el centro de la carga y las de la zona superior.

La madera fue dispuesta de manera ordenada, para que las estibas dentro de la cámara permitieran una perfecta circulación del aire. Los separadores se colocaron de forma alineada y ordenada con respecto a las tablas.

Luego de preparar la carga, se colocaron los electrodos en la parte baja, media y superior de la carga para la regulación y manejo de las condiciones climáticas.

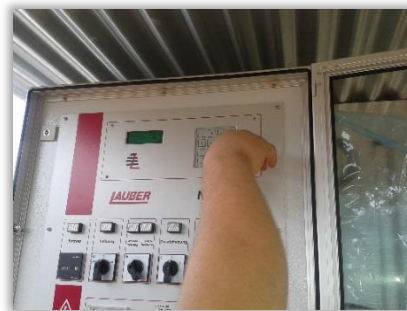
La madera de las especies de amarillo y zapatero entraron a la cámara de secado con el programa diseñado para *Tectona grandis*, por sus características similares a las de la *Terminalia amazonia* y el *Hieronyma alchorneoides*.

Para el ensayo se colocaron muestras de zapatero, amarillo y teca juntos. La madera en la cámara de secado se mantuvo por un periodo de 20 días. Se vigiló el proceso de secado y se mantuvo con leña el horno.





**Figura 10. COLOCACIÓN DE ELECTRODOS EN MADERA, PARA CONOCER EL NIVEL DE SECADO. CENTRO DE MADERAS FOREST FINANCE PANAMA, S.A. 2017**



**Figura 11. PROGRAMA PARA ESTABLECER EL SECADO. CENTRO DE MADERAS FOREST FINANCE PANAMA, S.A. 2017**

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Propiedades físicas de la madera**

#### **4.1.1 Contenido de humedad**

La madera contiene agua de constitución, inherente a su naturaleza orgánica, agua de saturación, que impregna las paredes de los elementos leñosos, y agua libre, absorbida por capilaridad por los vasos y traqueidas. Como la madera es higroscópica, absorbe o desprende humedad, según el medio ambiente. El agua libre desaparece totalmente al cabo de cierto tiempo, quedando, el agua de constitución, el agua de saturación correspondiente a la humedad de la atmósfera que rodea la madera, hasta conseguir un equilibrio, diciéndose que la madera esta secada al aire (Contenido de humedad s.f).

Para la investigación la madera al ser colocada en patio de acopio estaba sobre pilares, bajo sombra, toda descortezada, contenía un porcentaje promedio de humedad de 42% en amarillo y un 51% en zapatero. Es importante mencionar que era temporada seca, además la madera se encontraba bajo la sombra de un árbol.

Los tres tratamientos realizados, determinaron que hubo una pérdida, en la cámara de secado. El tiempo de la madera en el secador fue de 20 días, por usar el programa de Teca.

Se registró una gran diferencia en el secado, porque las piezas absorbieron entre el uno y dos por ciento de humedad, en su superficie.

Las piezas de amarillo al entrar a la cámara de secado contenían un promedio de humedad de 31.1%, al salir contenían una humedad promedio de 9.25%.

Las piezas de zapatero al inicio contenían un valor promedio de 40.5% de humedad, luego de estar en la cámara de secado registró 12.71% de contenido de humedad.

La secadora tenía el valor final de 10%, señalando que esto pudo ser por usar el modelo de secado para teca, el rango de la madera sometida al proceso de secado fue poco variable.

Además, las mediciones no son exactas, porque tiene un área de medir utilizando el método electromagnético IMAN, y cada milímetro de la madera tiene diferentes valores de humedad, porque la madera no es un material homogéneo, lo cual varía por su contenido de agua en su forma natural.

## **4.2. Diámetro de las muestras**

### **4.2.1 Diámetro a la altura del pecho medida en metros**

El diámetro en la especie de *Terminalia amazonia*, amarillo, denota que se ha dado un crecimiento óptimo de la especie, comparado con datos de Solís y Moya (2010), donde para zonas similares en Costa Rica, la Terminalia presenta crecimientos similares en condición de plantación. Se encontraron diámetros apropiados a la edad del individuo. Se observó que el amarillo que en todas las fincas contaba con fustes de buen porte y crecimiento.

En el caso del zapatero se observaron distintos crecimientos, en la finca con mayor rango diamétrico, fue Los Monos 4 (plantaciones de 14 años), pero en la finca Pampanillo, a pesar de ser una de las fincas con mayor edad, los fustes no tenían diámetro para la edad de plantación de los árboles, esto comparado con datos de zapatero para zonas similares en el área de Centro América, donde el mismo presenta un mayor crecimiento (Solís y Moya 2010).

Otra observación fue dada en la Finca de Madera Fina, donde ambas especies contaban con diámetros apropiadas a la edad y muy buena calidad de fustes. Lo cual puede ser indicativo de que es una finca que cuenta con las condiciones para estas dos especies, siendo comparadas con madera proveniente de plantaciones en Costa Rica y evaluadas por Solís y Moya (2010).

**Cuadro III. Diámetros Promedios por Especie**

Finca	Edad de plantación (Años)	Especie (DAP)	
		Amarillo	Zapatero
<b>Luna 2</b>	8	0.2	0.14
<b>El espejo</b>	9	0.17	0.15
<b>Los Monos 4</b>	14	0.21	0.2
<b>Jalá</b>	14	0.19	0.15
<b>Pampanillo</b>	17	0.2	0.11
<b>Maderafina</b>	19	0.2	0.19

#### 4.3 Diámetro observado en las distintas piezas

Diámetro del fuste del árbol a la altura del pecho (DAP= 1,30 m sobre el nivel del suelo). En geometría, el diámetro es el segmento de recta que pasa por el centro y une dos puntos opuestos de una circunferencia. Más en general, el de una esfera es el segmento que, pasando por el centro, tiene sus extremos en la superficie de esta (Roanes 1980).

