

**UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
ESCUELA DE INGENIERIA AGRICOLA**

PRODUCTIVIDAD EN MADERA DE AMARILLO (*Terminalia amazonia*), ZAPATERO (*Hieronyma alchorneoides*), CAOBA (*Swietenia macrophylla*) Y CEDRO ESPINO (*Pachira quinata*) EN FRANJAS DE ENRIQUECIMIENTO FORESTAL, FOREST FINANCE PANAMÁ S.A., LAS LAJAS, DISTRITO DE SAN FÉLIX

**OVETT J. APARICIO R.
1-727-33**

**DAVID, CHIRIQUÍ
REPÚBLICA DE PANAMÁ**

2016

PRODUCTIVIDAD EN MADERA DE AMARILLO (*Terminalia amazonia*), ZAPATERO (*Hieronyma alchorneoides*), CAOBA (*Swietenia macrophylla*) Y CEDRO ESPINO (*Pachira quinata*) EN FRANJAS DE ENRIQUECIMIENTO FORESTAL, FOREST FINANCE PANAMÁ S.A., LAS LAJAS, DISTRITO DE SAN FÉLIX

TRABAJO DE GRADUACIÓN SOMETIDO 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 OBTENIDO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

APROBADO:

PROF. OVIDIO NOVOA

DIRECTOR

PROFA. FELÍCITA GONZÁLEZ

ASESORA

PROF. JOSÉ PINEDA

ASESOR

DAVID, CHIRIQUÍ

REPÚBLICA DE PANAMÁ

2016

AGRADECIMIENTO

Doy gracias a Dios por darme vida, salud y fortaleza para seguir adelante, con lo cual culminé una más de mis metas. Le agradezco por darme una familia, la cual ha sido un pilar muy importante en mi vida, brindándome su apoyo incondicional, animándome a seguir creciendo cada día, a mejorar como persona y como profesional; sin ellos, no hubiera llegado a donde estoy ahora. Por ello estoy muy agradecido, gracias papá Oliver Aparicio R. y mamá Mariana Rivera R., porque sé que han sacrificado mucho para que salgamos adelante.

A mis asesores, los profesores Ovidio Novoa, Felícita González y José Pineda, por su disposición en lo que necesité, por sus consejos, aportes, comentarios, sugerencias y por las diferentes correcciones durante todo el desarrollo de la investigación.

A la empresa Forest Finance Panamá S.A. por darme la oportunidad de realizar esta investigación en sus fincas de enriquecimiento forestal, por brindarme apoyo y atención en el tiempo que estuve en campo; al señor Leonardo por ser un guía excepcional.

A todos mis compañeros y amigos, Edwin Cedeño, Abraham Villamil, Katherina Correa, Andrea Blanco, Fátima Guerra, Danny Araúz, Ixi Espinosa e Isanella González, quienes estuvieron conmigo en todos estos años de estudio, por todos esos momentos inolvidables de risas, trabajo, preocupaciones y peleas que pasamos juntos. A la profesora Luz Loría y a todos los profesores de la carrera que me brindaron de su tiempo y conocimientos.

Ovett Aparicio

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, mis metas y triunfos principalmente a Dios, y a toda mi familia porque sin su apoyo incondicional jamás lo hubiese logrado. A mis padres y hermano por ayudarme, por su confianza y cuidado durante todo este tiempo de estudio, por los ánimos y consejos que me han brindado para ir creciendo cada día más.

Ovett Aparicio

PRODUCTIVIDAD EN MADERA DE AMARILLO (*Terminalia amazonia*), ZAPATERO (*Hieronyma alchorneoides*), CAOBA (*Swietenia macrophylla*) Y CEDRO ESPINO (*Pachira quinata*) EN FRANJAS DE ENRIQUECIMIENTO FORESTAL, FOREST FINANCE PANAMÁ S.A., LAS LAJAS, DISTRITO DE SAN FÉLIX

Aparicio, O. 2016. Productividad en madera de amarillo (*Terminalia amazonia*), zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro espino (*Pachira quinata*) en franjas de enriquecimiento forestal, Forest Finance Panamá S.A., Las Lajas, distrito de San Félix. Tesis Ing. en Manejo de Cuencas y Ambiente. Chiriquí, PA, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. 93p.

RESUMEN

La idea de enriquecer el bosque es tratar de devolver al mismo, la estructura que presentaba en sus inicios, con toda la complejidad que la biodiversidad permitía. Esta variante silvícola, desarrollada en los trópicos, ha mostrado la posibilidad de reinventar el bosque con un poco de intervención humana y lo que la silvigénesis es capaz de lograr en el tiempo. Esta investigación se realizó en las fincas bajo esta modalidad, administradas por Forest Finance Panamá S.A., ubicadas en el corregimiento de Las Lajas, provincia de Chiriquí. Se planteó como objetivo conocer la productividad de las especies nativas: amarillo (*Terminalia amazonia*), zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro espino (*Pachira quinata*), en franjas de enriquecimiento forestal, en términos del incremento corriente anual (ICA) y el incremento medio anual (IMA). En las fincas Los Monos 1; 2, 3; 4; 5 y Madera Fina se establecieron parcelas temporales de 25 m², dentro de las cuales se evaluaron los rasgos funcionales de altura total y comercial, y diámetro a la altura del pecho (DAP). Se calcularon los parámetros de área basal y volumen, para determinar el incremento corriente y el incremento medio anual por especie, durante todo el periodo de vida de cada especie por finca. *T. amazonia* presentó en las seis fincas de estudio, el mayor DAP promedio, en Los Monos 3: **0.3139** metros, y mayor altura total promedio, en la finca Los Monos 2, 3 y 4: **19** metros. Amarillo presentó mayor volumen total por hectárea, en la Finca Los Monos 3 (**506.2761** m³), en comparación con las demás especies evaluadas en las mismas fincas *H. Alchorneoides* (**333.1237** m³) y *P. Quinata* (**144.0172** m³) presentó el menor resultado. Los resultados indican que *T. amazonia* muestra una mejor adaptación al sitio, permitiéndole un mayor desarrollo.

PALABRAS CLAVES: Productividad, enriquecimiento forestal, incremento corriente anual, incremento medio anual, *T. amazonia*, *H. Alchorneoides*, *P. Quinata*, DAP.

TIMBER PRODUCTIVITY OF AMARILLO (*Terminalia amazonia*), ZAPATERO (*Hieronyma alchorneoides*), CAOBA (*Swietenia macrophylla*) AND CEDRO ESPINO (*Pachira quinata*) IN FOREST ENRICHMENT STRIPS, FOREST FINANCE PANAMA S.A., LAS LAJAS, SAN FÉLIX DISTRICT

Aparicio, O. 2016. Timber productivity of amarillo (*Terminalia amazonia*), zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), caoba (*Swietenia macrophylla*) and cedro espinoso (*Pachira quinata*) in forest enrichment strips, Forest Finance Panama S.A., Las Lajas, San Félix district. Thesis Watershed and Environmental Management Engineering. Chiriquí, PA. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Panamá. 93 p.

ABSTRACT

Forest enrichment looks for returning to the forest the same structure it had, with all the complexity that allows biodiversity. This silvicultural treatment, developed in the tropics, has shown the ability to reinvent the forest with a little human intervention and what forest succession is able to achieve over time. This research was conducted on farms under this system, managed by Forest Finance S.A. Panama, located in the village of Las Lajas, Chiriqui Province, planted under enrichment treatment in the study sites, the research objective was to know the timber productivity of native species: amarillo (*Terminalia amazonia*), zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), caoba (*Swietenia macrophylla*) and cedro espinoso (*Pachira quinata*), in terms of the current annual increment (CAI) and the mean annual increment (MAI). In the farms Los Monos 1, 2, 3, 4 and 5, and Madera Fina, temporary plots of 25 m² were established, within which functional characteristics of total and commercial height and diameter at breast height (DAP) were measured. Basal area and volume were calculated in order to determine the current annual increment and the mean annual increment per specie, using the timeline data of each specie per farm. *T. amazonia* showed the highest values for average DAP and total height of all the six farms evaluated, with **0.3139** meters in Los Monos 3, and **19** meters in Los Monos 2, 3 and 4, respectively. Compared with other species, evaluated in the six study farms, *T. amazonia* showed the highest total volume per hectare, in Los Monos 3 (**506.2761** m³), compared to other species evaluated in the same farms *H. Alchornoides* (**333.1237** m³) y *P. Quinata* (**144.0172** m³) present the least result. The results suggest that *T. amazonia* shows better adaptation to the site, allowing further development.

KEYWORDS: productivity, forest enrichment, current annual increment, mean annual increment, *T. amazonia*, *H. Alchornoides*, *P. Quinata*, DAP.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	<u>PÁGINA</u>
AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
ÍNDICE DE CUADROS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo general	5
1.4.2. Objetivos específicos.....	5
1.5. Hipótesis de la investigación	6
1.6. Alcances y limitaciones	6

2	REVISIÓN DE LITERATURA	7
2.1.	Concepto de enriquecimiento en bosque	7
2.2.	Clasificación con base en el ecosistema utilizado	9
2.3.	Modalidades de plantaciones de enriquecimiento	10
2.3.1.	Plantaciones en Fajas	10
2.3.2.	Plantaciones en Vías de Arrastre y Patios de Acopio.....	11
2.3.3.	Plantaciones en Claros.....	11
2.3.4.	Plantaciones bajo dosel.....	12
2.4.	Definición del incremento corriente anual (ICA) y el incremento medio anual (IMA).....	13
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	8
3.1.	Descripción del área de estudio	8
3.1.1.	Localización.....	8
3.1.2.	Clima	16
3.1.3.	Suelos	16
3.1.4.	Zona de vida.....	17
3.2.	Métodos.....	18
3.1.5.	Establecimiento de Parcelas Lineales	18
3.1.6.	Parámetros a Evaluar.....	20

3.1.7. Altura Comercial (HC) y Altura Total (HT)	21
3.1.8. Cálculos de Productividad	22
4. RESULTADOS	25
4.1. Diámetro a la altura de pecho (DAP).....	25
4.2. Alturas	27
4.3. Área basal especie/ finca / ha	29
4.4. Volumen	30
4.5 Incremento medio anual (IMA) e incremento corriente anual (ICA).....	32
4.5.1 Incremento Medio Anual (IMA) del Diámetro a la Altura de Pecho (DAP) por Especie.....	33
4.5. Incremento medio anual (IMA) de la altura total por especie	34
4.6. Incremento medio anual (IMA) e incremento corriente anual (ICA) del volumen total por hectárea y por especie.....	35
5. CONCLUSIONES	37
6. RECOMENDACIONES.....	38
7. REFERENCIAS CITADAS	39
8. ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE CUADROS

<u>CUADRO</u>		<u>PÁGINA</u>
I	DESCRIPCIÓN DE LAS FINCAS DE FOREST FINANCE PANAMÁ, LAS LAJAS, CHIRIQUÍ. 2016.....	14
II	CODIFICACIÓN Y GEOPOSICIONAMIENTO DE LAS ESPECIES/FINCA. FOREST FINANCE, PANAMÁ S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX.....	18
III	DIÁMETRO PROMEDIO/ESPECIE. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	24
IV	ALTURA TOTAL (H_T) Y ALTURA COMERCIAL (H_C) PROMEDIOS. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	26
V	ÁREA BASAL ESPECIE/ FINCA/ HA (G; M ²). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FELIX. 2016.....	28
VI	VOLUMEN. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A., LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	29
VII	DATOS DE INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) E INCREMENTO CORRIENTE ANUAL (ICA). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	31
VIII	<i>COMPARACIÓN DIÁMETRO, ALTURA COMERCIAL, ÁREA BASAL Y VOLUMEN COMERCIAL PROMEDIOS ENTRE LAS MODALIDADES DE PLANTACIÓN PURAS Y ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....</i>	36

ÍNDICE DE ANEXOS

<u>ANEXO</u>	<u>PÁGINA</u>
1 LIMPIEZA DE LA CORTEZA DE LA ESPECIE CEDRO ESPINO (<i>Pachira quinata</i>). FOREST FINANCE, LAS LAJAS.....	42
2 MEDICIÓN DEL DIAMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP).	43
3 REGISTRO DE LA COORDENADA UTM DEL ÁRBOL MEDIDO, (GPS).....	44
4 MEDICIÓN DE ALTURA ARBÓREA, CON PISTOLA HAGGA. FOREST FINANCE, LAS LAJAS.....	45
5 DIÁMETROS PROMEDIOS. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	46
6 ALTURA TOTAL PROMEDIO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	46
7 ÁREA BASAL PROMEDIO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.	47
8 ALTURA COMERCIAL PROMEDIO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE, PANAMÁ, S.A. LAJAS, SAN FELIX. 2016.....	47
9 ÁREA BASAL/PARCELA. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	48
10 ÁREA BASAL POR HECTAREA. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	48

11	VOLUMEN PROMEDIO POR PARCELA. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	49
12	VOLUMEN POR PARCELA. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	49
13	VOLUMEN POR HECTÁREA. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A., LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	50
14	INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) DEL DIAMETRO A LA ALTURA DEL PECHO. AMARILLO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	50
15	INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) DEL DIAMETRO A LA ALTURA DEL PECHO. CEDRO ESPINO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	51
16	INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO. ZAPATERO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE, PANAMÁ S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	51
17	INCREMENTO MEDIO ANNUAL (IMA) DE LA ALTURA TOTAL. AMARILLO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	52
18	INCREMENTO MEDIO ANNUAL (IMA) DE LA ALTURA TOTAL. CEDRO ESPINO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	52
19	INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) DE LA ALTURA TOTAL. ZAPATERO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	53
20	VOLUMEN POR HECTÁREA. AMARILLO (<i>Terminalia amazonia</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	53
21	VOLUMEN POR HECTÁREA. CEDRO ESPINO (<i>Pachira quinata</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE, PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	54

