



UNIVERSIDAD DELAS REGIONES AUTONOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGUENSE URACCAN

Monografía

**Crecimiento de *Gmelina arborea* Roxb en la
comunidad el piñal, BONANZA 2008-2014.**

Para optar el título de: Ingeniero Agroforestal.

Autores: Michel Jonathan Suarez.
Juan Gilberto Devis Miguel.

Tutor: MSc. Efraín de Jesús Peralta Tercero.

Siuna, Enero de 2016

**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES
AUTONOMAS DE LA COSTA CARIBE
NICARAGUENSE
URACCAN**

Monografía

**Crecimiento de *Gmelina arborea* Roxb en la
comunidad el piñal, BONANZA 2008-2014**

Para optar el título de: Ingeniero Agroforestal

Autores: Michel Jonathan Suarez.
Juan Gilberto Devis Miguel.

Tutor: MSc. Efraín de Jesús Peralta Tercero.

Siuna, Enero de 2016

Gracias a Dios, nuestro señor por haberme iluminado, darme el don de vivir y la inteligencia necesaria para que mis sueños sean una realidad, de éxito y provecho para mi futuro.

A mi madre, Lic. Cristina Isidora Suarez Garzón quien me dio la vida, me brindó su apoyo incondicional con mucho empeño, amor, cariño y estimación, me guio por el camino de la verdad y del bien para que hoy en día sea un joven con madurez profesional.

Mi hermanito: Uziel Mishael Suarez por compartir el sacrificio, el trabajo, el pan de cada día, que con su compañía, amor y apoyo se hizo mi sueño realidad.

A mi compañero de clase Juan Gilberto Devis Miguel por apoyarme moralmente durante mis dificultades presentadas en la conclusión de la monografía.

A mis compañeros(as) de clase por compartir momentos felices y agradables durante los cinco años de estudios universitarios.

Michel Jonathan Suarez.

Dedico esta monografía primeramente a Dios por haberme prestado la vida, iluminar mi camino y poner en mi camino a personas especiales que han estado en los buenos y malos momentos de mi vida.

A mi mama Bertha Miguel por haberme dado su amor, comprensión, apoyo incondicional y esfuerzo por la culminación de mi carrera y estar siempre en los momentos que más la necesite, por sus consejos para ser una buena persona cada día.

A mi papa Rolando Devis Jacobo por su, buena educación y su apoyo incondicional para poder culminar mis estudios y alcanzar mis metas.

mis hermanos Juan Evaristo, Maribel y Rosibel que me han ayudado en todo el transcurso de mis estudios.

A todos mis compañeros de estudio que me motivaron y estuvieron presentes en los buenos y malos momentos durante el aprendizaje y así también compartieron sus conocimientos.

Juan Gilberto Devis M.

AGRADECIMIENTOS

Gracias a ti, Señor, Dios nuestro que estos sobres todos las cosas, por darnos la vida, la salud y la inteligencia para que nuestros sueños sean una realidad, de éxito y provecho en el futuro.

A la memoria del Prof. Bismark Lee León (q.e.p.d.) docente pionero de esta Universidad por su comprensión y apoyo incondicional en momentos de alegrías y tristezas encontrados en el camino hacia nuestra formación superior.

A nuestro tutor Msc. Efraín Peralta Tercero por su ardua labor, dedicación, apoyo, comprensión y tolerancia al realizar este trabajo monográfico, por compartir sus experiencias y conocimientos para hacer realidad este sueño.

A las y los docentes quienes por cinco años consecutivos compartieron el pan del saber, trabajando arduamente en nuestra formación, preparándonos a través de sus experiencias y conocimientos para desenvolvernos en el campo laboral y profesional.

A nuestros padres y hermanos por compartir el sacrificio, trabajo, pan de cada día, que por su compañía, amor y apoyo hemos logrado culminar nuestra carrera universitaria.