Con respecto al diámetro, se pudo evaluar que en la especie de amarillo los crecimientos en las distintas fincas eran muy similares y proporcionales a la edad de cada una de las plantaciones. Mientras que en el zapatero era muy

variable, y se observaba que las condiciones de las fincas para esta especie denotaban una gran diferencia en el diámetro. Por ejemplo, en la Finca Pampanillo cuya plantación tiene una edad de 17 años, la especie mostro diámetros muy pequeños comparados a plantaciones de menor edad, las cuales presentaron diámetros mayores, como es el caso de la finca Los Monos de 14 años.,

## 5. CONCLUSIONES

- Al referirse a las características de torsión y rasgado de la madera de las especies de amarillo (***Terminalia amazonia***), se encontró que ésta, presentó rasgado longitudinal interno o separación de fibras en la troza, en cambio al momento del corte se presentó rasgado tangencial el cual se da por la bipartición de la fibra. Esto indica que a mejor trabajabilidad, menos entrecruzamiento y es más propenso a rajaduras.
- Al referirse a las características de torsión y rasgado de la madera en las especies de zapatero (***Hieronyma alchorneoides***), se encuentra que ésta presentó un poco de torsión al momento de pasar por el aserrío y un poco cuando fue secada en la cámara de secado, en las piezas que se encontraban en la parte apical del bloque de madera. Además, esta madera presentó un grano entrecruzado por eso no se trabaja fácilmente. También presenta humedad en el tejido vascular provocando la torsión con mayor facilidad.
- El análisis de las especies se facilitó debido a que la colecta de madera en las distintas fincas tuvo la particularidad de ser madera de raleo, escogida completamente al azar.
- El crecimiento presentado por la especie amarillo (***Terminalia amazonia***), fue proporcional a la edad de cada una de las fincas, evidenciado claramente en la calidad de los fustes y al medir sus distintos diámetros; esto es atribuido a que esta especie tiene cualidades de crecimiento rápido y soporta condiciones variadas.

- La especie zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), presentó distintos crecimientos en las diferentes fincas. En la finca Los Monos 4, se registró un crecimiento proporcional a la edad; mientras que en la finca Pampanillo que es de mayor edad que Los Monos 4, los fustes presentaban baja calidad; lo que indica que esta especie es más exigente con la calidad de sitio.
- El proceso de secado estuvo por la tendencia a 10% de humedad, valor que lo atribuimos a que se utilizó el equipo bajo las condiciones de un programa para la variedad (*Tectona grandis*) teca, lo que produjo valores poco variables. Además, las mediciones no están exactas, lo atribuyó al uso del método electromagnético IMAN ya que este método no se considera uno de los más exactos. También hay que resaltar que cada milímetro de madera tiene un valor de humedad específico, esto causado porque la madera no es un material homogéneo y presenta un variado contenido de agua en su forma natural.

## 6. RECOMENDACIONES

- Es importante darles un seguimiento sostenible a las plantaciones forestales, para lograr un cambio de visión en el sector enfocado en el manejo ambiental, además se debe crear un manual de los procedimientos correctos, para evitar las pérdidas del recurso.
- Se debe enfatizar en la educación forestal no solo; en los empleados de una empresa, sino también en las comunidades alrededor de estos proyectos.
- Promover la modificación de las leyes forestales, para darle un valor al recurso, donde se vean beneficiados las poblaciones y las empresas forestales.
- Debido a sus características tecnológicas, las maderas tropicales han encontrado una aplicación valiosa como materiales de trabajo y decoración, especialmente en los 30 últimos años. En la mayoría de los países tropicales y subtropicales, la madera juega un papel decisivo como recurso energético, lo cual recomienda que se debe promover en las escuelas y comunidades todos los beneficios que posee.
- Es recomendable que se tome importancia a los procesos de secado lo cual optimiza el volumen de la madera, porque en las zonas tropicales el viento, la humedad relativa y la temperatura juegan un papel muy importante.



## 7. BIBLIOGRAFÍA

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2003. Árboles de Centroamérica, un Manual para Extensionistas. Eds. J Cordero; DH Boshier. OFY/CATIE. CR. 1077 p.

Contenido de Humedad. S.f. Disponible en: <http://www3.ucn.cl/FacultadesInstitutos/laboratorio/Propiedades%20f%EDsicas3.htm>

FOREST FINANCE, PA. 2014. Mapa interactivo: Panamá (en línea). Consultado 9 jun. 2014. Disponible en: [www.forestfinance.de/webmap3/map027.html](http://www.forestfinance.de/webmap3/map027.html)

Guilfoyle; B; Klingenberg; W. 2007. On C2-smooth surfaces of constant width. 1 ed. DE.

Montero, M. 1998. Terminalia amazonia. Ecología Silvicultural. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 33 p.

Moya, R. 2010. Características Físicas de la Madera de Amarillo. Consultado 16 oct. 2014. Disponible en: [www.tec.ac.cr/revistaforestal](http://www.tec.ac.cr/revistaforestal)

Nagel, C. 2005. Geografía mundial y desafíos del siglo XXI. Editorial Santillana. 30 p.

Ramos, O. 1994. América Central de frente al futuro: potencialidades de la industria forestal. Revista Forestal Centroamericana. no 7: 6 – 9.

Roanes, E. 1980. Introducción a la geometría. Anaya editorial. 1ª ed.

Ugalde, L. 1981. Conceptos Básicos de Dasometría. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, CR. 23 p.

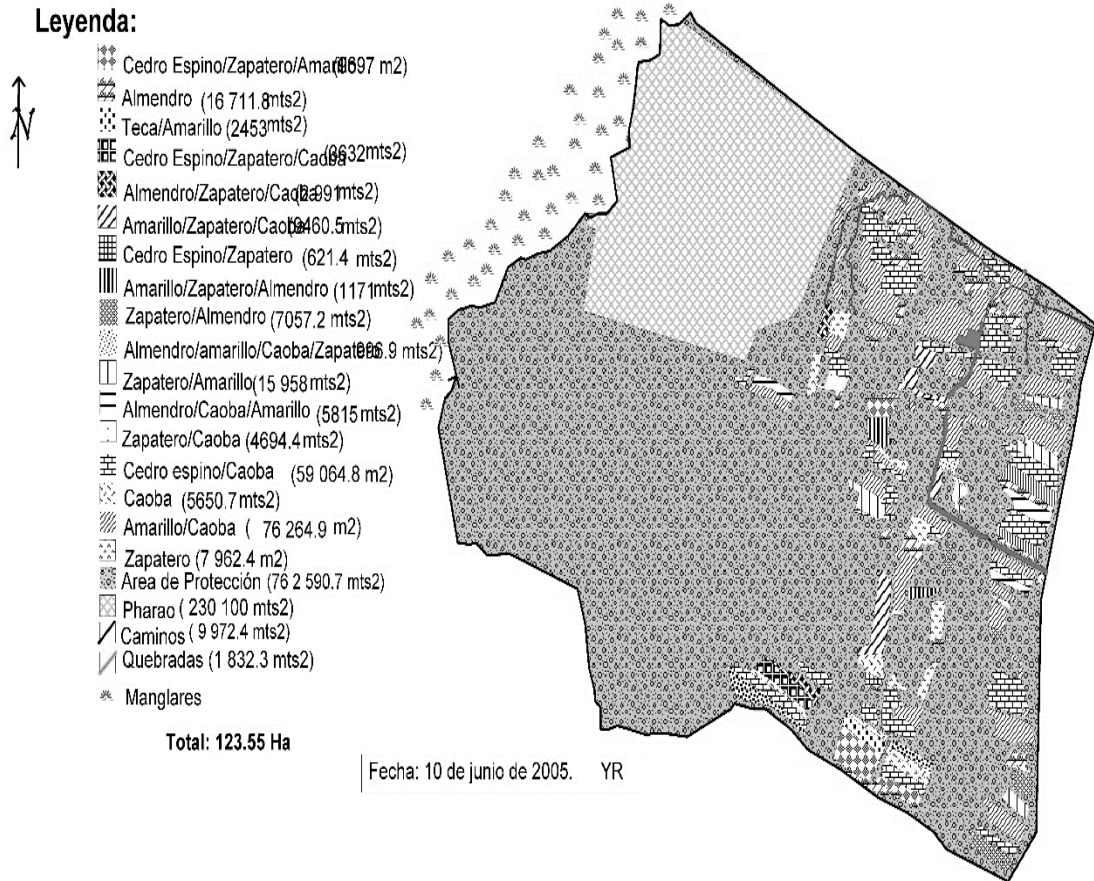
Valdivia, F. 2009. Recursos necesarios para determinar los costos de producción forestal y agroforestal. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 8 p.