22	VOLUMEN POR HECTÁREA. ZAPATERO (<i>Hieronyma alchorneoides</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	54
23	INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) E INCREMENTO CORRIENTE ANUAL (ICA) VOLUMEN TOTAL (m ³ /ha/año). AMARILLO (<i>Terminalia amazonia</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	55
24	INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) E INCREMENTO CORRIENTE ANUAL (ICA) VOLUMEN TOTAL (M ³ /HA/AÑO). CEDRO ESPINO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE, PANAMÁ, S.A. LAJAS, SAN FELIX. 2016.....	55
25	COMPARACIÓN DE ÁREA BASAL Y VOLUMEN COMERCIAL PROMEDIOS ENTRE LAS MODALIDADES DE PLANTACIÓN PURAS Y ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	56
26	BASE DE DATOS.FINCA LOS MONOS 1. AMARILLO (<i>Terminalia amazonia</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	57
27	BASE DE DATOS.FINCA LOS MONOS 1. CEDRO ESPINO (<i>Pachira quinata</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	58
28	BASE DE DATOS.FINCA LOS MONOS 1. ZAPATERO (<i>Hieronyma alchorneoides</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	59
29	BASE DE DATOS. FINCA LOS MONOS 2. AMARILLO (<i>Terminalia amazonia</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	60
30	BASE DE DATOS. FINCA LOS MONOS 2. CEDRO ESPINO (<i>Pachira quinata</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	61

31	BASE DE DATOS. FINCA LOS MONOS 2. ZAPATERO (<i>Hieronyma alchorneoides</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	62
32	BASE DE DATOS. FINCA LOS MONOS 3. AMARILLO (<i>Terminalia amazonia</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	63
33	BASE DE DATOS. FINCA LOS MONOS 3. CEDRO ESPINO (<i>Pachira quinata</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	64
34	BASE DE DATOS. FINCA LOS MONOS 3. ZAPATERO (<i>Hieronyma alchorneoides</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	65
35	BASE DE DATOS. FINCA LOS MONOS 4. AMARILLO (<i>Terminalia amazonia</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	66
36	BASE DE DATOS. FINCA LOS MONOS 4. CEDRO ESPINO (<i>Pachira quinata</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	67
37	BASE DE DATOS. FINCA LOS MONOS 4. ZAPATERO (<i>Hieronyma alchorneoides</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	68
38	BASE DE DATOS. FINCA LOS MONOS 5. AMARILLO (<i>Terminalia amazonia</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	69
39	BASE DE DATOS. FINCA LOS MONOS 5. CEDRO ESPINO (<i>Pachira quinata</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	70

40	BASE DE DATOS. FINCA MADERA FINA. AMARILLO (<i>Terminalia amazonia</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	71
41	BASE DE DATOS. FINCA MADERA FINA. ZAPATERO (<i>Hieronyma alchorneoides</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	72
42	BASE DE DATOS. FINCA MADERA FINA. CAOBA (<i>Swietenia macrophylla</i>). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.....	73

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Planteamiento del Problema

En Latinoamérica, los bosques tropicales han sido degradados a tal punto que se ha extraído material productivo en cuanto a madera, dejándolos con niveles de improductividad elevados. Panamá no se ha alejado de esta realidad, y la eliminación de áreas boscosas es un problema que tiene sus inicios desde la época precolombina. La superficie boscosa ha fluctuado en el país con el transcurrir del tiempo y su disminución aún ocurre de manera extensiva. Aunado a esto el 60 por ciento de la superficie de los bosques intervenidos no es sometido a planes de manejo para su adecuada recuperación (ANAM: Autoridad Nacional del Ambiente, 2014).

Como respuesta a esta problemática, se plantea un enriquecimiento del bosque, que trata de volver a tener una estructura boscosa, con una diversidad adecuada para que el ecosistema se mantenga per se en el sitio, y posteriormente, volver a aprovechar la madera. Por otro lado, al establecer un sistema de enriquecimiento forestal manejado, no solo se introducen árboles entre el bosque, sino que se planifica un manejo, que incluye fertilización, podas, entre otras actividades.

La idea del enriquecimiento forestal manejado es establecer un sistema que permita, a medida que el árbol madure, generar semillas y a la vez nuevos individuos. Con este tratamiento, se influye en la regeneración de especies deseadas en el bosque (Quirós, 2001), induciendo la existencia de diversidad y evitando la degradación y posible desaparición del bosque como tal.

El enriquecimiento forestal es una forma de enfrentar el problema de la degradación del bosque, al mejorar la estructura del mismo. Se aumenta la producción de madera, principalmente de especies forestales nativas, mediante la aplicación de sistemas silviculturales de regeneración de bosques. El enriquecimiento es un método adecuado para bosques sobreexplotados, donde la regeneración natural es insuficiente. Este método puede incrementar el volumen de especies de alto valor económico (Lozada *et al.*, 2003).

1.2. Antecedentes

El conocimiento de las plantaciones forestales nativas en Panamá hasta la fecha, ha sido un tema de científicos y especialistas. La evaluación ecológica y silvicultural conllevan conceptos desde su misma estructura y composición, su dinámica y regeneración; lo mismo que el crecimiento y rendimiento, entre otros aspectos.

Dada la crisis ambiental en el ámbito mundial, regional, nacional y local, el tema cobra una gran importancia, por lo que el acercarnos a todas estas variables y contribuir en la difusión del tema a una mayor población, es una responsabilidad que académicos y entendidos en la materia tenemos que compartir.

En Panamá, el enriquecimiento forestal se ha aplicado en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, donde se ha utilizado amarillo (*Terminalia amazonia*), cocobolo (*Dalbergia retusa*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y roble de sabana (*Tabebuia rosea*). En este caso, la especie *T. Amazonia* mostro un incremento medio anual de 5.7 - 13.7/m³/ha/año. Es una especie de relativo rápido crecimiento en condiciones de luz. Con crecimientos promedios anuales registrados de 1.2 cm de diámetro y 1.4 m de altura (Armién *et al.*, 2015). Específicamente para amarillo *T. amazonia*, el Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales, ha demostrado que la especie presenta óptimos rendimiento en la absorción del carbono, el almacenamiento de agua y la capacidad de producción de madera en suelos degradados, sin el uso de fertilizantes artificiales (STRI, 2015).

1.3. Justificación

La actividad de extracción maderera ha logrado mermar la superficie boscosa existente en Panamá, en la búsqueda de soluciones alimentarias, industriales, entre otras. Evidencia de ello es lo que se ha observado durante el período 2000-2008, en el cual la pérdida de bosque fue de 266 862,50 hectáreas (ANAM, 2014). Esto ha llevado al traste la situación ambiental de todo el país, lo que ha favorecido al cambio climático, con todas las consecuencias que se dan en el entorno.

Este inconveniente planetario pone en peligro la estructura y dinámica del bosque, pues logra degradarlo hasta un punto de peligro crítico. En estos momentos, la existencia de bosques fragmentados está mostrando una baja en el nivel de estratificación, disposición, que en su estado natural, permite un balance de la estructura boscosa. Atendiendo a esta problemática, se hace necesario recurrir a técnicas novedosas, como el enriquecimiento forestal, que busquen la reconversión de un bosque uniestratificado, de baja densidad arbórea, a una estructura multiestrato, con una complejidad cercana a la de una masa irregular de alta diversidad.

En respuesta a la necesidad de dar validez al enriquecimiento forestal como alternativa de manejo, esta investigación se planteó para evaluar bosques degradados, en los cuales se insertó material arbóreo nativo, que a lo largo del

tiempo ha permitido un aumento de la biodiversidad y de la complejidad estructural que identifica estas masas arbóreas. El conocimiento generado en esta investigación permitirá conocer el efecto sombra que genera el bosque existente sobre los plántones de regeneración, y así conocer el comportamiento y productividad de especies nativas como: amarillo (*Terminalia amazonia*), zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro espino (*Pachira quinata*), en franjas de enriquecimiento forestal.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Conocer la productividad de especies nativas como amarillo (*Terminalia amazonia*), zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro espino (*Pachira quinata*), en franjas de enriquecimiento forestal, en fincas administradas por Forest Finance Panamá, S.A., en Las Lajas, Chiriquí.

1.4.2. Objetivos Específicos

- ❖ Analizar los rasgos funcionales (DAP, altura comercial y total) de los árboles presentes en cada parcela de medición.
- ❖ Generar los factores de productividad forestal para cada especie en cada finca evaluada.
- ❖ Determinar el incremento corriente anual (ICA) y el incremento medio anual (IMA) de las especies nativas a evaluar.

1.5. Hipótesis de la Investigación

Existe diferencia en la productividad forestal (área basal (m²), volumen (m³)) para cada especie silvícola, establecida en las fincas administradas por Forest Finance, en la modalidad de enriquecimiento forestal.

1.6. Alcances y Limitaciones

En términos generales, las principales limitaciones que se presentaron al momento de realizar esta investigación fueron el factor climático al momento de realizar las mediciones de campo y la lejanía de los módulos de enriquecimiento.

Esta investigación abarca la evaluación de la productividad, en términos del incremento forestal (ICA - IMA), de cuatro especies nativas: amarillo (*Terminalia amazonia*), zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro espino (*Pachira quinata*), plantadas en un sistema de enriquecimiento forestal en bosques secundarios degradados. El documento va dirigido a productores y empresas interesados en establecer plantaciones forestales en la modalidad de enriquecimiento forestal, con el objetivo de aumentar el valor comercial de los bosques en degradados. También puede ser útil para estudiantes, técnicos y universitarios, que tengan interés en el tema. Se pretende con la edición de este trabajo, despertar el interés por la actividad, a partir de la exposición de las potencialidades que presenta el enriquecimiento

forestal para el desarrollo de unidades productivas; sobre todo en el área rural del país, que últimamente ha estado afectada por el comportamiento de los precios internacionales de los productos agropecuarios.

Con esta investigación se logrará brindar información a productores y empresas que estén interesadas en realizar enriquecimiento forestal, motivándolos a la utilización de especies nativas. Este trabajo busca dar a conocer las técnicas implementadas por la empresa FOREST FINANCE PANAMA, S.A. para la producción de madera con especies nativas forestales, en la modalidad de enriquecimiento forestal.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Concepto de Enriquecimiento en Bosquete

Es una técnica empleada por el hombre, en aquellos suelos que han perdido significativamente su capacidad y calidad productiva, y disminuido considerablemente su potencial de repoblación; como consecuencia de las continuas y severas explotaciones a las que fueron sometidas. Consiste en plantar en el interior del bosque y puede realizarse en fajas y bosquetes (INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina), 2003).

Gómez (2012), indica que el enriquecimiento forestal es la incorporación de especies en línea dentro de un bosque; es una herramienta que se utiliza para la recuperación de bosques muy degradados y con poco potencial de regeneración natural de especies deseables, también son plantaciones realizadas en claros naturales del bosque o abiertos *ex profeso*, cuando el número de árboles con valor comercial en el bosque original es bajo (como sucede en los bosques sobreexplotados), o están irregularmente distribuidos.

Según el mismo autor, el propósito de las plantaciones de enriquecimiento es aumentar la densidad de las especies arbóreas deseadas, la biodiversidad, asegurar una densidad total, control de especies, uniformidad de cultivo, rotaciones cortas y rendimientos competitivos con los otros usos del suelo.

El manejo de estas plantaciones es complejo debido al control del régimen de RAFA (radiación fotosintéticamente activa), que requiere cada especie plantada. Los árboles adyacentes cierran el dosel a una cierta altura, lo cual es conocido como “efecto túnel”. Así mismo, los costos de establecimiento de la plantación y de control de malezas son muy elevados. En muchos casos, los resultados del enriquecimiento no son convincentes o sólo se les consideran financieramente atractivos cuando se desarrolla a pequeña escala (Lozada *et al.*, 2003).

2.2. Clasificación con Base en el Ecosistema Utilizado

Plantación de Enriquecimiento: se puede realizar en brechas, en parcelas o en claros. Se denomina enriquecimiento porque la plantación se realiza con el objeto de recuperar el valor comercial de los bosques naturales (sobre todo tropicales), que han sido objeto de extracciones sucesivas de los árboles de especies de valor comercial. Estas plantaciones se realizan dentro del bosque creando o buscando áreas desprovistas de árboles. Existe el enriquecimiento en brechas, el cual se realiza posterior a la realización de brecha de diferente ancho

dentro del bosque. En el caso del enriquecimiento realizado en parcelas, también puede ser considerada como una plantación en pleno. El enriquecimiento aprovecha los espacios generados por la dinámica natural de bosque, que por la muerte de grandes árboles, deja claros propicios para la silvigénesis (Cabrera, 2003).

Plantación de Enriquecimiento con Manejo de la Regeneración Natural:

Cabrera (2003), indica que el enriquecimiento con manejo de la regeneración, además de incorporar individuos a través de la plantación también pretende favorecer el crecimiento de los individuos del bosque que poseen valor comercial. El manejo de la regeneración natural se realiza fundamentalmente a través de la liberación de la competencia para las especies comerciales.

2.3. Modalidades de Plantaciones de Enriquecimiento

2.3.1. Plantaciones en Fajas

Consiste en la apertura de callejones de ancho variable (tres, cinco o 10 metros), en dirección este-oeste para captar la mayor RAFA posible. Allí se plantan, espaciadamente, especies de mediano a rápido crecimiento y alto valor comercial. En la práctica son pocas las especies que cumplen con estos requisitos. Este método ha sido el favorito en muchos países; sin embargo, se ha ido abandonando por los elevados costos de instalación, mantenimiento, bajo crecimiento y alta mortalidad de las especies plantadas. El crecimiento relativamente bajo y la elevada mortalidad se deben al cierre del dosel superior,

que forma verdaderos túneles, y la caída repetida de árboles sobre las fajas (Quirós, 2001).