A compañeros de clases por acompañarnos en las alegrías, apoyarnos, tolerarnos en momentos difíciles y con sus ideas compartidas hacer más fácil la comprensión de los contenidos.

Michel Jonathan Suarez

Y

Juan Gilberto Devis M

INDICE GENERAL

Contenido	
DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS	ii
INDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE CUADRO	iv
ÍNDICE DE GRÁFICOS	iv
Índice de anexos.	iv
RESUMEN.....	v
SUMMARY	vii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo General.	3
2.2 Objetivos específicos.	3
III. MARCO TEORICO.....	4
3.1 Generalidades.....	4
3.2 Condiciones ambientales en que se desarrolla la <i>Gmelina arborea Roxb.</i>	7
3.3 Tratamientos silviculturales aplicados a la <i>Gmelina arborea Roxb.</i>	10
3.4 Índices de crecimientos de la <i>Gmelina arborea Roxb.</i>	14
IV. DISEÑO METODOLOGICO.....	21
V. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	27
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
6.1 Condiciones ambientales en las que se encuentra la <i>Gmelina arborea Roxb.</i>	30
6.2 Tratamientos silviculturales aplicados en la <i>Gmelina arborea Roxb.</i>	35
6.3 Índices de crecimiento de la <i>Gmelina arborea Roxb.</i>	38
VII. CONCLUSIONES.....	44
VIII. RECOMENDACIÓN.....	45
IX. BIBLIOGRAFÍA	47
X. ANEXO	50

ÍNDICE DE CUADRO.....pág.

Cuadro# 01. Áreas por altitud de la *Gmelina arborea* Roxb
(msnm)..... 23

Cuadro # 02 Índice de sitio de la *Gmelina arborea* Roxb en seis
años..... 30

ÍNDICE DE GRÁFICOS.....pág.

Grafica 1. Distribución de Volumen por altitud de la plantación de melina. 24

Grafica 2. Volúmenes por pendientes que presentan la Gmelina arborea Roxb en 6 años..... 25

Índice de anexos.

Anexo # 1 Formato de inventario de la *Gmelina arborea*.

Anexo # 2 Formato de tratamientos silviculturales.

Anexo # 3 Mapa de ubicación de las 9.4 ha de plantación de *Gmelina arborea Roxb* plantadas en el año 2008 por la MLR forestal.

Anexo # 4 Mapa de los puntos de muestreo donde se realizara el inventario forestal dentro de las 9.4ha de *Gmelina arborea Roxb*.

Anexo# 5 Cálculos estadísticos del Diámetro.

Anexo # 6 Cálculos estadísticos de altura.

Anexo # 7 Cálculos estadísticos de área basal.

Anexo #8 cálculos estadísticos de volumen.

Anexo # 9. Análisis de varianza de volúmenes por pendientes.

Anexo # 10. Tabla Inventario de la *Gmelina arborea Roxb*.

Anexo # 11. Fotografías de la *Gmelina arborea Roxb*.

RESUMEN

Esta investigación se realizó en la comunidad el Piñal municipio de Bonanza en la Región Autónoma del Caribe Norte. Esta zona presenta clima tropical, temperatura promedio de 23°C con una precipitación de 1500 a 3000 mm anuales.

El objetivo general de la investigación fue determinar el crecimiento de la *Gmelina Arborea* Roxb en la comunidad el Piñal, Bonanza 2008-2014. Los objetivos específicos se enmarcaron en la descripción de las condiciones ambientales en que se encuentra la plantación, describir los tratamientos silviculturales aplicado y la determinación de los índices de crecimiento de la plantación.

Esta investigación se realizó bajo un estudio de carácter cuantitativo enmarcado a los índice de crecimiento de la *Gmelina arborea* Roxb .bajo un diseño de muestreo sistemático con un marco muestral de 9.4 ha equivalente a 159 unidades muéstrales con parcelas circulares de 625 m² con una muestra de 11 parcelas, con una intensidad de muestreo del 7%.