Vignote, S; Martínez, I. 2006. Tecnologías de la Madera. Las características y propiedades de la madera. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, ES. 687 p.

8. ANEXOS

MAPA DE FINCA LOS MONOS. FOREST FINANCE PANAMÁ S.A.

Mapa de Distribución de Especies  
 Proyecto Forestal en LOS MONOS






















Fuente: Forest Finance Panamá S.A. 2017.Sistema de Información Geográfica.

## MAPA DE FINCA PAMPANILLO. FOREST FINANCE PANAMÁ S.A.

### Mapa de Distribución de Especies Proyecto Forestal en Pampanillo

#### Leyenda:

-  Tectona grandis (64 370 mts) └
  -  Terminalia amazonia & Swietenia macrophylla (35 979.1 mts2)
  -  Bombacopsis quinata / Swietenia Macrophylla (10 993.8 mts2)
  -  Dipterix panamensis (10 149.62 mts2)
  -  Swietenia macrophylla (1 846 mts2)
  -  Bombacopsis quinata & Terminalia
  -  Bombacopsis quinata & Hieronyma alchorneoides Swietenia macrophylla (17 287.9 mts2)
  -  Bombacopsis quinata & Swietenia macrophylla Dipterix panamensis ( 10 129 mts2)
  -  Bombacopsis quinata & Dipterix panamensis Hieronyma alchorneoides ( 10 091 mts2)
  -  Bombacop ( 5 993 mts2)
  -  Swietenia macrophylla & Terminalia amazonia Dipterix panamensis ( 2 994 mts2)
  -  Bombacopsis quinata & Terminalia amazonia ( 2 994 mts2)
  -  Bombacopsis quinata & Hieronyma alchorneoides ( 1 498.75 mts2)
  -  Bombacopsis quinata & Dipterix panamensis ( 50 846.8 m)
  -  Bombacopsis/Hyeronima/Terninalia 8 190 mts
  -  Camino (17 870 mts)
  -  Cortafuego (6 469 mts)
  -  Protección y quebrada (24 010 mts)
  -  Manglares
- Total: 29.32 Ha



Fecha: 10 de junio de 2005. YR

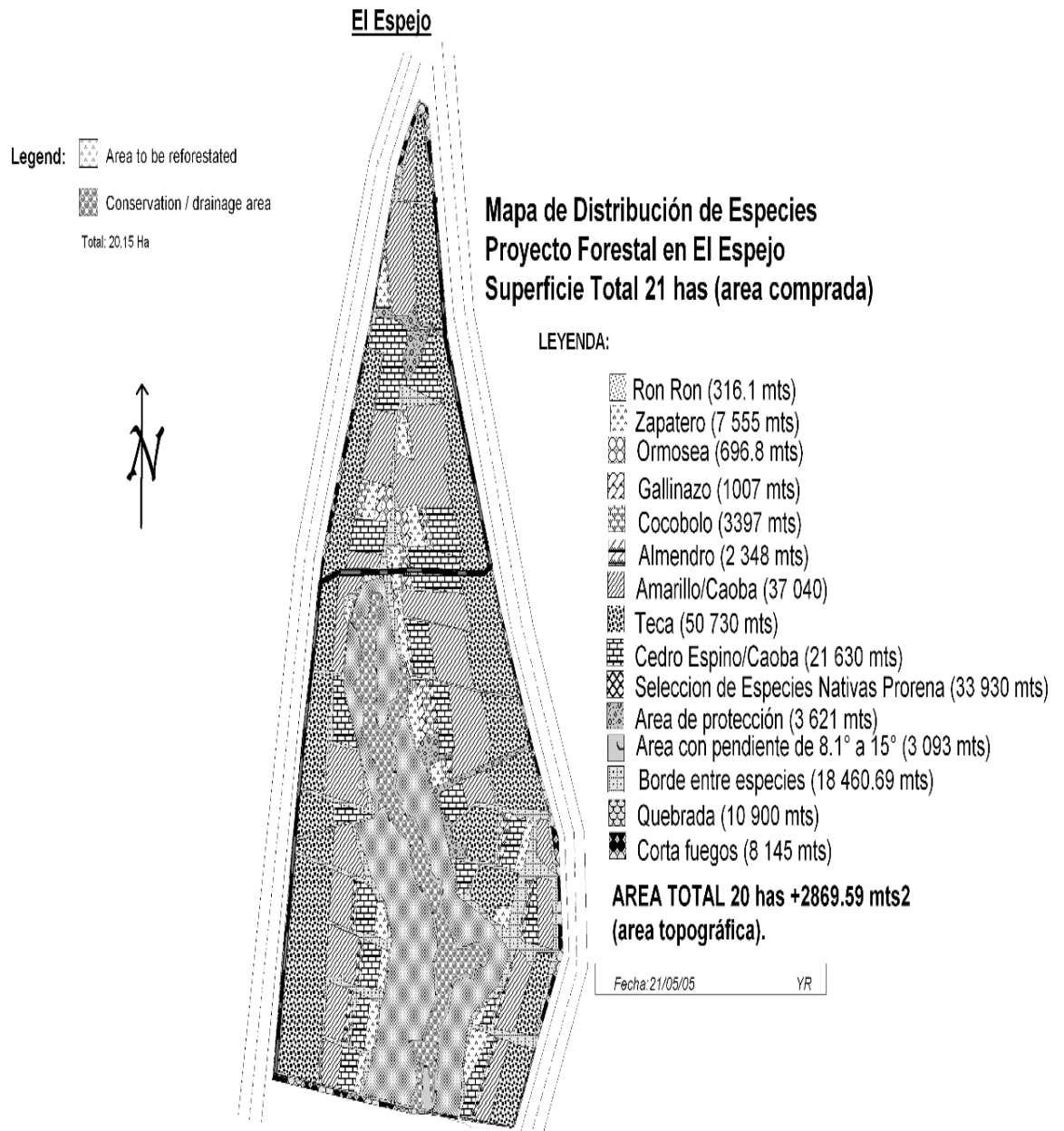
Fuente: Forest Finance Panamá S.A. 2017.Sistema de Información Geográfica.