Flores (2011) define las plantaciones enriquecimiento forestal como el establecimiento de una masa de árboles en líneas espaciadas a intervalos iguales o algo mayores que el diámetro de copa estimado para el producto final.

Méndez (2005) define las fajas como el enriquecimiento del bosque remanente con especies valiosas que tienen dificultades para su regeneración natural, mediante sistemas de plantaciones forestales bajo la cobertura del bosque natural, cuyos individuos se establecen a distanciamientos equivalentes, separados por fajas equidistantes.

2.3.2. Plantaciones en Vías de Arrastre y Patios de Acopio

Quirós (2001) menciona que esta modalidad consiste en plantar en las vías abiertas por los tractores durante la extracción maderera, así como en los patios de acopio, con el objetivo de disminuir los altos costos de preparación del sitio. Sin embargo, los resultados no han sido muy alentadores debido a la baja RAFA en las vías de arrastre, y en algunos casos, al alto grado de compactación de los suelos.

2.3.3. Plantaciones en Claros

El enriquecimiento en bosque (claros) se practica en aquellas áreas del monte desprovistas de árboles como consecuencia de la intervención del hombre,

como también en claros más pequeños originados por la caída o muerte natural de uno o varios árboles (INTA, 2003).

Según Leguízamo (2004) los claros naturales corresponden a los espacios dejados por los árboles sobremaduros que se secan o que se caen por cualquier fenómeno natural; mientras que los claros artificiales son creados normalmente por el aprovechamiento de árboles maderables y por las vías de extracción de sus productos.

En varios ensayos realizados por el CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 2001), se ha reforestado con especies valiosas en claros naturales, o provocados por la tumba de árboles durante el aprovechamiento. Esta forma de plantar dificulta el mantenimiento de los árboles, debido a la distribución aleatoria de los claros, lo que aunado a la rápida cobertura del espacio por lianas, especies invasoras, y residuos (segmento del fuste, ramas y hojarasca) de árboles aprovechados, dificultan la operación.

2.3.4. Plantaciones bajo dosel

Consiste en la corta del sotobosque y la instalación de la plantación bajo la cobertura de las copas. Si bien los costos de instalación y mantenimiento son reducidos, el crecimiento es lento (Quirós, 2001).

Según Leguízamo (2004) consiste en la siembra de árboles con una remoción mínima del sotobosque o piso bajo del bosque. Las especies utilizadas en esta modalidad de enriquecimiento deben ser tolerantes a la sombra.

2.4. Definición del Incremento corriente anual (ICA) y el incremento medio anual (IMA)

Incremento Corriente Anual (ICA): este incremento equivale al crecimiento periódico para un período de un año, en cualquier etapa de la vida del árbol. El ICA al principio aumenta con la edad en forma relativamente rápida, habitualmente antes de la mitad del largo de la vida, alcanza su máximo y decrece luego de este punto de culminación en forma lenta. Esta tendencia básica típica puede verse enmascarada por influencias distorsionantes, por ejemplo, fluctuaciones estacionales. Sin embargo, para todo el lapso de vida la forma de la curva es inconfundible (Prodan *et al.*, 1997).

Incremento Medio Anual (IMA): Es el incremento anual durante la edad del árbol. El IMA se calcula dividiendo el tamaño alcanzado hasta un determinado momento en el tiempo por la edad correspondiente. En el caso de la altura del árbol: $IMA = Ht/tt$, donde Ht es la altura total, y tt es la edad de la parcela. La curva del crecimiento medio muestra un desarrollo típico; tiene su culminación en la intersección con la curva de crecimiento corriente. Este último logra su culminación más tarde que la de crecimiento corriente. Desde este punto la curva de crecimiento medio decae en forma más suave que la curva de crecimiento corriente. La relación entre ambas curvas puede ser derivada matemáticamente a partir de las definiciones de las curvas de crecimiento corriente y medio (Prodan *et al.*, 1997).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción del Área de Estudio

3.1.1. Localización

La investigación se llevó a cabo en la empresa Forest Finance Panamá, S.A. En seis fincas cuyas características se describen en el Cuadro I; localizada en el corregimiento de Las Lajas, distrito de San Félix, provincia de Chiriquí. Geográficamente se localiza en las siguientes coordenadas: 910257.171 latitud W y 403713.072 longitud E.

A una altura de 63.85 metros sobre el nivel del mar. Las mismas cuentan con la variante de tener un 30 por ciento de cobertura boscosa natural. Dentro de estas áreas se desarrolló simultáneamente un enriquecimiento forestal con especies de alto valor comercial, como un mecanismo de práctica silvícola de recuperación de bosque.

En el cuadro I, se describen las características de las seis fincas estudiadas, en este se pueden observar las edades en años cuyo rango oscila entre 14 y 25 años, además de las especies forestales existentes, y coordenadas para cada sitio; Finalizando con el año de la plantación.

CUADRO I. DESCRIPCIÓN DE LAS FINCAS DE FOREST FINANCE PANAMÁ, LAS LAJAS, CHIRIQUÍ. 2016.

FINCA	EDAD (AÑOS)	Especies Forestales existentes	COORDENADAS (X/Y)	EXTENSIÓN (has)	AÑO DE PLANTACION
LOS MONOS 1	18	Amarillo, caoba nacional, cedro espino, zapatero	399 701/906 000	14.46	1997
LOS MONOS 2	15	Amarillo, caoba nacional, cedro espino, zapatero	400 242/905 947	4.01	2000
LOS MONOS 3	15	Amarillo, caoba nacional, cedro espino, zapatero	399 591/ 906 327	55.03	1999-2000
LOS MONOS 4	14	Amarillo, caoba nacional, cedro espino, zapatero	399 889/906 545	27.0	2000-2001
LOS MONOS 5	13	Amarillo, caoba nacional, cedro espino, zapatero	401 506/909 256	15.08	2002 - 2003
MADERA FINA	25	Amarillo, caoba nacional, cedro espino, zapatero	400 894/908 616	24.82	1999

Fuente: FOREST FINANCE. 2015.

3.1.2. Clima

De acuerdo a la clasificación de Köppen, en la zona prevalece un clima tropical húmedo, caracterizado por una precipitación media anual que oscila entre los valores de 3 000 a 3 500 milímetros, presentando un régimen de precipitación de nueve meses, con una estación seca de tres a cuatro meses (Enero - Marzo). La temperatura es isotérmica, oscila entre 25 y 32 grados centígrados, con una media anual de 27 grados. Existe una influencia de los vientos alisios del suroeste que atraen fuertes lluvias durante los nueve meses (Camacho, 2008).

3.1.3. Suelos

Según Camacho (2008), Los suelos en el área de estudio cuentan con un relieve plano ondulado a ondulado o fuertemente ondulado. Los suelos son arcillosos a franco arcilloso, con pH ácidos, fertilidad de media a baja y muy baja.

El mismo autor nos dice que estos son suelos profundos muy erosionados y lavados, con baja capacidad de intercambio catiónico. Según el levantamiento de los suelos realizados por CATAPAN y descrito en la hoja cartográfica “Las Lajas”, estos suelos presentan un horizonte ócrico sobre un sub-horizonte óxido, bien drenado, con textura arcillosa fina.

Más del 60 por ciento de los suelos en esta zona son moderadamente profundos de (60 a 90 centímetros), con pendientes entre tres y ocho por ciento,

clasificados como generalmente planos, con erosión moderada (laminar o en surcos moderados), sin piedras en el horizonte superficial (Camacho, 2008).

3.1.4. Zona de vida

La zona estudiada está catalogada como Bosque Húmedo Tropical (Tosi, 1971); esta zona junto con la muy húmeda tropical constituyen las zonas de vida más extendidas en las tierras bajas de Panamá. Abarcan aproximadamente el 62 por ciento (46 509 kilómetros cuadrados) de la superficie total de la república, hasta una elevación de 400 a 600 metros sobre el nivel del mar (ANAM, 2010).

En la regeneración natural están presentes especies pioneras como: jagua (*Genipa americana*), jobo (*Spondias sp*), laurel (*Cordia alliodora*), guarumo (*Cecropia sp*), pava (*Schefflera morototoni*), nance (*Byrsonima crassifolia*), guaba (*Inga thibaudiana*), espavé (*Anacardium excelsum*), cañafístula (*Cassia moschata*), panamá (*Sterculia apetala*), algarrobo (*Hymenea courbaril*), tachuelo (*Zanthoxylum panamense*), chumico (*Curatella americana*). En el área perimetral del proyecto se pueden encontrar árboles aislados de secuara (*Tetragastris panamensis*), maría (*Calophyllum brasiliensis*), Zapatero (*Hieronyma alchornoides*) (Camacho, 2008).

Métodos

3.1.5. Establecimiento de Parcelas

En cada finca por especie se estableció una parcela cuadrada con 25 árboles cada una; en total tres parcelas por finca. Se tomaron los árboles que estaban más internos en el bosque y así evitar el efecto de borde. Los rasgos funcionales (diámetro altura de pecho, alturas) fueron medidos en cada parcela. En total se midieron 75 árboles por finca, aproximadamente.

Cabe destacar que en las fincas de Los Monos 1, 2, 3, 4 y 5, no se establecieron parcelas para la especie de caoba (*Swietenia macrophylla*), ya que de ésta existían pocos individuos insertos o combinados con amarillo (*Terminalia amazonia*), zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), y cedro espino (*Pachira quinata*).

Se utilizó un dispositivo de Sistema de Posicionamiento Global (GPS, por sus siglas en inglés), con el cual se tomaron las coordenadas geográficas del centro y las esquinas de cada una de las parcelas, para tener una geo-referencia de ellas.

El Cuadro II muestra las especies por finca utilizadas en este estudio con su respectiva codificación, lo que facilitó el manejo de la información al momento de la discusión de los gráficos, en especial los de especies/finca. También se muestran las coordenadas UTM que fueron tomadas con GPS, en el centro de cada una de las parcelas temporales establecidas en las fincas de estudio. Las mismas pueden ser útiles para la empresa al momento de localizar las parcelas de estudio para investigaciones futuras. También se tomaron las coordenadas UTM de cada uno de los árboles medidos en campo.

CUADRO II. CODIFICACIÓN y GEOPOSICIONAMIENTO DE LAS ESPECIES/FINCA. FOREST FINANCE, PANAMÁ S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX.

FINCA	PARCELAS/ESPECIE	CODIFICACIÓN	COORDENADAS (X/Y)
Los Monos 1	Amarillo	M1-A	400279 / 905793
	Cedro Espino	M1-CE	400260 / 905774
	Zapatero	M1-Z	400232 / 905776
Los Monos 2	Amarillo	M2-A	400282 / 905968
	Cedro Espino	M2-CE	400272 / 905995
	Zapatero	M2-Z	400311 / 905828
Los Monos 3	Amarillo	M3-A	399647 / 906506
	Cedro Espino	M3-CE	399991 / 906368
	Zapatero	M3-Z	399645 / 906473
Los Monos 4	Amarillo	M4-A	399654 / 906542
	Cedro Espino	M4-CE	399995 / 906401
	Zapatero	M4-Z	399994 / 906449
Los Monos 5	Amarillo	M5-A	400427 / 906614
	Cedro Espino	M5-CE	400413 / 906562
Madera Fina	Amarillo	MF-A	402652 / 909404
	Zapatero	MF-Z	402915 / 909574

3.1.6. Parámetros a Evaluar

Ugalde (1981) define la dasometría como la ciencia dentro del campo forestal que se relaciona con la medición y estimación de las dimensiones de árboles y bosques, de su crecimiento y sus productos esta nos permite obtener la información necesaria para el manejo del recurso forestal.

3.1.6.1. Diámetro Altura del Pecho (DAP)

Se define el diámetro a la altura del pecho (DAP) como la medida más típica de un árbol, y se refiere al diámetro que tiene el fuste del árbol a 1,30 metros sobre el nivel del suelo. Cuando el árbol estaba sobre un terreno inclinado, el DAP se tomaba a partir del nivel alto del suelo.

Para medir el DAP, se utilizó una cinta diamétrica, la cual está graduada de tal manera que cada centímetro de diámetro equivale a 3,14159 centímetros de longitud, lo que permite la lectura directa del diámetro del árbol en función de la circunferencia (Bermúdez, sf).

Es importante resaltar que para la especie cedro espinoso (*Pachira quinata*) por tener una corteza espinosa, antes de tomar el DAP, se procedió a cortar las espinas con la ayuda de un machete, hasta dejar la sección de la corteza del árbol donde se iba a medir el DAP, sin espinas, Para las especies de amarillo (*Terminalia amazonia*) y zapatero (*Hieronyma alchorneoides*), la sección de la corteza del árbol donde se iba a medir el DAP, se limpiaba de restos vegetativos

con la finalidad de reducir los errores en la medición diamétrica, tal como aparece en el (Anexo 1).

3.1.7. Altura Comercial (HC) y Altura Total (HT)

Ugalde (1981) señala que la altura es la variable necesaria para estimar el volumen y crecimiento de un árbol o plantación forestal.

- **Altura total (HT):** Se midió el árbol desde el suelo hasta el ápice de la copa.
- **Altura comercial (HC):** Se midió la parte del fuste que puede utilizarse o aprovecharse para la venta. Está limitada por el diámetro en la parte superior, o por los defectos (nudos, torceduras, etc.)

Para alcanzar una mayor precisión en la medición de la altura total y la altura comercial, se utilizó el siguiente instrumento de medición de altura:

- **Hipsómetro Hagga**

Conocido también como Altímetro Hagga. Según Ugalde (1981), este instrumento en vez de nivel, utiliza un péndulo que se estabiliza por gravedad. Posee escalas graduadas para diferentes distancias (15; 20; 25 y 30 metros). Según la distancia desde la cual se mide, se debe utilizar la escala para esa distancia. El instrumento mide ángulos pero hace transformaciones internas, con lo cual entrega directamente la altura del árbol en metros. Tiene además un

adiestramiento óptico para medir la distancia con ayuda de una mira que se coloca junto al árbol.