Con el análisis de la información recopilada de la *Gmelina arborea* Roxb se obtuvieron los siguientes resultados: Las condiciones ambientales en la que se encuentra esta plantación son óptimas para el buen crecimiento de esta especie, así también se observó que los tratamientos silviculturales aplicados en la plantación no fueron los adecuados para el crecimiento de la melina.

También esta plantación presenta cinco categorías de índice de sitio, con diámetro promedio de 13.1 cm, altura promedio de 4.96 m, un área basal de 33.75 m² y 131.33 m³ de volumen total, Obteniendo así un incremento medio anual de 21.1 m³/año y 2.33 m³/ha/año.

Estos resultados que se obtuvieron en este estudio, brindarán información que servirá para la toma de decisiones sobre las plantaciones futuras de la melina, los tratamientos óptimos para el buen crecimiento y de esta manera poder conocer si favorece al recurso bosque y así mismo si económicamente es viable fomentarla en el municipio de Bonanza.

SUMMARY

This investigation was carried out in the community the Piñal, municipality of Peacefulness in the Autonomous Region Of the North Caribbean. It presents tropical climate with dry and rainy times.

The general objective of the investigation was to determine the growth of the Arboreal Gmelina Roxb in the community the Piñal, Peacefulness 2008-2014. The specific objectives were framed in the description of the environmental conditions in that is the plantation, to describe the treatments applied silviculturales and the determination of the indexes of growth of the plantation.

This investigation was carried out under a study of quantitative character framed to the index of growth of the arboreal Gmelina Roxb. Under a design of systematic sampling with an area of 9.4 has equivalent to 159 units you show them with circular parcels of 625 m² with a sample of 11 parcels, with an intensity of sampling of 7%.

With the analysis of the gathered information of the arboreal Gmelina Roxb the following results were obtained: The environmental conditions in which is this plantation are good for the good growth of this species, likewise it was observed that the treatments silviculturales applied in the plantation were not the appropriate ones for the growth of the melina.

This plantation also presents five categories of place index, with diameter average of 13.1 cm, height average of 4.96 m, a basal area of 33.75 m² and 131.33 m³ of total volume, Obtaining this way a half annual increment of 21.1 m³/año and 2.33 m³/ha/año.

The results that they were obtained in this study, they will offer information that will be good for the taking of decisions, on the future melina plantations that settle down in the municipality of

Peacefulness, taking into account if it favors to the resource forest and if economically it is viable to foment it before in the municipality mentioned, since he/she is considered that these plants require of good treatments for the handling and rhythm of appropriate growth.

I. INTRODUCCION

En los últimos 60 años los recursos forestales de Nicaragua han sido objeto de un proceso de deforestación y degradación acelerado, perdiéndose un promedio anual de 70 mil hectáreas, que en términos absolutos significa la pérdida del 50%, de la cobertura forestal existente hasta el año 1948. Esta situación ha generado una serie de problemas, tales como, deterioro de los suelos, escasez de agua por la ausencia de lluvias, y modificaciones climáticas. **(Centeno, 2008)**.

En el año 2008 el municipio de Bonanza, la empresa HEMCO S.A iniciaron las primeras actividades en el proyecto Forestal Javier Chamorro Mora con las primeras 400 hectáreas sembradas, pero en el año 2009 en coordinación con la empresa noruega Nortek se creó la empresa Nortek Maderas que se especializará en el establecimiento de plantaciones, producción, investigación y mercadeo de los productos forestales de Hemco y Nortek, teniendo una meta de plantar 7500 hectáreas de bosque con plantas de especies nativas y exóticas en los próximos 15 años.