**MAPA DE FINCA MADERA FINA. FOREST FINANCE PANAMÁ S.A.**



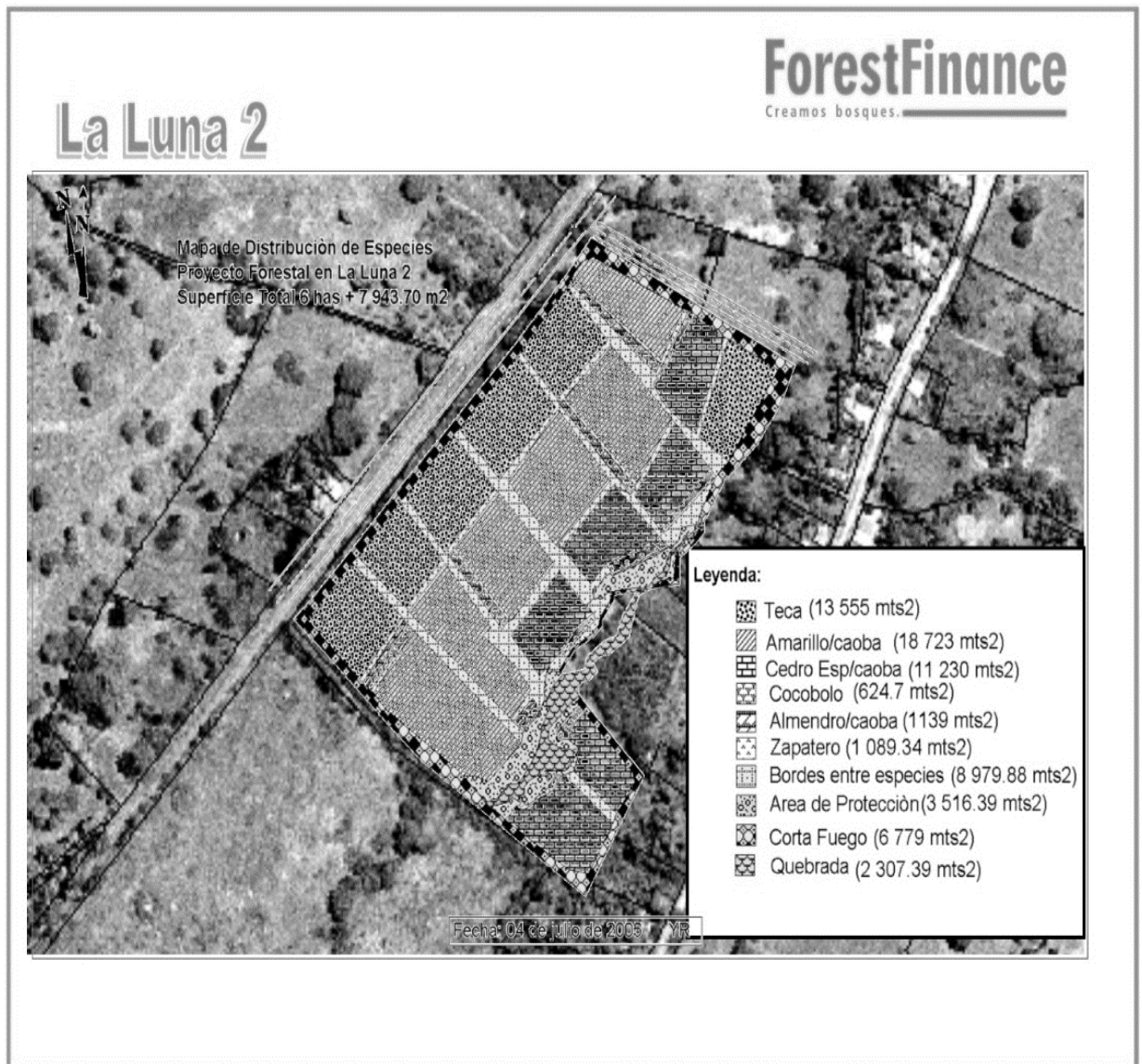
**Fuente: Forest Finance Panamá S.A. 2017. Sistema de información geográfica.**