3.1.8. Cálculos de Productividad

Obtenida la información de campo, se realizaron los cálculos para conocer en detalle la productividad por sitio/especie/finca (área basal y volumen de madera).

3.1.8.1. Cálculo del Área Basal

Hernández (2011), sostiene que el área basal de un rodal (g) es un elemento muy importante para la caracterización del rodal. Este parámetro está definido por el área que ocupa los árboles en el suelo, tiene relación directa con el diámetro promedio a la altura de pecho y la población de cada parcela. Para definir su grado de densidad y volumen se utilizó la siguiente fórmula:

$$g = \frac{\pi}{4} d^2$$

Donde:

d = diámetro, en metros.

g = área de la sección, en metros cuadrados (m^2).

Para efecto de esta investigación se calculó el área basal promedio, y el área basal dentro de la parcela, utilizando el diámetro promedio a la altura de pecho.

3.1.8.2. *Cálculo de Volumen*

Hernández (2011), sostiene que el volumen comercial es el resultado más importante, como indicador del potencial o capacidad de producción de las plantaciones. El volumen de los árboles en pie, se calcula con base en su altura y su área basal. El volumen real de cada árbol se calculó a través de la siguiente fórmula:

$$V = \frac{\pi}{4} d^2 \times h \times f.f.$$

Donde:

V= volumen comercial bruto con corteza, (m³).

d= diámetro con corteza al cuadrado, (m).

h= alturas, (m).

f.f.= factor forma.

3.1.8.3. *Incremento Medio Anual (IMA) y el Incremento Corriente Anual (ICA)*

Luego de haber tabulado los datos en una hoja electrónica de Microsoft Excel, estos fueron utilizados para obtener el IMA y el ICA. Mediante inferencia matemática, al conocer IMA e ICA, se generaron cuadros comparativos de acuerdo a la productividad presentada, basado en la producción por finca/especie/edad para así determinar un patrón de rendimiento de acuerdo a la edad y especies.

Incremento Medio Anual: Se obtiene dividiendo el crecimiento de un árbol o una masa forestal entre su edad (Medina, 2013).

$$\text{IMA} : \frac{MAc - MAn}{Ep}$$

Donde:

MAc= medición actual.

MAn= medición anterior.

EP= edad de la plantación.

Incremento Corriente Anual del Volumen: Este se obtiene dividiendo el crecimiento del árbol o la masa forestal entre este periodo de tiempo (Medina, 2013).

$$\text{ICA} : \frac{MAc - MAn}{IA}$$

Donde:

MAc= medición actual.

MAn= medición anterior.

IA = intervalo de años.

4. RESULTADOS

4.1. Diámetro a la Altura de Pecho (DAP)

Los resultados obtenidos por especie y por finca referentes al diámetro (DAP), se muestran en el Cuadro III.

CUADRO III. DIÁMETRO PROMEDIO/ESPECIE. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.

FINCA	Amarillo (m)	Cedro Espino (m)	Zapatero (m)
LM-1	0.2972	0.2652	0.2350
LM-2	0.2716	0.2066	0.2456
LM-3	0.3139	0.1968	0.2203
LM-4	0.2780	0.1846	0.2264
LM-5	0.2118	0.1543	-----
MF	0.2964	-----	0.26356

Como se observa en el Cuadro III la especie amarillo (*Terminalia amazonia*), presentó el mayor DAP en las seis fincas de estudio, en comparación con las dos especies estudiadas en las mismas fincas. *T. amazonia* ha mostrado una mejor adaptación al sitio, permitiéndole un mayor desarrollo por las condiciones edafoclimáticas del sitio descritas por Camacho (2008).

Lo anterior coincide con lo investigado por CATIE (2005); el cual indica que el crecimiento de la especie *T. amazonia* es óptimo en bosque húmedo tropical, con elevaciones que van desde el nivel del mar hasta los 1100 msnm y precipitaciones anuales entre 2000 a 4500 mm; con suelos arcillosos a francos, y con pH de 4 a 7 (ácido a neutro). Desarrollándose también en suelos arcillosos o pobres y arenosos, ácidos y altamente tóxicos en aluminio. Motivo por el cual se asume que las condiciones de suelo y clima en el sitio de estudio son las más favorables para el desarrollo de dicha especie.

Esta especie (*T. Amazonia*) en la finca Los Monos 3 presentó el mayor diámetro a la altura de pecho (0.3139 metros), posiblemente por su posición en la parte baja de una pendiente. Reciben los nutrientes del suelo de la parte alta que son transportados por la escorrentía, permitiendo que sobresalga su desarrollo a pesar de tener 15 años de haberse plantado, en comparación con la finca Los Monos 1 (18 años), con 0.2972 metros, y la finca Madera Fina (25 años), con 0.2964 metros. Estas son las plantaciones de mayor edad en las fincas de estudio.

4.2. Alturas

Las alturas totales y comerciales de los árboles por parcela, en valores promedio para cada especie, se indican en el Cuadro IV.

CUADRO IV. ALTURA TOTAL (H_t) Y ALTURA COMERCIAL (H_c) PROMEDIOS. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.

FINCA	Amarillo		Cedro Espino		Zapatero	
	Ht (m)	Hc (m)	Ht (m)	Hc (m)	Ht (m)	Hc (m)
LM-1	17	7	12.5	5	17	7
LM-2	19	10	11	5	17	8
LM-3	19	11	13	6	15	7
LM-4	19	11	12	5	15	7
LM-5	13	7	10	5	-----	-----
MF	17	11	-----	-----	17	8.5

Ht= Altura total Hc= Altura comercial

En el Cuadro IV se puede apreciar que la especie *T. Amazonia* presentó la mayor altura total promedio, por encima del resto de las especies evaluadas en las seis fincas de estudio. Esto indica que esta especie ha tenido una mejor adaptación al sitio, permitiéndole un mayor desarrollo. Este resultado se le atribuyéndose a la adaptación que tiene esta especie para crecer en suelos con las características mencionadas anteriormente y corroboradas por estudios realizados por CATIE (2005).

Cabe resaltar que esta especie en las fincas Los Monos 2, 3 y 4, presentó la mayor altura total (19 metros). El Anexo 6 muestra de manera gráfica lo dicho anteriormente con respecto a *T. amazonia*, mientras que aquella que presenta menor altura promedio es *P. quinata* (10 metros), ubicándose en la finca Los Monos 5.

Con respecto a la altura comercial promedio, en las fincas Los Monos 3 y 4 la especie *T. amazonia* presentó la mayor altura comercial promedio (11 metros), mientras que la especie *P. quinata* presentó la menor altura comercial promedio (5 metros), a pesar que las características edafoclimáticas del sitio son apropiadas para su desarrollo, coincidiendo con lo descrito por Cárdenas (2010) en el estudio realizado sobre el comportamiento y manejo de *P. quinata*, donde indica que, el crecimiento de la especie *P. quinata* es óptimo en bosque húmedo tropical, con elevaciones que van desde el nivel del mar hasta los 900 msnm y con precipitaciones anuales entre 800 a 3000 mm; con suelos arcillosos a francos, y con pH de 4 a 7 (ácido a neutro).

P. quinata no a logrado tener un desarrollo óptimo, ya que se encuentra en condiciones bajo sombra, coincidiendo con lo investigado por Cárdenas (2010) que nos indica que esta especie en particular es intolerante a la sombra, afectando de manera negativa en su desarrollo. (ver Anexo 8).

4.3. Área Basal Especie/ Finca / Ha

El área basal en las fincas de estudio se presenta en el Cuadro V, expresada en valores promedio, por parcela y por hectárea para cada una de las especies estudiadas.

CUADRO V. ÁREA BASAL ESPECIE/ FINCA/ HA (g; m²). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FELIX. 2016.

FINCA	Amarillo m ² /ha	Cedro Espino m ² /ha	Zapatero m ² /ha
LM-1	29.0012	16.0728	15.0987
LM-2	39.5758	23.3003	32.5216
LM-3	52.5283	21.0501	29.5568
LM-4	42.2711	18.8520	27.4368
LM-5	24.6557	13.5268	-----
MF	48.8704	-----	37.6003

Como puede observarse en el cuadro V, el área basal (g) fue directamente proporcional al diámetro promedio a la altura de pecho, en cada parcela. *T. amazonia* presentó la mayor área basal promedio, al igual que el diámetro promedio, en comparación con las demás especies. Mientras que la especie *P. quinata* presenta la menor área basal promedio por parcela.

4.4. Volumen

Se observa en el Cuadro VI que la especie amarillo (*Terminalia amazonia*), en las seis fincas de estudio presentó el mayor volumen por hectarea, en comparación con las dos especies estudiadas en las mismas fincas.

CUADRO V. VOLUMEN. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A., LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.

FINCA	ESPECIE	Vol Prom /especie		Vol /Ha	
		Vt (m ³)	Vc (m ³)	Vt (m ³)	Vc (m ³)
LM-1	Amarillo	0.6036	0.2386	254.4740	101.0264
	Cedro Espino	0.3458	0.1326	105.4090	40.4409
	Zapatero	0.3617	0.1579	127.7789	55.4219
LM-2	Amarillo	0.5446	0.2938	375.4748	200.5114
	Cedro Espino	0.1848	0.0795	135.9504	56.4284
	Zapatero	0.4018	0.1952	277.9367	134.3636
LM-3	Amarillo	0.7488	0.4286	506.2761	286.0581
	Cedro Espino	0.2049	0.0941	144.0172	67.1305
	Zapatero	0.2926	0.1250	235.2621	97.1290
LM-4	Amarillo	0.6018	0.3337	427.3450	245.3606
	Cedro Espino	0.1653	0.0653	123.0617	50.3996
	Zapatero	0.3011	0.1417	205.1463	93.8176
LM-5	Amarillo	0.2251	0.1244	165.1906	90.2503
	Cedro Espino	0.0952	0.0434	71.3094	31.9383
MF	Amarillo	0.5965	0.3759	436.1362	267.4171
	Zapatero	0.4679	0.2307	333.1237	155.7993
	Caoba	0.1537	0.0764	8.3169	3.9316

Vt= Volumen Total; Vc= Volumen Comercial

En el Cuadro VI se puede apreciar que la especie *T. Amazonia*, presentó el mayor volumen total por hectárea en LM-3 (506.2761 metros cúbicos); seguidamente, MF (436.1362 metros cúbicos), LM-4 (427.345 metros cúbicos),

LM-2 (375.4748 metros cúbicos) y LM-1 (254.474 metros cúbicos). El valor promedio para amarillo en todas las fincas es de 360.8161 metros cúbicos. El Anexo 20 muestra de manera gráfica las fincas que mostraron un volumen total por hectárea mayor a la media fueron LM-3 (506.2761 metros cúbicos), MF (436.1362 metros cúbicos), LM-4 (427.345 metros cúbicos) y LM-2 (375.4748 metros cúbicos), las demás fincas no lograron superar el valor promedio.

También se puede observar que la especie *P. quinata* presentó el mayor volumen total por hectárea (144.0172 m³) en la Finca LM-3 (Figura 2); seguidamente, de manera descendente, LM-2 (135.9504 metros cúbicos), LM-4 (123.0617 metros cúbicos) y LM-1 (105.409 metros cúbicos). El valor promedio para cedro espino en todas las fincas es de 115.9495 metros cúbicos. El Anexo 21 muestra de manera gráfica las fincas que mostraron un volumen total por hectárea mayor a la media fueron LM-3 (144.0172 metros cúbicos), LM-2 (135.9504 metros cúbicos) y LM-4 (123.0617 metros cúbicos).

El mayor volumen total por hectárea, lo presentó la especie *H. Alchorneoides*, en la Finca MF (333.1237 metros cúbicos); seguidamente y de manera descendente, LM-2 (277.9367 metros cúbicos), LM-3 (235.2621 metros cúbicos) y LM-4 (205.1463 metros cúbicos). El valor promedio para zapatero en todas las fincas es de 235.8495 metros cúbicos.

4.5 Incremento Medio Anual (IMA) e Incremento Corriente Anual (ICA)

En el Cuadro VII se presentan los valores IMA por especie, según diámetro, altura y volumen total, e ICA por especie, según área basal y volumen total.

CUADRO VII. DATOS DE INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) E INCREMENTO CORRIENTE ANUAL (ICA). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.

FINCA	EDAD	PARCELAS	IMA DAP (cm)	IMA H (m)	IMA VT (m ³ /ha/año)	ICA Área Basal (m ² /ha)	ICA VT (m ³ /ha)
LM-1	18	Amarillo	1.6	0.9	14.1374	1.7	14.9690
		Cedro espino	1.4	0.7	5.8560	0.9	6.2005
		Zapatero	1.5	1.1	8.5186	0.9	7.5164
LM-2	15	Amarillo	1.7	1.2	25.0316	2.8	26.8196
		Cedro espino	1.3	0.7	9.0633	1.7	9.7107
		Zapatero	1.6	1.1	18.5291	2.3	19.8526
LM-3	15	Amarillo	2.0	1.2	33.7517	3.8	36.1626
		Cedro espino	1.2	0.8	9.6011	1.5	10.2869
		Zapatero	1.4	1.0	15.6841	2.1	16.8044
LM-4	14	Amarillo	1.9	1.3	30.5246	3.3	32.8727
		Cedro espino	1.2	0.8	8.7901	1.4	9.4663
		Zapatero	1.5	1.0	14.6533	2.1	15.7805
LM-5	13	Amarillo	1.6	1.0	12.7069	2.1	13.7659
		Cedro espino	1.1	0.7	5.4853	1.1	5.9424
MF	25	Amarillo	2.2	0.7	17.4454	2.0	18.1723
		Zapatero	1.0	0.5	13.3249	1.6	13.8801
		Caoba	0.7	0.7	0.3327	0.1	0.3465

Vt= Volumen Total; DAP= diámetro a la altura del pecho ; H= altura

4.5.1 Incremento Medio Anual (IMA) del Diámetro a la Altura de Pecho (DAP) por Especie

Para amarillo (*T. amazonia*) se observa que el IMA-DAP o velocidad de crecimiento del diámetro difiere mucho y está sujeto al sitio donde la especie crece (Anexo 14). Esto genera un diferencial de crecimiento en el plano horizontal de la especie. Sin embargo, la mayor velocidad de crecimiento o incremento en el tiempo de esta especie, se presentan en las fincas Los Monos 3 y 4, de 15 y 14 años de edad, respectivamente, en comparación al incremento observado en la especie para Madera Fina. Esta última muestra una velocidad de incremento negativa con 25 años inferior versus Los Monos 3, con diez años de diferencia de edad.