La empresa Nortek maderas en el año 2008 estableció en la comunidad el piñal, municipio de Bonanza una plantación de 9.4 ha de *Gmelina arborea Roxb* con fines económicos. Esta plantación de especie exótica se introdujo al municipio de Bonanza por semillas, pero por el poco conocimiento del personal en un inicio se creyó que la semilla que se estaba comprando en el país de Costa Rica era certificada, pero una vez plantado se observó que la semilla no era certificada debido a la adaptación y la irregularidad de crecimiento por lo que esta plantación se dejó como un área experimental. Y desde entonces ninguna institución se ha preocupado por realizar una investigación donde se pueda dar información sobre el comportamiento que tiene esta especie en las condiciones edafoclimáticas que presenta el municipio de Bonanza

Así también es necesario realizar esta investigación por que cada día existen más productores y empresas privadas, con mucho interés, en establecer plantaciones maderables de especies de ciclo corto como es el caso de la *Gmelina arborea Roxb*, que muestran la necesidad de mejorar los conocimientos y las técnicas de manejo para tener mejores resultados y aumentar el ingreso económico de las familias nicaragüenses.

Por otro lado la información de esta investigación servirá como referencia para la toma de decisión sobre las plantaciones futuras de esta especie, así también poder conocer si favorece al recurso bosque y si económicamente es viable fomentarla en el municipio de Bonanza. Por otro lado, servirá de consulta para docentes, estudiantes y actores locales que se dedican al manejo de los recursos naturales, universidades, instituciones y organizaciones que hacen presencia en el triángulo minero.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General.

Determinar el crecimiento de *Gmelina arborea* Roxb en la comunidad el Piñal. Bonanza 2008-2014.

2.2 Objetivos específicos.

Describir las condiciones ambientales en las que se encuentra la *Gmelina arborea* Roxb.

Describir los tratamientos silviculturales aplicados en la *Gmelina arborea* Roxb.

Determinar los índices de crecimiento de la *Gmelina arborea* Roxb.

III. MARCO TEORICO

3.1 Generalidades.

3.1.1 *Gmelina arbórea* Roxb.

La melina o gamhar es un árbol caducifolio de la familia verbenaceae, nativo de los bosques de la India y el sur este de Asia, situados a menos de 1.500 msnm. Ha sido introducido en Sierra Leona, Nigeria, Centroamérica y Sudamérica". (Vinuela, 2012)

3.1.2 Taxonomía.

Familia. Verbenaceae.

Nombre científico. *Gmelina arbórea* Roxb.

Nombre común. Melina.

Nombres comunes relacionados. Melina, shivan, gambar, gamari.

Gmelina arborea Roxb de la familia Verbenaceae, es una especie forestal de rápido crecimiento y una de las pocas que en nuestro país ofrece amplias posibilidades para el desarrollo de reforestaciones industriales, debido entre otros aspectos a su rápido crecimiento, su relativa facilidad de manejo, sus propiedades adecuadas tanto físicas como mecánicas y la versatilidad de usos de la madera (Aguilar, 2004, p. 119)

3.1.3 Descripción botánica.

Árbol caducifolio de tamaño mediano a grande; en condiciones óptimas puede alcanzar 12 a 30 m. de altura y más de 60 cm. de diámetro; de copa ancha cuando crece aislado; fuste de base

recta, a veces torcido y muy ramificado cuando crece aislado; corteza lisa de color gris blanquecino; hojas grandes, simples, de forma acorazonada, aproximadamente de 25 cm. de largo y 18 cm. de ancho. Inflorescencia en panículas terminales con numerosas flores de color parduzco. Los frutos tienen forma de una aceituna, color verde amarillento cuando maduro, en drupas ovoides u oblongas como una almendra dura con una a cuatro semillas por fruto. **(MARENA & INAFOR, 2002, p. 209)**

La *Gmelina arborea* Roxb es árbol deciduo, sin contrafuerte, que alcanzan hasta los 30 m de altura y hasta 120 cm de diámetro. La gama de colores va desde blanco grisáceo a marrón amarillo. La madera del duramen y la albura apenas se diferencia entre sí en cuanto al color **(Vinueza, 2012)**.