## MAPA DE FINCA EL ESPEJO. FOREST FINANCE PANAMÁ S.A.



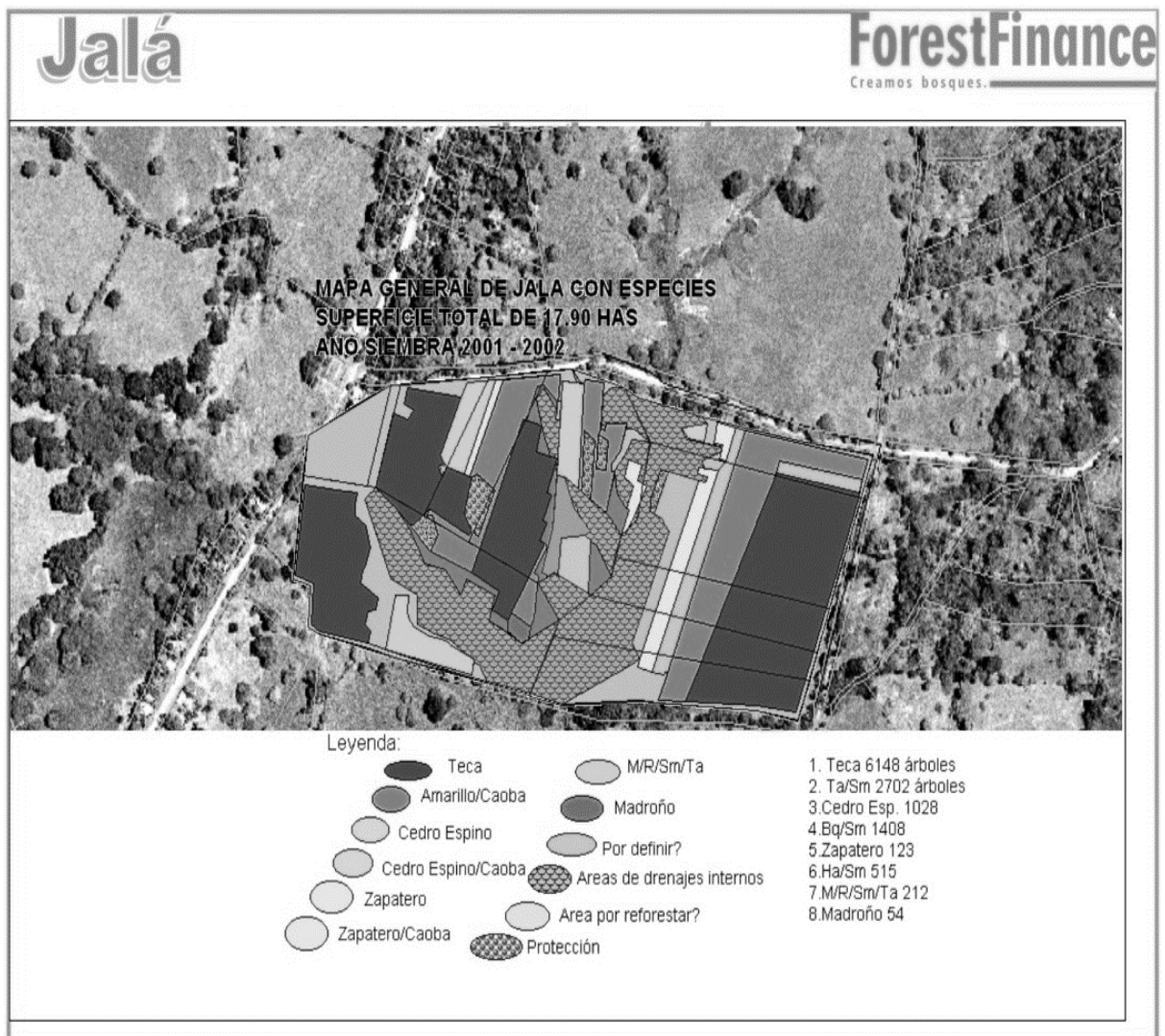
**Fuente: Forest Finance Panamá S.A. 2017. Sistema de información geográfica.**

## MAPA DE FINCA LA LUNA 2. FOREST FINANCE PANAMÁ S.A.



**Fuente: Forest Finance Panamá S.A. 2017. Sistema de Información geográfica.**

## MAPA DE FINCA JALÁ. FOREST FINANCE PANAMÁ S.A.



Fuente: Forest Finance Panamá S.A. 2017. Sistema de información geográfica.

**Dasometría aplicada:****Diámetro o circunferencia:**

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

Donde:

- CAP: Circunferencia a la altura del pecho
- DAP: Diámetro a la altura del pecho

**Área basal:**

$$Ab = \frac{\pi}{4} DAP^2$$

Donde:

- Ab= Área basal (m<sup>2</sup> árbol)
- 

**Volumen:**

$$Vol = \frac{\pi}{4} * DAP^2 * Largo Troza$$



## REGISTROS DE MADERA EN ROLLO.

Cuadro 1. Finca Pampanillo. Forest Finance Panamá 2017.

<b>Finca Pampanillo</b>	Especie: amarillo/zapatero
	Parcela: 1,5,12,21,22
	Volumen extraído: 1.80795898 m <sup>3</sup>
	Área Basal: 0.05 m <sup>2</sup>
	N° de trozas: 11

Código	Troza	Long	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
JLHbZa	1	3.5	0.15	0.12	0.11	<b>0.04798723</b>	C
JLHbAm	2	4.2	0.22	0.2	0.2	<b>0.1323824</b>	B
JLHbAm	2.1	3.2	0.21	0.18	0.19	<b>0.10674314</b>	B
JLHbAm	2.2	2.9	0.18	0.18	0.18	<b>0.08939873</b>	B
JLHbAm	3	4	0.26	0.19	0.21	<b>0.14988152</b>	A
JLHbAm	3.1	3.2	0.19	0.18	0.18	<b>0.09564342</b>	B
JLHbAm	3.2	3.2	0.18	0.15	0.16	<b>0.07634666</b>	B
JLPLAm	1	5.1	0.17	0.11	0.13	<b>0.06356454</b>	B
JLPLAm	1.1	5.1	0.11	0.09	0.09	<b>0.03101496</b>	B
JLRVZa	1	3.1	0.13	0.08	0.09	<b>0.0298738</b>	C
JLRVZa	2	3.8	0.08	0.08	0.08	<b>0.01916698</b>	C
					Total	<b>0.84200337</b>	

**Cuadro 2. Finca Maderafina. Forest Finance Panamá 2017.**

<b>Finca Maderafina</b>	Especie: amarillo/zapatero
	Parcela: 2, 3, 4
	Volumen extraído: 1.99121313 m <sup>3</sup>
	Área Basal: 0.06 m <sup>2</sup>
	N° de trozas: 21

Código	Troza	Long	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
MF3Am	1	3.2	0.31	0.25	0.25	<b>0.21096</b>	A
MF3Am	1.1	3.2	0.25	0.22	0.24	<b>0.15915498</b>	A
MF3Am	1.2	3.4	0.22	0.2	0.22	<b>0.13148181</b>	A
MF3Am	1.3	3	0.22	0.18	0.19	<b>0.10915294</b>	A
MF3Am	1.4	2.2	0.18	0.17	0.18	<b>0.0799611</b>	B
MF3Za	2	2.25	0.2	0.18	0.18	<b>0.09148522</b>	B
MF3Za	2.1	2.25	0.2	0.16	0.17	<b>0.08262355</b>	B
MF3Za	2.2	1.7	0.16	0.15	0.15	<b>0.05811385</b>	B
MF2Za	1	3.5	0.21	0.17	0.17	<b>0.09948107</b>	B
MF2Za	1.1	1.9	0.21	0.16	0.16	<b>0.08243395</b>	B
MF2Am	2	3.5	0.2	0.17	0.18	<b>0.09858812</b>	A
MF2Am	2.1	3	0.17	0.16	0.17	<b>0.07719806</b>	B
MF2Am	2.2	3	0.16	0.15	0.16	<b>0.06820624</b>	B
MF2Am	2.3	3	0.15	0.14	0.14	<b>0.05749384</b>	B
MF2Am	2.4	2.52	0.14	0.11	0.12	<b>0.0412002</b>	B
MF4Am	1	3.4	0.23	0.2	0.21	<b>0.13215429</b>	B
MF4Am	1.1	3	0.2	0.19	0.19	<b>0.10445294</b>	B
MF4Am	1.2	2.6	0.18	0.17	0.17	<b>0.08097165</b>	B
MF4Am	1.3	1.8	0.17	0.16	0.16	<b>0.06656374</b>	B
MF4ZA	2	4	0.21	0.15	0.17	<b>0.09686408</b>	B
MF4ZA	2.1	3	0.15	0.15	0.15	<b>0.0626715</b>	B
					Total	<b>1.99121313</b>	