En la finca Los Monos 3, la especie *T. amazonia* presenta la mayor velocidad de crecimiento con (2 centímetros/año), seguido en la Finca Los Monos 4 con (1.9 centímetros/año); mientras que el menor IMA-DAP en amarillo se observa en Los Monos 1 (1.6 centímetros/año).

En la finca Los Monos 1, la especie *P. quinata* presenta el mayor incremento medio anual con respecto al diámetro a la altura del pecho con (18 años; 1.4 centímetros/año); en forma descendente, seguido de Los Monos 2 (1.3 centímetros/año); Los Monos 3 y 4 (1.2 centímetros /año) y Los Monos 5 (1.1 centímetros /año).

Zapatero (*H. alchorneoides*) presenta una velocidad de crecimiento del diámetro a la altura de pecho (IMA-DAP) que difiere mucho y está sujeto al sitio donde la especie crece (Anexo 16). Esto genera un diferencial de crecimiento en el plano horizontal de la especie. En la finca Los monos 2 esta especie presenta la mayor velocidad de crecimiento con (1.6 centímetros /año), seguido de las Fincas Los Monos 1 y 4 (1.5 centímetros /año). Madera Fina de 25 años de edad, presenta una velocidad de incremento negativa, versus Los Monos 2, con diez años de diferencia de edad.

4.5.2. Incremento Medio Anual (IMA) de la Altura Total por Especie

En la finca Los Monos 4, la especie *T. amazonia* presenta una velocidad de incremento superior con (1.3 metros/año), seguido de las Fincas Los Monos 2 y 3 (1.2 metros /año), las cuales han llegado a un valor similar (Anexo 17). El incremento en altura total de esta especie en la finca Madera Fina es sensiblemente menor que las evaluaciones en otras fincas.

Para la especie *P. quinata* se observa el máximo valor IMA de la altura total en Los Monos 3 y 4 (0.8 metros/año) (Anexo 18). Las otras fincas (Los Monos 1, 2 y 5) muestran una velocidad de crecimiento similar entre ellas (0.7 metros/año). Aparentemente, el entorno no ejerce un efecto diferencial para cedro espino en este parámetro.

En las fincas Los Monos 1 y 2, la especie *H. alchorneoides* presenta un valor máximo de IMA en altura total de (1.1 metros/año). En las otras fincas (Los Monos 3 y 4) se observa una velocidad de crecimiento similar entre ellas (1.0 metro/año), muy cercana a las fincas que presentaron mayor incremento (Anexo 19). Aparentemente, el entorno no ejerce un efecto diferencial para el zapatero en este parámetro; sin embargo, la Finca Madera Fina presentó un incremento negativo, a pesar de ser la finca con mayor edad (25 años).

4.6. Incremento Medio Anual (IMA) e Incremento Corriente Anual (ICA) del Volumen Total por Hectárea y por Especie

En el Anexo 23 se observa gráficamente que en las Fincas Los Monos 3 y 4, la especie *T. amazonia* presenta la mayor velocidad de crecimiento medio, de 33.7517 y 30.5246 metros cúbicos por año y el mayor incremento corriente, de 36.1626 m³/año y 32.8727 m³/año.

También se observa que en las Fincas Los Monos 1 y 5, la especie *T. amazonia* muestra el menor incremento medio en el tiempo (14.1374 m³/año) y (12.7960 m³/año) y el menor incremento corriente anual (14.9690 m³/año) y (13.7659 m³/año).

En el Anexo 24 se observa gráficamente en la finca Los Monos 3, 2 y 4 que la especie *P. quinata* presentó la mayor velocidad de crecimiento medio en volumen total, con 9.6011, 9.0633 y 8.7901 metros cúbicos por año, respectivamente. En las fincas Los Monos 1 y 5, se observa el menor incremento medio en el tiempo (5.8560 y 5.4853 metros cúbicos por año, respectivamente).

4.7. Comparación de productividad forestal entre las modalidades de plantaciones puras y enriquecimiento forestal.

El cuadro VIII, muestra la comparación de rasgos funcionales promedios (Diámetro y altura comercial) y productividad forestal promedio (Área basal, volumen comercial) entre las modalidades de plantación forestal y enriquecimiento forestal.

CUADRO VIII. COMPARACIÓN DIÁMETRO, ALTURA COMERCIAL, ÁREA BASAL Y VOLUMEN COMERCIAL PROMEDIOS ENTRE LAS MODALIDADES DE PLANTACIÓN PURAS Y ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.

Promedios	Amarillo		Cedro Espino		Zapatero	
	P	E	P	E	P	E
DAP	0.245	0.278	0.192	0.168	0.184	0.198
Hc (m)	9.000	10.000	5.000	4.000	7.000	6.000
g (m²)	1.245	1.266	1.062	0.619	1.154	0.948
Vc (m³)	5.732	7.566	2.811	1.500	4.174	3.429

Fuente: CEDEÑO, 2016

Dap= diámetro a la altura del pecho; Hc= Altura comercial; g= área basal; Vc= volumen comercial; P= plantaciones puras; E= enriquecimiento forestal

En el Cuadro VIII se puede apreciar que la especie *T. amazonia*, presentó los mejores resultados en rasgos funcionales y productividad, en la modalidad de enriquecimiento forestal, mientras que para las especies *P. quinata* y *H. alchorneoides* reflejaron mejor desarrollo en rasgos funcionales y productividad en la modalidad de plantaciones puras. CEDEÑO, 2016.

5. CONCLUSIONES

- La especie (*Terminalia amazonia*) en las seis fincas de estudio presentó el mayor promedio en (DAP, altura comercial y altura total), por encima del resto de las especies analizadas.
- Al generar los factores de productividad, la especie amarillo (*Terminalia amazonia*) en la finca Los Monos 3 y Madera Fina, presentó la mayor área basal por hectárea y volumen total (506.2761 m³).
- La especie cedro espino (*Pachira quinata*) en la Finca Los Monos 3 presentó el mayor volumen total por hectárea (144.0172 m³).
- La especie zapatero (*Hieronyma alchorneoides*) la Finca Madera Fina presentó el mayor volumen total por hectárea (333.1237 m³).
- La especie amarillo (*Terminalia amazonia*) en las Fincas Los Monos 3 y 4 presentó el mayor IMA (33.7517 m³/año y 30. 5246 m³/año) y el mayor ICA (6.1626 m³/año y 32.8727 m³/año).
- La especie (*Pachira quinata*) en las Fincas Los Monos 3, 2 y 4 muestran la mayor velocidad de crecimiento medio (9.6011 m³/año, 9.0633 m³/año y 8.7901 m³/año), respectivamente.
- La especie (*Hieronyma alchorneoides*) en la Finca Los Monos 2 muestra la mayor velocidad de crecimiento medio (con 18.5291 m³/año).

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener a disposición de la empresa una base de datos sobre el incremento en el tiempo para cada una de sus plantaciones. Según los resultados obtenidos por medio de esta investigación, se sugiere el establecimiento, en modalidad de enriquecimiento forestal, la especie amarillo (*Terminalia amazonia*) en los bosques secundarios ubicados en Los Monos 1, 2, 3, 4 y Madera Fina.
- El establecimiento de zapatero (*Hieronyma alchorneoides*) se recomienda para las fincas Los Monos 2, 3 y Madera Fina; ya que en éstas, los factores de productividad estuvieron por encima del promedio.
- Mantener los caminos, entradas y bordes de las plantaciones libre de malezas para un mejor desplazamiento y manejo dentro de las plantaciones.
- No se recomiendan desde el punto de vista de productividad las especies cedro espino (*Pachira quinata*) y caoba (*Swietenia macrophylla*), ya que presentaron valores de productividad por debajo de la media.

7. REFERENCIAS CITADAS

ANAM (Autoridad Nacional del Ambiente, PA). 2000, Recursos Forestales en Panamá (en línea). Consultado el 27 de Abril de 2015. Disponible en: <http://bdigital.binal.ac.pa/bdp/descarga.php?f=recursosforestalesenpanama.pdf>.

_____. 2010. Atlas ambiental de la República de Panamá, 1.ed. Panamá. Editora Novo Art, S.A. 190 p.

_____. 2014. GEO Panamá 2014: Informe del estado del ambiente. Panamá, Editora Novo Art, S. A. 168 p.

Armién, I., Szejner, M., Emanuelli, P., Milla, F., Duarte, E., y Vergara, L. 2015. Enriquecimiento forestal con especies nativas en áreas con matorrales de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Nota Técnica N°14. Programa REDD/CCAD-GIZ, El Salvador, CA. 44 p.

Bermúdez, T. (s.f). Práctica 1. Medición de árboles diámetro (en línea). Consultado el 10 de mayo de 2015. Disponible en: <http://ecobosques.wikispaces.com/file/view/Practica+1.+Medici%C3%B3n+DAP.pdf>

Cabrera, C. 2003. Plantaciones Forestales Oportunidad para el Desarrollo Sostenible (en línea). Consultado 3 de mar. 2015. disponibles en: <http://biblio3.url.edu.gt/IARNA/SERIETECNINCA/6.pdf>.

Cárdenas, E. 2010. Comportamiento de *Bombacopsis quinata* (jaq.) Dugand en Zamorano, Honduras (en línea). Consultado el 7 de mayo de 2016. Disponible en: <http://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/533/1/T2918.pdf>

Camacho, Y.2008. Forest Finance. Plan de Reforestación de la finca No. 44212. San Felix, Las Lajas – Chiriquí. 34 pag.

CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2001. Silvicultura de Bosques Latifoliados Húmedos con énfasis en América central / eds BastiaanLouman, David Quirós, Margarita Nilsson. – Turrialba, C.R.: CATIE, 2001. 265p. – (serie técnica. Manual técnico / CATIE; No.46)

CATIE (Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza Tropical). 2005. *Terminalia amazonia* Ecología y Silvicultura (en línea). Consultado el 7 de mayo de 2016. Disponible en: <http://www.sidalc.net/repdoc/a0472e/a0472e.pdf>

Cedeño, E. 2016. Productividad de madera de amarillo (*Terminalia amazonia*), Zapatero (*Hieronyma alchorroides*), Caoba (*Swietenia macrophylla*), Cedro espino (*Pachira quinata*) en plantaciones forestales, forest finance, Panamá, S.A. Las Lajas, distrito de San Félix. Facultad de ciencias agropecuarias, universidad de panamá, sede Chiriquí. Tesis Lic. Ing. Manejo de cuenca y ambiente. Panamá.

Flores, Y. 2011. Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales en la Amazonía Peruana (en línea). Consultado el 4 de Abril de 2016. Disponible en: http://www.academia.edu/5031933/Crecimiento_y_Productividad_de_Plantaciones_Forestales_Flores_2011_

Gómez, C. 2012. El Enriquecimiento en Bosques Nativos para la Conservación Ambiental y Desarrollo Económico (En línea). Consultado 3 de mar. 2015. Disponible en: http://inta.gob.ar/documentos/el-enriquecimiento-en-bosques-nativos-para-la-conservacion-ambiental-y-desarrollo-economico/at_multi_download/file/Presentacion%20Enriquecimiento.pdf

Hernández, M. 2011. Valoración económica de la madera. Parcelas forestales. Facultad de ciencias agropecuarias, universidad de panamá, sede Chiriquí. Tesis Lic. Ing. Manejo de cuenca y ambiente. Panamá, USAC. 22 p.

INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, AR). 2003. Enriquecimiento del Bosque Nativo con Ibirá Puita Guazu (en línea). Consultado 4 de mar. 2015. Disponible en: <http://redaf.org.ar/wp-content/uploads/2008/02/Enriquecimiento-del-bosque-con-ibir%C3%A1-puit%C3%A1.pdf>

Leguizamó, A. 2004. Guía para la conformación, enriquecimiento, manejo y aprovechamiento sostenible del bosque protector (en línea). Bogotá, D.C.: Convenio Andrés Bello. 2004. 96p. Consultado el 4 de marzo de 2016. Disponible en: https://books.google.es/books?id=-huZLKntpEwC&pg=PA67&lpg=PA67&dq=plantación+bajo+dosel&source=bl&ots=WoS_9ENg1k&sig=ED1iYQd5_v4l15iOZMkWsSq5L-8&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjL0L-xjPjMAhXEQyYKHW_tABs4ChDoAQgbMAA#v=onepage&q=plantación%20bajo%20dosel&f=false

Lozada, J; Moreno, J; Suescun, R. 2003. Interciencia. Plantaciones en Fajas de Enriquecimiento. Experiencias en 4 Unidades de Manejo Forestal de la Guayana Venezolana (en línea). Consultado el 27 de Abril de 2015. Disponible en: http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0378-18442003001000004&script=sci_arttext

Medina, D. 2013. IMA e ICA (en línea). Consultado el 16 de junio de 2016. Disponible en: <http://prezi.com/rmbay0tf4lzl/ima-e-ica/>

Méndez, M. 2005. Estudios de Tendencias y Perspectivas del Sector Forestal en América Latina (en línea). Consultado el 4 de Abril de 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/008/j5484s/j5484s00.htm#TopOfPage>

Ugalde, L. 1981. Conceptos básicos de dasometria (en línea). Consultado el 10 de mayo de 2015. Disponible en: <http://www.sidalc.net/repdoc/a5909e/a5909e.pdf>

Prodan, M; Peters, R; Cox, F; Real P. 1997. Mensura Forestal. San José, CR: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ); Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 586 p.