**Cuadro 3. Finca Los Monos 4. Forest Finance Panamá 2017.**

<b>Finca Los Monos 4</b>	Especie: amarillo/zapatero
	Parcela: RC
	Volumen extraído: 1.3334684 m <sup>3</sup>
	Área Basal: 0.03 m <sup>2</sup>
	N° de trozas: 14

Código	Troza	Long	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
MN4RCAm	1	4.4	0.25	0.21	0.21	<b>0.15739967</b>	B
MN4RCAm	2	5.3	0.24	0.18	0.19	<b>0.14009019</b>	B
MN4RCZA	3	4.3	0.21	0.15	0.15	<b>0.09192915</b>	B
MN4RCZA	4	3	0.25	0.19	0.2	<b>0.130016</b>	B
MN4RCZA	4.1	1.9	0.15	0.14	0.15	<b>0.05329195</b>	B
MN4RCZA	4.2	1.2	0.16	0.16	0.16	<b>0.0592425</b>	B
MN4RCZA	4.3	1	0.18	0.17	0.17	<b>0.06886602</b>	B
MN4RCZA	5	2.5	0.26	0.2	0.21	<b>0.13646345</b>	B
MN4RCZA	5.1	1.5	0.2	0.19	0.19	<b>0.09027647</b>	B
MN4RCZA	5.2	1	0.19	0.18	0.18	<b>0.07698232</b>	B
MN4RCZA	5.3	1.5	0.16	0.15	0.16	<b>0.05815312</b>	B
MN4RCAm	6	4	0.23	0.18	0.2	<b>0.127188</b>	B
MN4RCAm	6.1	3	0.18	0.16	0.17	<b>0.08069806</b>	B
MN4RCAm	6.2	3	0.16	0.14	0.15	<b>0.0628715</b>	B
					Total	<b>1.3334684</b>	

**Cuadro 4. Finca Luna 2. Forest Finance Panamá 2017.**

<b>Finca La Luna 2</b>	Especie: amarillo/zapatero
	Parcela: 21, 27
	Volumen extraído: 0.92215145 m <sup>3</sup>
	Área Basal: 0.02 m <sup>2</sup>
	N° de trozas: 11

Código	Troza	Long	Diámetro 1	Diámetro 2	Diámetro (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
LN21Am	1	4.1	0.26	0.2	0.21	<b>0.15493606</b>	A
LN21Am	1.1	4.1	0.2	0.19	0.19	<b>0.11484902</b>	B
LN21Am	1.2	1.6	0.17	0.17	0.17	<b>0.06990563</b>	B
LN21Am	1.3	3	0.15	0.14	0.14	<b>0.05749384</b>	B
LN21Am	1	3.15	0.2	0.16	0.16	<b>0.08671155</b>	B
LN21Am	1.1	3.15	0.16	0.14	0.14	<b>0.06136353</b>	B
LN27ZA	1	1.6	0.14	0.12	0.13	<b>0.04107907</b>	C
LN27ZA	2	2	0.13	0.1	0.11	<b>0.03323556</b>	C
LN27ZA	3	2.5	0.14	0.1	0.11	<b>0.03751945</b>	C
LN27AM	2	3	0.27	0.21	0.21	<b>0.15163614</b>	A
LN27AM	2.1	2.8	0.21	0.2	0.2	<b>0.1134216</b>	B
					Total	<b>0.92215145</b>	

**Cuadro 5. Finca El Espejo. Forest Finance Panamá 2017.**

<b>Finca El Espejo</b>	Especie: amarillo/zapatero
	Parcela: 13, 15, 16, 17, 18
	Volumen extraído: 0.5513238 m <sup>3</sup>
	Área Basal: 0.01 m <sup>2</sup>
	N° de trozas: 9

<b>Código</b>	<b>Troza</b>	<b>Long</b>	<b>Diámetro 1</b>	<b>Diámetro 2</b>	<b>Diámetro (m)</b>	<b>Vol (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cod. Clase</b>
EeS15SZa	1	4	0.16	0.09	0.11	<b>0.04637112</b>	C
EeS18Am	1	2.4	0.18	0.15	0.16	<b>0.07098499</b>	B
EeS18Am	1.1	2.4	0.15	0.14	0.14	<b>0.05441507</b>	B
EeS13Za	1	3.6	0.15	0.09	0.1	<b>0.0400248</b>	C
EeS17Za	1	3	0.14	0.11	0.11	<b>0.04120334</b>	C
EeS17Am	2	3.25	0.15	0.12	0.12	<b>0.04915224</b>	B
EeS17Am	2.1	3.3	0.12	0.11	0.11	<b>0.03695367</b>	C
EeS16Am	1	4.5	0.23	0.18	0.19	<b>0.12782941</b>	B
EeS16Am	1.1	4.4	0.18	0.15	0.16	<b>0.08438915</b>	C
					Total	<b>0.5513238</b>	

**Cuadro 6. Finca Jalá. Forest Finance Panamá 2017.**

<b>Finca Jalá</b>	Especie: amarillo/zapatero
	Parcela: Revilla, Pasta Liana, HB
	Volumen extraído: 0.84200337 m <sup>3</sup>
	Área Basal: 0.02 m <sup>2</sup>
	N° de trozas: 11

<b>Código</b>	<b>Troza</b>	<b>Long</b>	<b>Diámetro 1</b>	<b>Diámetro 2</b>	<b>Diámetro (m)</b>	<b>Vol (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Cod. Clase</b>
JLHbZa	1	3.5	0.15	0.12	0.11	<b>0.04798723</b>	C
JLHbAm	2	4.2	0.22	0.2	0.2	<b>0.1323824</b>	B
JLHbAm	2.1	3.2	0.21	0.18	0.19	<b>0.10674314</b>	B
JLHbAm	2.2	2.9	0.18	0.18	0.18	<b>0.08939873</b>	B
JLHbAm	3	4	0.26	0.19	0.21	<b>0.14988152</b>	A
JLHbAm	3.1	3.2	0.19	0.18	0.18	<b>0.09564342</b>	B
JLHbAm	3.2	3.2	0.18	0.15	0.16	<b>0.07634666</b>	B
JLPLAm	1	5.1	0.17	0.11	0.13	<b>0.06356454</b>	B
JLPLAm	1.1	5.1	0.11	0.09	0.09	<b>0.03101496</b>	B
JLRVZa	1	3.1	0.13	0.08	0.09	<b>0.0298738</b>	C
JLRVZa	2	3.8	0.08	0.08	0.08	<b>0.01916698</b>	C
					Total	<b>0.84200337</b>	

### TRATAMIENTO 1

**Cuadro 1. Finca Maderafina**

Código/Especie	Troz as (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
MF3AM	1	0.0254	0.127	1.5	0.005	B
MF3AM	1.1	0.0254	0.1524	2.5	0.010	A
MF3AM	1.2	0.0254	0.1524	2.5	0.010	A
MF3AM	1.3	0.0508	0.1524	2.5	0.019	A
MF3AM	1.4	0.0254	0.1016	2.35	0.006	B
MF4ZA	1	0.0254	0.0762	1.45	0.003	B
MF4ZA	2	0.0508	0.0762	2	0.008	B
				<b>Total</b>	0.060	

**Cuadro 2. Finca Pampanillo**

Código/Especie	Troz as (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
PP12AM	1	0.0508	0.127	2.3	0.015	B
PP12AM	1.1	0.0508	0.127	2.3	0.015	A
PP12AM	1.2	0.0254	0.127	2.3	0.007	B
PP12AM	1.3	0.0254	0.1016	2.3	0.006	B
PP21ZA	1	0.0254	0.0762	1.7	0.003	C
PP21ZA	2	0.0508	0.0762	2	0.008	B
				<b>Total</b>	0.054	

**Cuadro 3. Finca Jala**

Código/Especie	Troz as (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
JAHbAM	1	0.0254	0.127	1.05	0.003	B
JAHbAM	1.1	0.0254	0.127	1.95	0.006	B
JAHbAM	1.2	0.0254	0.127	2.3	0.007	A
JAHbAM	1.3	0.0508	0.127	2.3	0.015	A
				<b>Total</b>	0.032	

**Cuadro 4. Finca Los Monos 4**

Código/Especie	Trozas (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
MN4RCAM	1	0.0254	0.1016	1.5	0.004	B
MN4RCAM	1.1	0.0254	0.1016	2.5	0.006	A
MN4RCAM	1.2	0.0508	0.1016	2.5	0.013	A
MN4RCAM	2	0.0254	0.1016	2.45	0.006	A
MN4RCAM	2.1	0.0508	0.1016	2.45	0.013	A
MN4RCAM	2.2	0.0254	0.0762	2.45	0.005	B
MN4RCAM	2.3	0.0254	0.1016	2.45	0.006	A
MN4RCAM	2.4	0.0254	0.0508	1.65	0.002	C
<b>Total</b>					0.055	

**Cuadro 5. Finca Luna 2**

Código/Especie	Trozas (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
LN21AM	1	0.0254	0.127	2	0.006	B
LN21AM	1.1	0.0508	0.127	2	0.013	A
LN21AM	1.2	0.0254	0.1016	2	0.005	A
LN21AM	1.3	0.0254	0.1016	2	0.005	A
<b>Total</b>					0.030	

**Cuadro 6. Finca El Espejo**

Código/Especie	Trozas (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
EeS16Am	1	0.0508	0.127	2.15	0.014	B
EeS16Am	1.1	0.0254	0.1016	2.15	0.006	A
EeS16Am	1.2	0.0254	0.1016	2.15	0.006	A
EeS16Am	2	0.0254	0.127	2	0.006	A
EeS16Am	2.1	0.0762	0.127	2	0.019	A
EeS16Am	2.2	0.0254	0.1016	2	0.005	B
EeS16Am	2.3	0.0254	0.0762	2	0.004	A
<b>Total</b>					0.060	



## TRATAMIENTO 2

Cuadro 1. Finca Maderafina

Código/Especie	Trozas (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m³)	Cod. Clase
MF3AM	1	0.0254	0.127	1.5	0.005	B
MF3AM	1.1	0.0254	0.1524	2.5	0.010	A
MF3AM	1.2	0.0254	0.1524	2.5	0.010	A
MF3AM	1.3	0.0508	0.1524	2.5	0.019	A
MF3AM	1.4	0.0254	0.1016	2.35	0.006	B
MF4ZA	1	0.0254	0.0762	1.45	0.003	B
MF4ZA	2	0.0508	0.0762	2	0.008	B
				<b>Total</b>	0.060	

Cuadro 2. Finca Pampanillo

Código/Especie	Trozas (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m³)	Cod. Clase
PP12AM	1	0.0508	0.127	2.3	0.015	B
PP12AM	1.1	0.0508	0.127	2.3	0.015	A
PP12AM	1.2	0.0254	0.127	2.3	0.007	B
PP12AM	1.3	0.0254	0.1016	2.3	0.006	B
PP21ZA	1	0.0254	0.0762	1.7	0.003	C
PP21ZA	2	0.0508	0.0762	2	0.008	B
				<b>Total</b>	0.054	

Cuadro 3. Finca Jala

Código/Especie	Trozas (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m³)	Cod. Clase
JAHbAM	1	0.0254	0.127	1.05	0.003	B
JAHbAM	1.1	0.0254	0.127	1.95	0.006	B
JAHbAM	1.2	0.0254	0.127	2.3	0.007	A
JAHbAM	1.3	0.0508	0.127	2.3	0.015	A
				<b>Total</b>	0.032	

Cuadro 4. Finca Los Monos4

Código/Especie	Troz as (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol(m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
MN4RCAM	1	0.0762	0.0762	1.95	0.011	B
MN4RCAM	1.1	0.0254	0.1016	1.5	0.004	B
MN4RCZA	2	0.0254	0.1016	1.5	0.004	A
MN4RCZA	2.1	0.0254	0.127	1.5	0.005	A
MN4RCZA	2.2	0.0254	0.127	1.5	0.005	B
MN4RCZA	2.3	0.0254	0.1016	1	0.003	C
MN4RCAM	3	0.0254	0.1016	2.45	0.006	A
MN4RCAM	3.1	0.0254	0.0508	1.65	0.002	C
<b>Total</b>					0.040	

Cuadro 5. Finca Luna 2

Código/Especie	Troz as (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol(m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
LN21AM	1	0.0254	0.127	2	0.006	B
LN21AM	1.1	0.0508	0.127	2	0.013	A
LN21AM	1.2	0.0254	0.1016	2	0.005	A
LN21AM	1.3	0.0254	0.1016	2	0.005	A
<b>Total</b>					0.030	