Quirós, D. 2001. Tratamientos silviculturales. In Louman, B., Quirós, D., Nilsson, M. eds. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. Turrialba, CR, CATIE. pp 132-153.

STRI (Smithsonian Tropical Research Institute, PA). 2015. Agua, Agua en Todas Partes. Trópicos Marzo: 3-16.

Tosi, J. (Ed.). 1971. Inventariación y demostraciones forestales, Panamá: Zonas de vida, basado en la labor de Roma, IT, FAO. 89 p. (FO: SF/PAN 6, informe técnico 2).

8. ANEXOS

ANEXO 1. LIMPIEZA DE LA CORTEZA DE LA ESPECIE CEDRO ESPINO (*Pachira quinata*). FOREST FINANCE, LAS LAJAS.



ANEXO 2. MEDICIÓN DEL DIAMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP).



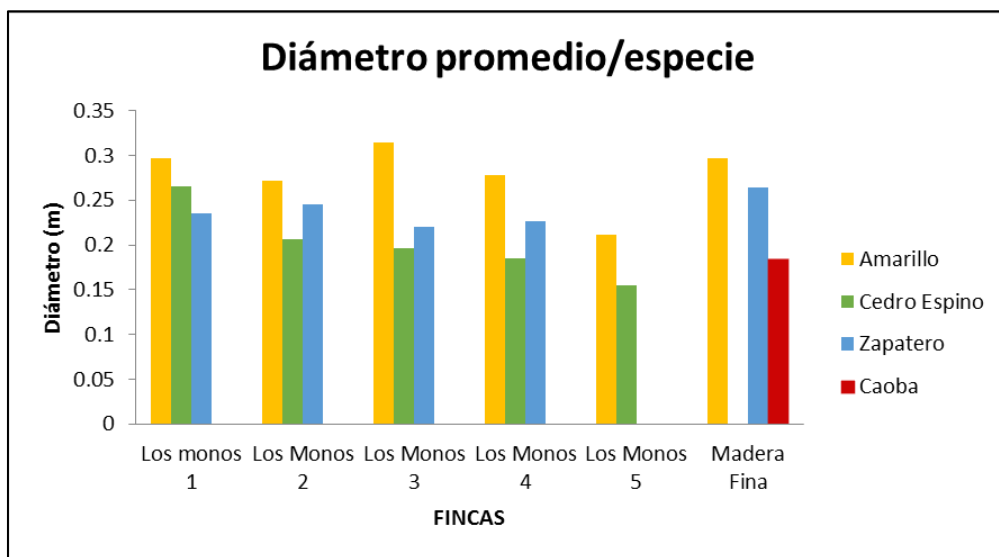
ANEXO 3. REGISTRO DE LA COORDENADA UTM DEL ÁRBOL MEDIDO, (GPS).



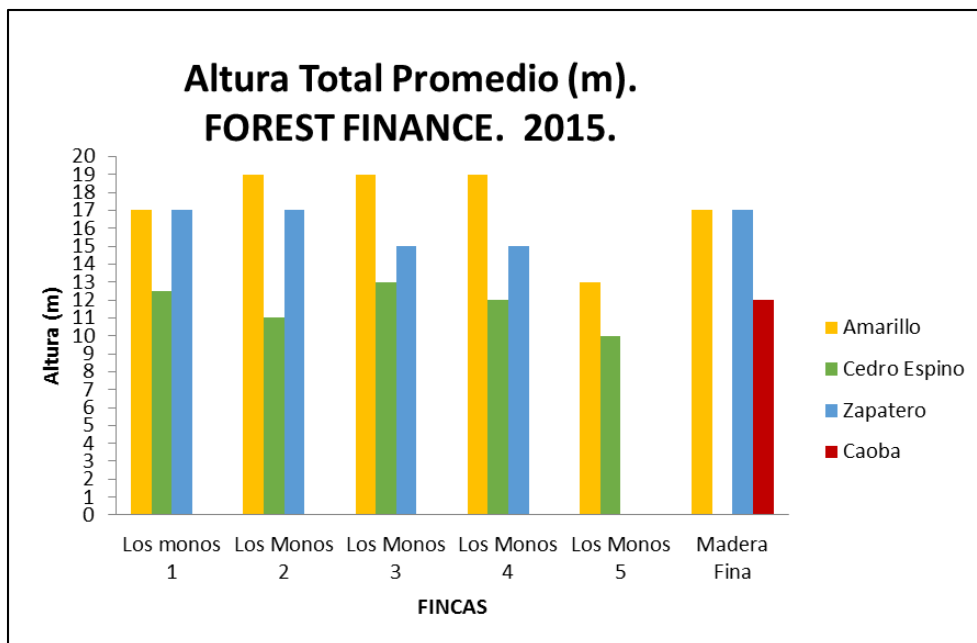
**ANEXO 4. MEDICIÓN DE ALTURA ARBÓREA, CON PISTOLA HAGGA.
FOREST FINANCE, LAS LAJAS.**



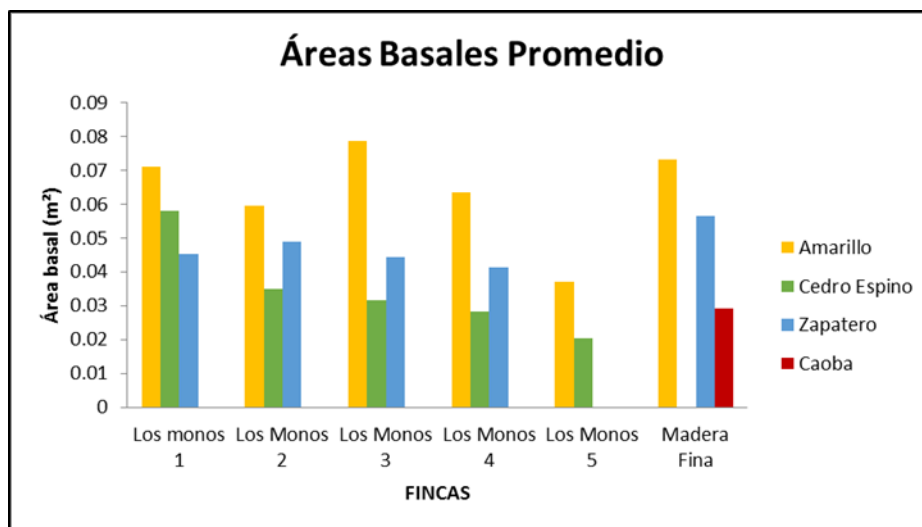
ANEXO 5. DIÁMETROS PROMEDIOS. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



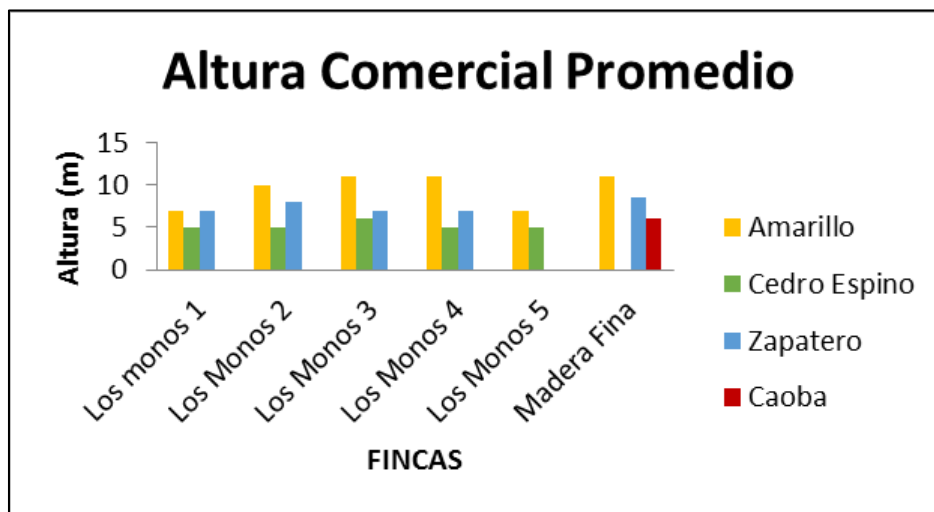
ANEXO 6. ALTURA TOTAL PROMEDIO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



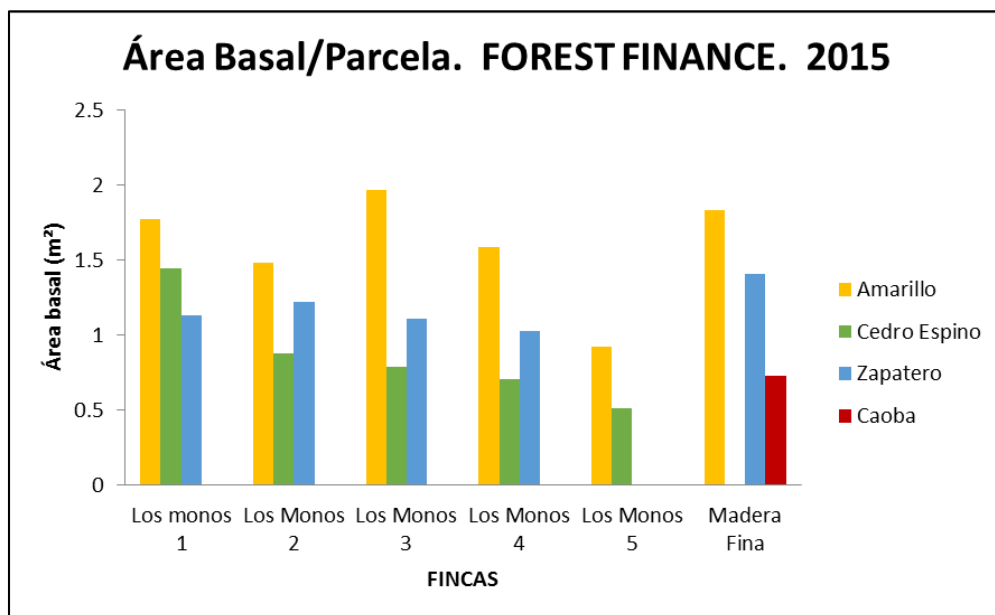
ANEXO 7. ÁREA BASAL PROMEDIO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



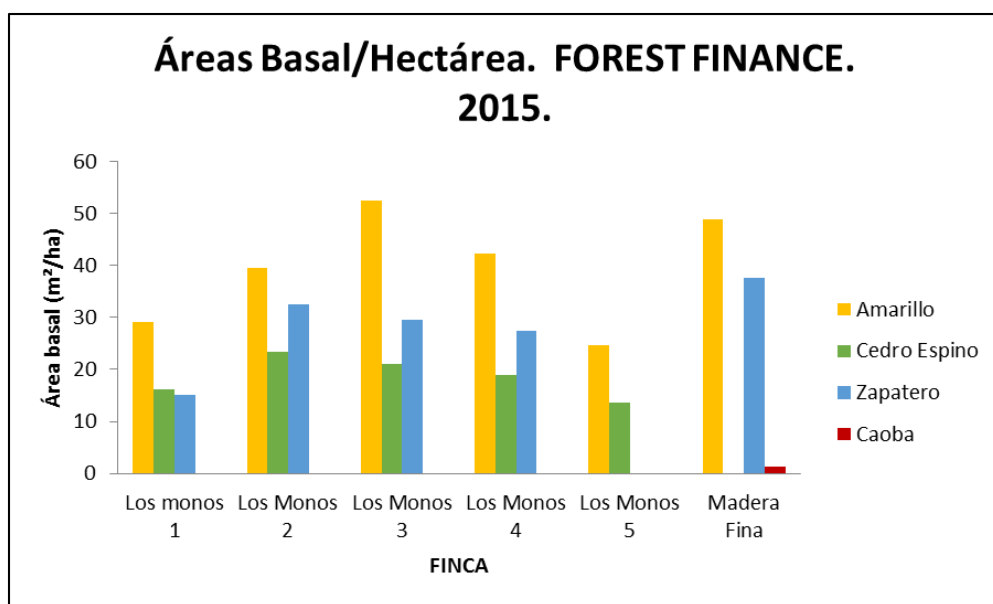
ANEXO 8. ALTURA COMERCIAL PROMEDIO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE, PANAMÁ, S.A. LAJAS, SAN FELIX. 2016.