Cuadro 6. Finca El Espejo

Código/Especie	Troz as (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
EeS16Am	1	0.0508	0.127	2.15	0.014	B
EeS16Am	1.1	0.0254	0.1016	2.15	0.006	A
EeS16Am	1.2	0.0254	0.1016	2.15	0.006	A
EeS16Am	2	0.0254	0.127	2	0.006	A
EeS16Am	2.1	0.0762	0.127	2	0.019	A
EeS16Am	2.2	0.0254	0.1016	2	0.005	B
EeS16Am	2.3	0.0254	0.0762	2	0.004	A
<b>Total</b>					0.060	

## TRATAMIENTO 3

Cuadro 1. Finca Madera fina

Código/Especie	Troz as (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
MF3AM	1	0.0254	0.1016	1.5	0.004	B
MF3AM	1.1	0.0254	0.127	2.5	0.008	A
MF3AM	1.2	0.0254	0.127	2.5	0.008	A
MF3AM	1.3	0.0508	0.127	2.5	0.016	A
MF3AM	1.4	0.0254	0.0762	2.35	0.005	B
MF4ZA	1	0.0254	0.0762	1.45	0.003	B
MF4ZA	2	0.0508	0.0762	2	0.008	B
				<b>Total</b>	0.051	

Cuadro 2. Finca Pampanillo

Código/Especie	Troz as (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
PP12AM	1	0.0508	0.127	2.3	0.015	B
PP12AM	1.1	0.0508	0.1016	2.3	0.012	A
PP12AM	1.2	0.0254	0.127	2.3	0.007	B
PP12AM	1.3	0.0254	0.0762	2.3	0.004	B
PP21ZA	1	0.0254	0.0762	1.7	0.003	C
PP21ZA	2	0.0508	0.0508	2	0.005	B
				<b>Total</b>	0.047	

Cuadro 3. Finca Jala

Código/Especie	Troz as (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
JAHbAM	1	0.0254	0.127	1.05	0.003	B
JAHbAM	1.1	0.0254	0.127	1.95	0.006	B
JAHbAM	1.2	0.0254	0.1016	2.3	0.006	A
JAHbAM	1.3	0.0508	0.127	2.3	0.015	A
				<b>Total</b>	0.030	

Cuadro 4. Finca Los Monos 4

Código/Especie	Troz as (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
MN4RCAM	1	0.0762	0.0508	1.95	0.008	B
MN4RCAM	1.1	0.0254	0.0762	1.5	0.003	B
MN4RCZA	2	0.0254	0.0762	1.5	0.003	A
MN4RCZA	2.1	0.0254	0.0508	1.5	0.002	A
MN4RCZA	2.2	0.0254	0.127	1.5	0.005	B
MN4RCZA	2.3	0.0254	0.0762	1	0.002	C
MN4RCAM	3	0.0254	0.0762	2.45	0.005	A
MN4RCAM	3.1	0.0254	0.0508	1.65	0.002	C
				<b>Total</b>	0.029	

Cuadro 5. Finca Luna 2

Código/Especie	Troz as (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
LN21AM	1	0.0254	0.1016	2	0.005	B
LN21AM	1.1	0.0508	0.127	2	0.013	A
LN21AM	1.2	0.0254	0.0762	2	0.004	A
LN21AM	1.3	0.0254	0.1016	2	0.005	A
				<b>Total</b>	0.027	

Cuadro 6. Finca El Espejo

Código/Especie	Troz as (Nº)	Espesor (m)	Ancho (m)	Largo (m)	Vol (m <sup>3</sup> )	Cod. Clase
EeS16Am	1	0.0508	0.1016	2.15	0.011	B
EeS16Am	1.1	0.0254	0.1016	2.15	0.006	A
EeS16Am	1.2	0.0254	0.1016	2.15	0.006	A
EeS16Am	2	0.0254	0.1016	2	0.005	A
EeS16Am	2.1	0.0762	0.127	2	0.019	A
EeS16Am	2.2	0.0254	0.1016	2	0.005	B
EeS16Am	2.3	0.0254	0.0508	2	0.003	A
				<b>Total</b>	0.054	

## ANÁLISIS DE SUELO DE LAS DIFERENTES FINCAS, UTILIZADAS EN LA INVESTIGACIÓN. FOREST FINANCE PANAMÁ

Nº	Arcilla %	Arena %	Limo %	CLAF. TEXTURAL	pH (H <sub>2</sub> O) (1:2.5)	P		K		Na		Fe		Cu		Mn		Zn		Ca		Mg		Acidez		Al		Mat. Org.		
						ppm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	35,8	49,9	14,4	Arcillo Arenoso	4,6	m.À	1,12	b	64,6	m	11,99	b	349,4	a	4,1	m	84,3	a	0,1	b	0,03	b	0,00	b	0,25	b	0,00	b	0,22	b
2	31,0	54,5	14,5	Franco Arcillo Arenoso	4,8	m.À	0,78	b	68,9	m	14,02	b	251,3	a	3,6	m	62,0	a	3,8	b	0,09	b	0,02	b	0,10	b	0,00	b	3,57	m
3	34,5	51,2	14,4	Franco Arcillo Arenoso	4,6	m.À	1,33	b	73,2	m	11,58	b	214,1	a	3,3	m	154,5	a	0,5	b	0,04	b	0,00	b	0,20	b	0,00	b	3,35	m
4	39,7	44,7	15,6	Franco Arcillo	4,7	m.À	1,12	b	68,9	m	16,35	b	643,8	a	4,3	m	72,9	a	1,0	b	0,05	b	0,03	b	0,35	b	0,00	b	2,68	b
5	26,8	58,9	14,4	Franco Arcillo Arenoso	5,3	A	1,05	b	56,0	m	7,73	b	102,4	a	3,3	m	204,5	a	0,8	b	0,02	b	0,00	b	0,15	b	0,00	b	2,79	b
6	28,0	53,7	18,2	Franco Arcillo Arenoso	4,8	m.À	0,85	b	64,6	m	6,51	b	78,7	a	3,6	m	263,3	a	0,5	b	0,17	b	0,04	b	0,10	b	0,00	b	2,68	b

m.À= Muy Ácida      A= Ácido      À= Poco Ácido      N= Neutro      À= Alcalino      m.À= Muy Alcalino      a= alto      m= medio      b= bajo

**IDENTIFICACIÓN DE LAS MUESTRAS**  
 1 S-145 M-1 Finca Campanillo      5 S-149 M-5 Finca Jatá  
 2 S-146 M-2 Finca Madera Fina      6 S-150 M-6 Finca La Luna 2  
 3 S-147 M-3 Finca El Espejo  
 4 S-148 M-4 Finca Los Monos 4

Fuente: LABSA (Laboratorio de Suelos y Aguas) Facultad de Ciencias Agropecuarias-Chiriquí. Universidad de Panamá 2015