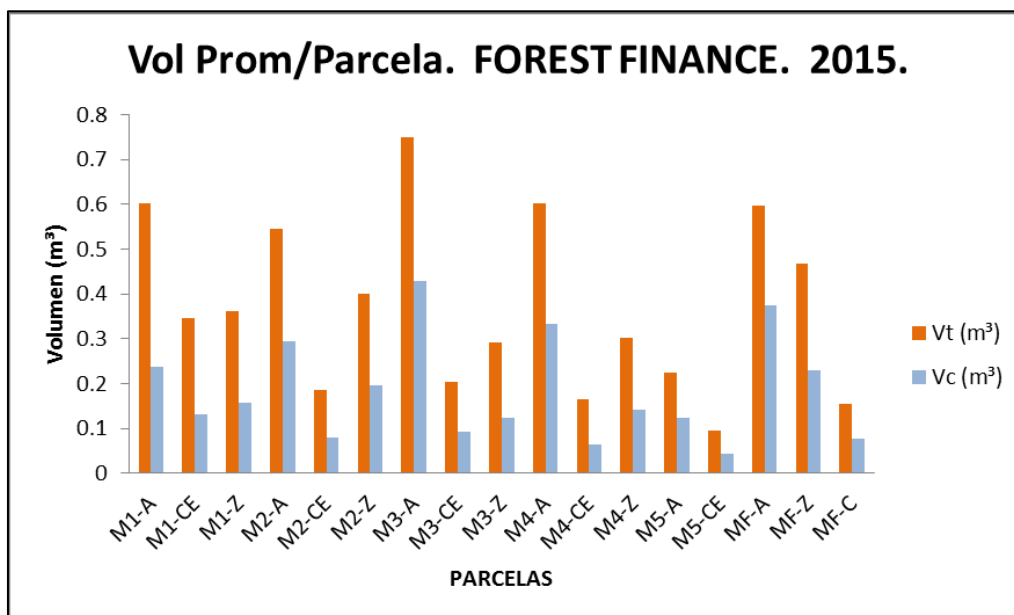
ANEXO 9. ÁREA BASAL/PARCELA. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



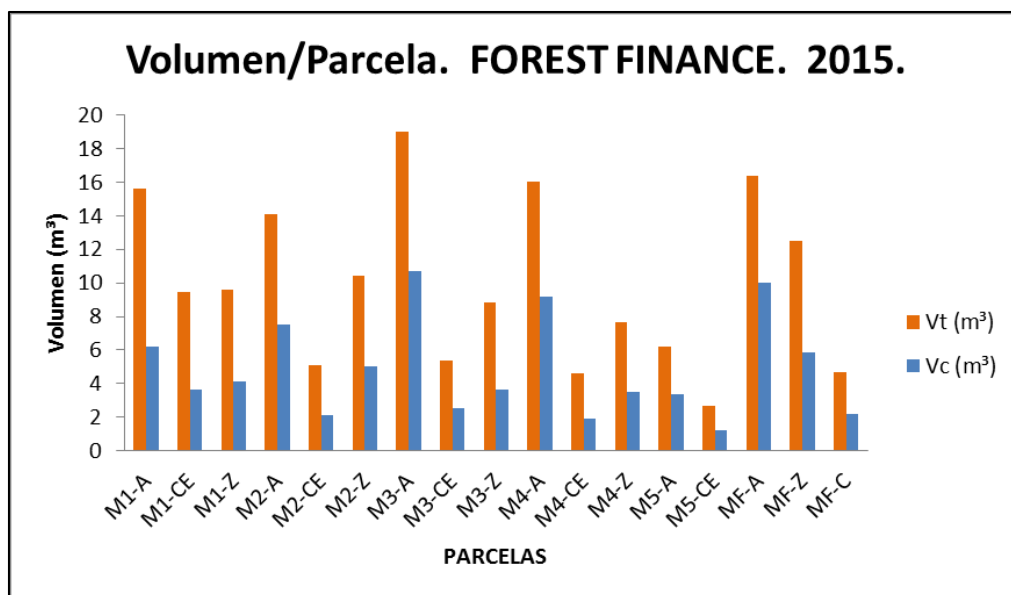
ANEXO 10. ÁREA BASAL POR HECTAREA. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



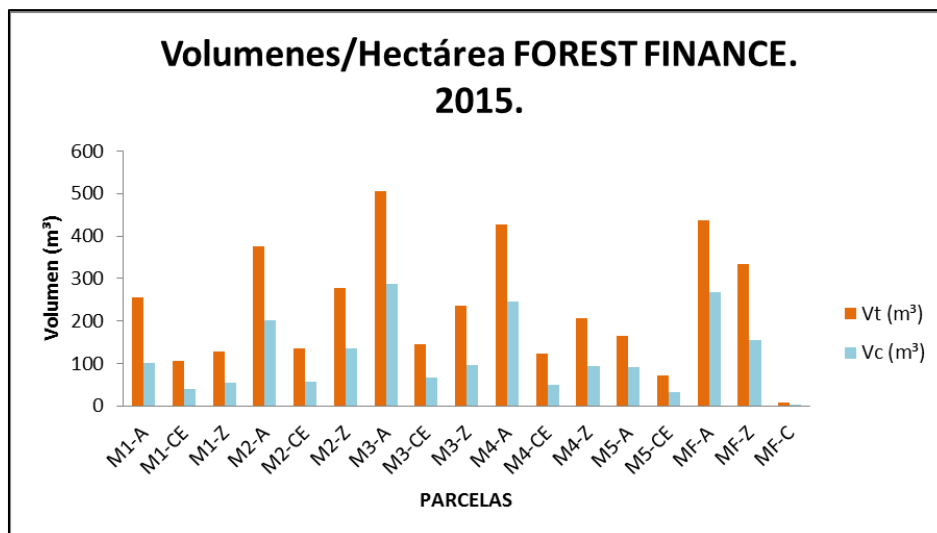
ANEXO 11. VOLUMEN PROMEDIO POR PARCELA. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



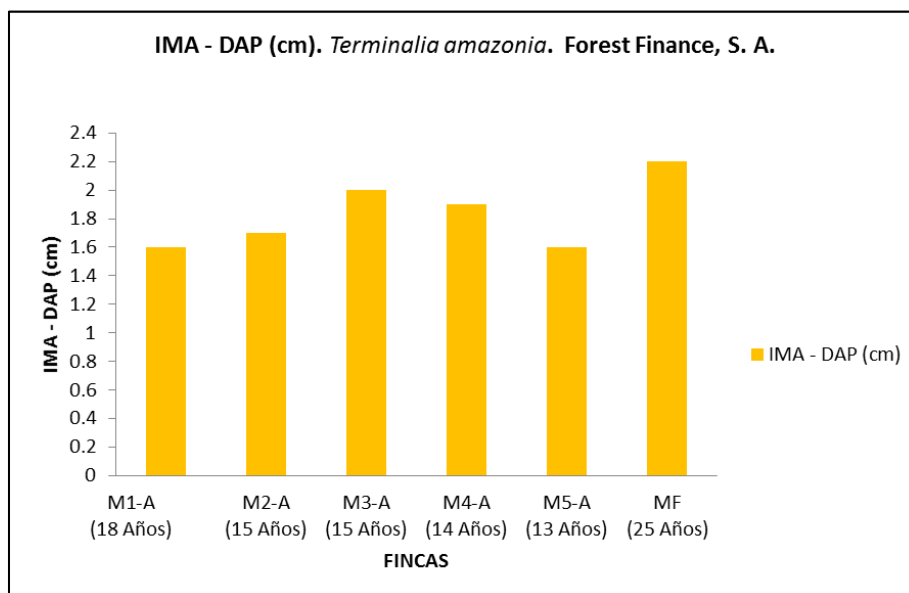
ANEXO 12. VOLUMEN POR PARCELA. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



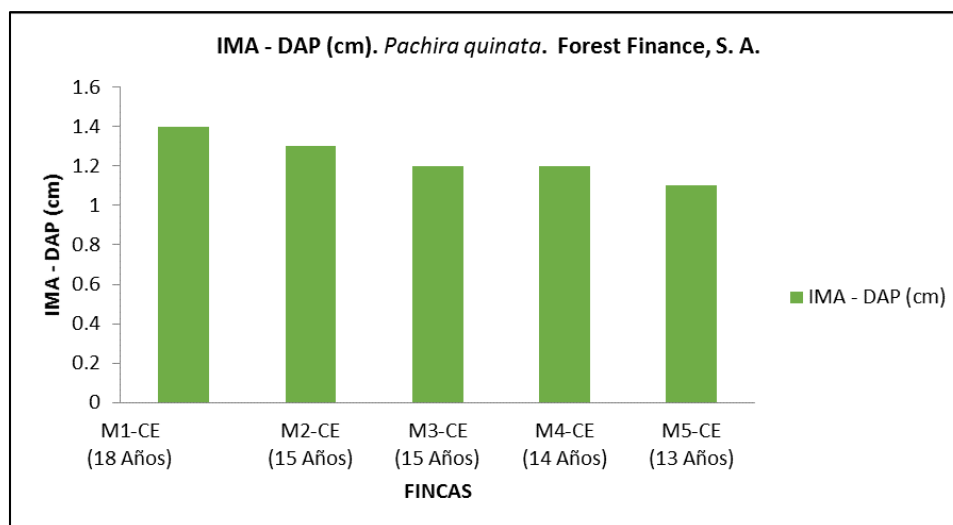
ANEXO 13. VOLUMEN POR HECTÁREA. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A., LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



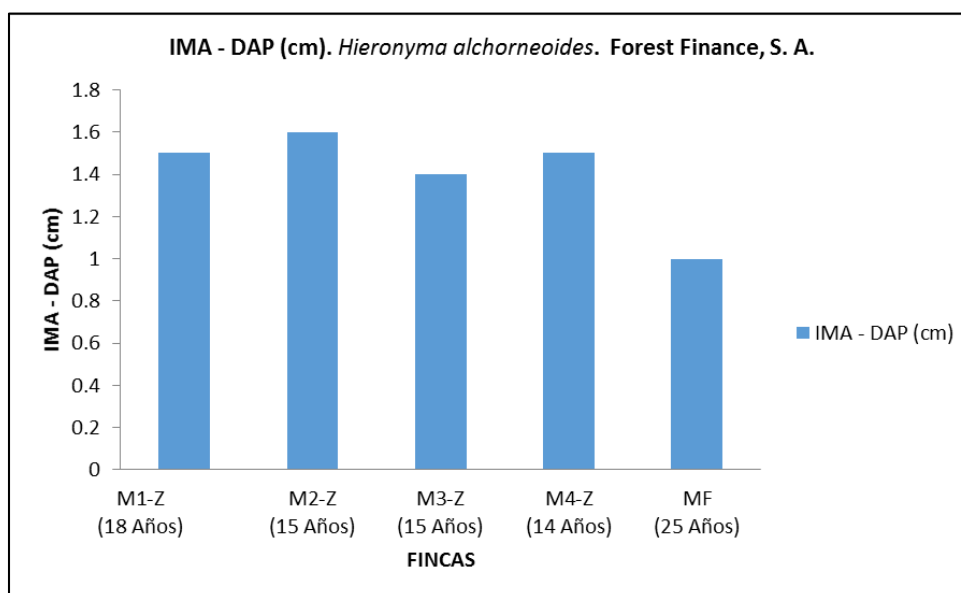
ANEXO 14. INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) DEL DIAMETRO A LA ALTURA DEL PECHO. AMARILLO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



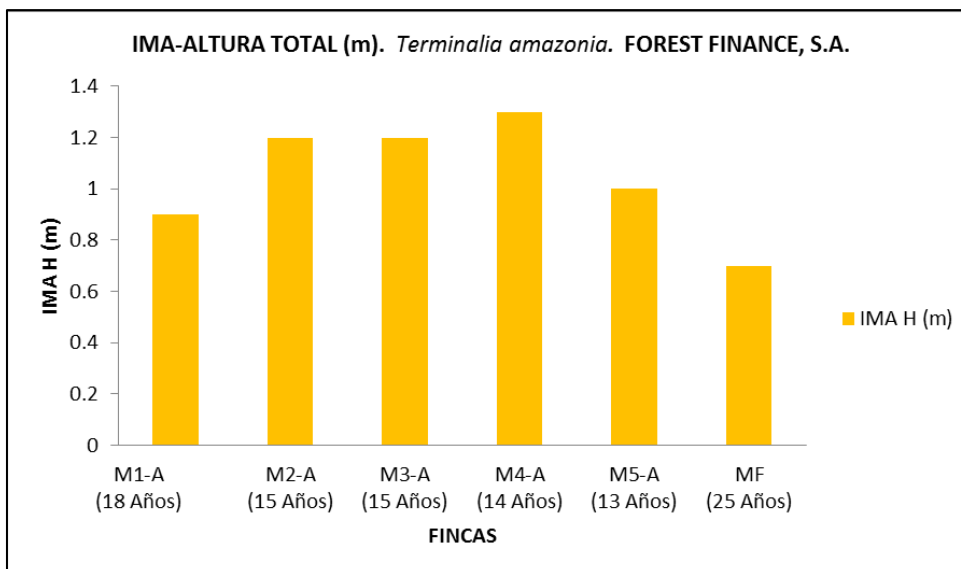
ANEXO 15. INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) DEL DIAMETRO A LA ALTURA DEL PECHO. CEDRO ESPINO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



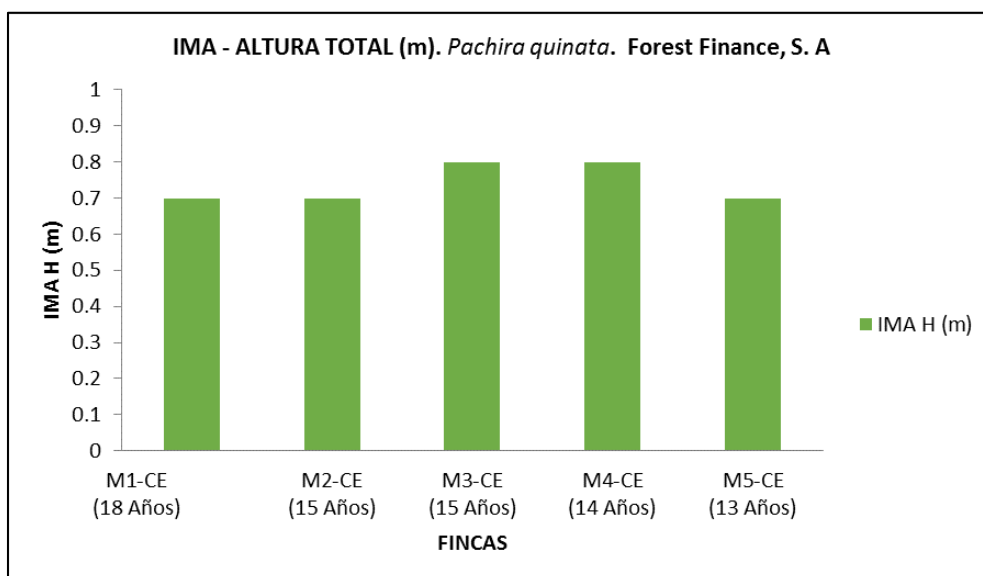
ANEXO 16. INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) DEL DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO. ZAPATERO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE, PANAMÁ S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



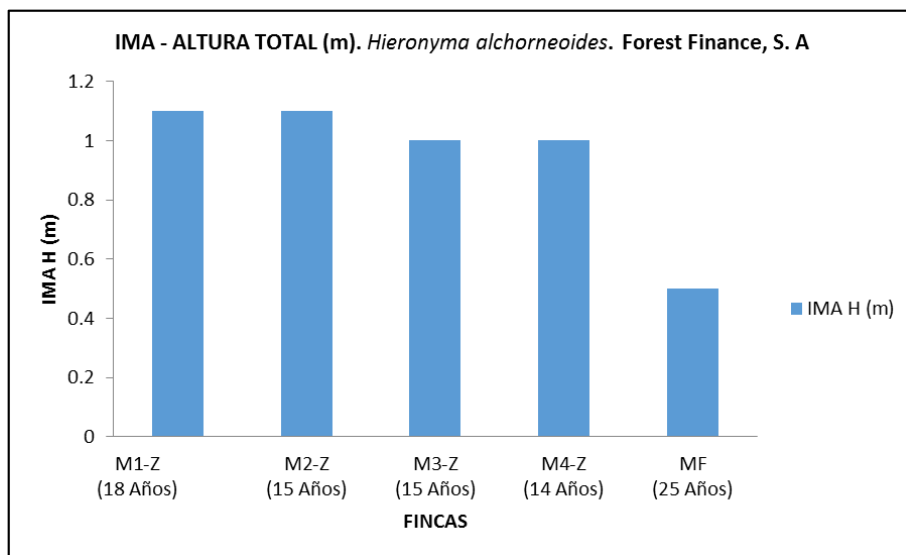
ANEXO 17. INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) DE LA ALTURA TOTAL. AMARILLO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



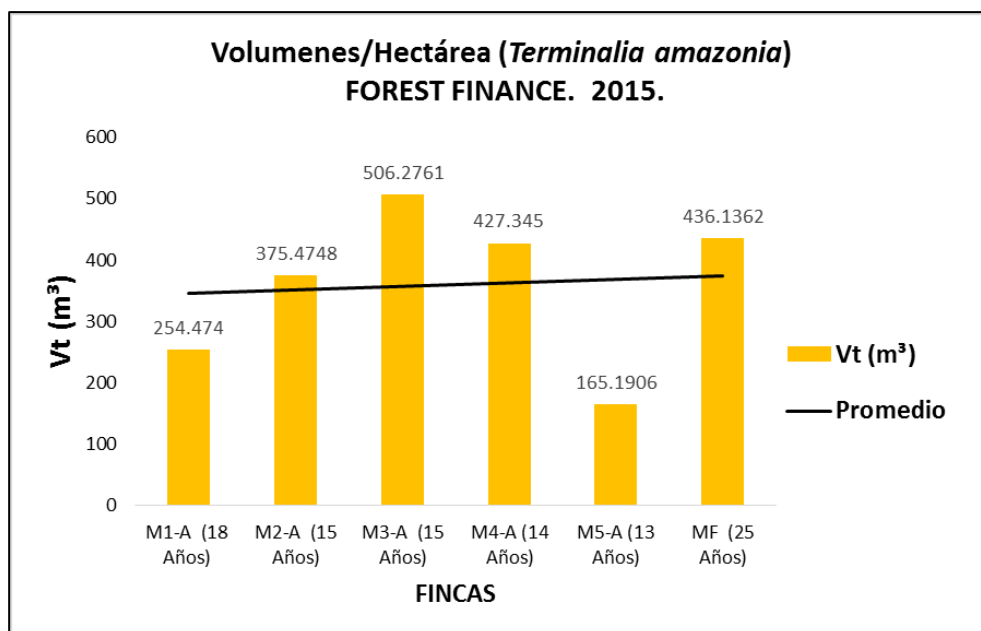
ANEXO 18. INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) DE LA ALTURA TOTAL. CEDRO ESPINO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



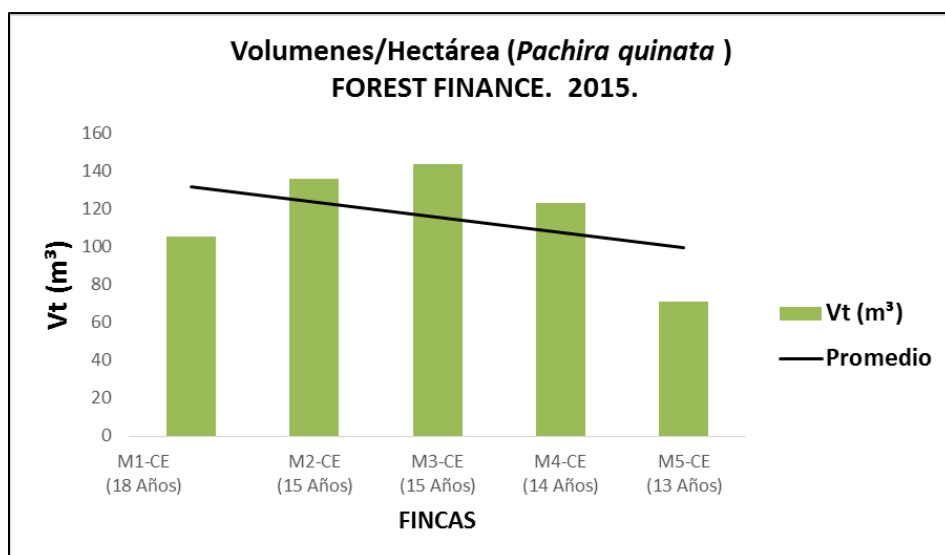
ANEXO 19. INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) DE LA ALTURA TOTAL. ZAPATERO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



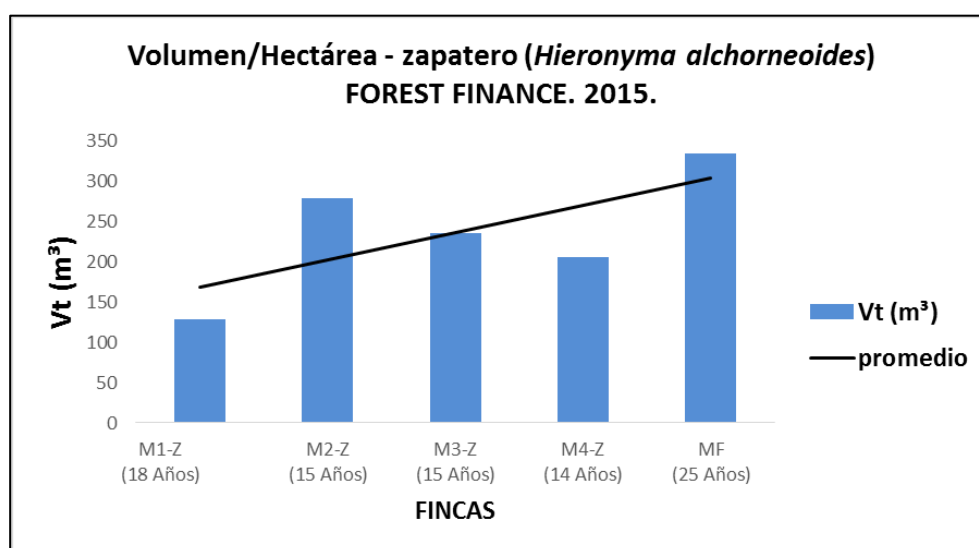
ANEXO 20. VOLUMEN POR HECTÁREA. AMARILLO (*Terminalia amazonia*). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



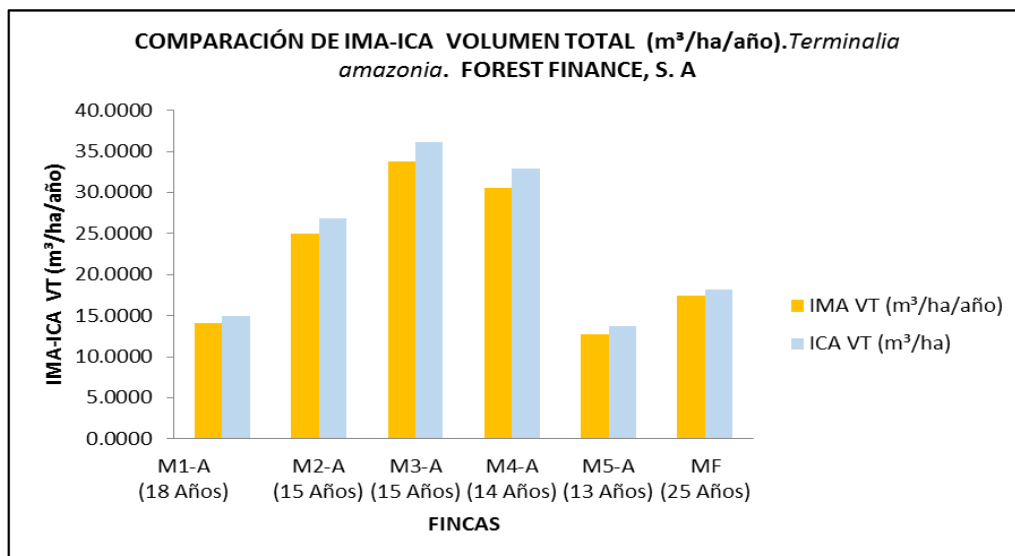
ANEXO 21. VOLUMEN POR HECTÁREA. CEDRO ESPINO (*Pachira quinata*). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE, PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



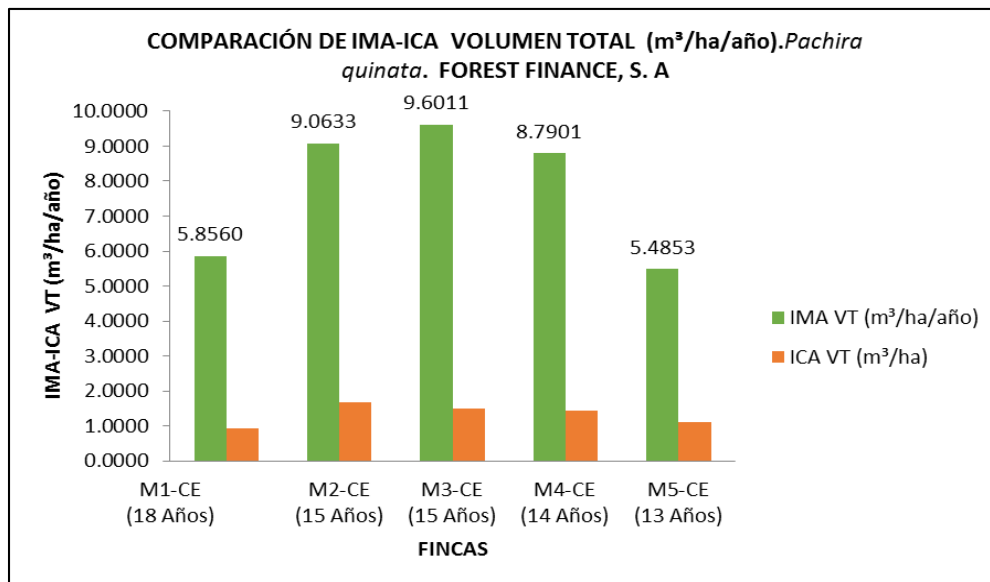
ANEXO 22. VOLUMEN POR HECTÁREA. ZAPATERO (*Hieronyma alchorneoides*). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



ANEXO 23. INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) E INCREMENTO CORRIENTE ANUAL (ICA) VOLUMEN TOTAL (m³/ha/año). AMARILLO (*Terminalia amazonia*). ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.



ANEXO 24. INCREMENTO MEDIO ANUAL (IMA) E INCREMENTO CORRIENTE ANUAL (ICA) VOLUMEN TOTAL (M³/HA/AÑO). CEDRO ESPINO. ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE, PANAMÁ, S.A. LAJAS, SAN FELIX. 2016.



ANEXO 25. COMPARACIÓN DE ÁREA BASAL Y VOLUMEN COMERCIAL PROMEDIOS ENTRE LAS MODALIDADES DE PLANTACIÓN PURAS Y ENRIQUECIMIENTO FORESTAL. FOREST FINANCE PANAMÁ, S.A. LAS LAJAS, SAN FÉLIX. 2016.

		Amarillo		CedroEspino		Zapatero	
Modalidad	Finca	g(m ²)	Vc (m ³ /ha)	g(m ²)	Vc (m ³ /ha)	g(m ²)	Vc (m ³ /ha)
P	Catival	1.653	5.026	1.915	5.253	3.523	13.094
	El Espejo	1.158	4.272	1.258	2.749	1.744	5.211
	Jalá	1.041	5.788	1.458	4.715	0.742	2.763
	La Luna 1	1.619	8.892	0.965	1.759	0.522	1.478
	La Luna 2	0.895	3.872	0.786	2.221	0.466	1.871
	Los Aromos	1.653	9.705	1.687	4.822	2.230	8.213
	Pampanillo	1.566	6.709	0.642	1.743	0.672	2.533
	Los Ríos 1	1.478	6.904	0.268	1.005	1.022	4.154
	Los Ríos 2	1.067	6.246	1.001	2.836	1.079	4.297
	Los Ríos 3	0.740	3.049	0.485	1.270	0.695	2.299
Santa Cruz 1	0.826	2.593	1.213	2.551	-----	-----	
E	LM-1	1.160	3.896	0.643	1.473	0.604	2.105
	LM-2	1.583	7.834	0.932	2.119	1.301	5.206
	LM-3	2.101	11.428	0.842	2.508	1.182	3.333
	LM-4	1.691	8.898	0.754	1.741	1.097	3.778
	LM-5	0.986	3.316	0.541	1.157	-----	-----
	MF	0.073	10.023	-----	-----	1.504	6.151

Fuente: Cedeño, 2016

g= área basal; Vc= volumen