Tronco: Sin defectos casi rectilíneo.

Copa: En forma de cúpula.

Raíz: Con la misma corteza suberosa de color pálido y aparecen a nivel del suelo.

Corteza: De color gris pálido-fina y lisa con el paso del tiempo va adquiriendo un tono marrón y se vuelve más rugosa.

Hojas: Opuestas ampliamente ovadas, acuminadas, cordiformes glaucas por el envés. Las hojas caen entre enero y febrero y las nuevas aparecen entre marzo y abril en su habitat natural.

Flores: De un color naranja brillante.

Fruto: Drupa ovoide u oblonga, succulento de 2,3 a 3 cm de largo, amarillo cuando maduro, con un pericarpio coriáceo lustroso, pulpa de sabor dulce con textura dura

En plantaciones los arboles empiezan a producir frutos en los tres a cuatro años de edad y la fructificación es regular y abundante cada año.

Semillas: la capacidad germinativa pierde viabilidad a un 70% **(Vinueza, 2012)**

3.1.4 Distribución geográfica.

Esta especie es originaria de Asia, en especial de la India en el sur de Himalaya, esporádicamente encontrado en el oeste y sur de la india, se ha difundido a países del cinturón tropical, este es un árbol razonablemente fuerte para su peso. Se cultiva en zonas de bosque húmedos y muy húmedos de la región tropical; bosque húmedo montañoso bajo de la región sub-tropical. **(Vinueza, 2012).**

Su distribución natural comprende el continente asiático, Pakistán, la india, Nepal, Sikkim, Assam, Sri Lanka, Birmania, la península de Indochina y las provincias sureñas de china (Junnan y Kwangsi Chuang). Se les ubica además en Malasia, Filipinas e Indonesia pero se desconoce si es una especie nativa de esos lugares. **(Muñoz Umaña, 1998, p.15).**

En su área de distribución natural se desarrolla en hábitats que varían desde húmedos hasta secos. Se encuentra en forma natural principalmente en las selvas mixtas de Birmania, asociado con *Tectona grandis*, *Terminalia tomentosa*, varias especies latifoliadas y bambúes. Su máximo desarrollo lo alcanza en los bosques más húmedos de Birmania, sobre todo en valles húmedos y fértiles, en estas condiciones puede crecer hasta los 1,260 msnm. **(Aguilar, 2004, p. 120).**

3.2 Condiciones ambientales en que se desarrolla la *Gmelina arborea* Roxb.

3.2.1 Característica edafoclimaticas.

Vinueza (2014), describe que en Ecuador " La especie de melina tiene requerimientos de una altitud de 0-1,000 msnm, y una precipitación que va de 1,000 - 4,500 mm anuales son sitios muy lluviosos y requiere una temperatura de 22 – 27 °C".

En Costa Rica afirma **Sullivan (2009)**, que la especie de *Gmelina arborea* Roxb se ha adaptado con rapidez, con excelentes resultados a largo plazo en el crecimiento en todo el país (...). También se tienen datos de buen crecimiento en alturas de hasta 600 msnm, con precipitación media anual de hasta 2,500 mm y 2 - 4 meses secos.

En México la melina prefiere suelos profundos, húmedos, bien drenados, fértiles de los valles aluviales francos o franco arenosos y prefiere pH alcalinos o ligeramente ácidos, pero no tiene éxito en suelos muy ácidos y lixiviados. Se adapta en suelos calcáreos y moderadamente compactados. (**Vinueza, 2012**)

En Centroamérica se ha plantado en zonas con precipitaciones desde 700 hasta más de 3,100 mm anuales con 24 y 29 °C y desde el nivel del mar hasta 1,000 m., con mejores crecimientos por debajo de los 500 msnm., aunque se puede encontrar hasta los 1,200 - 1,500 msnm. En suelos profundos, bien drenados, se obtiene mayor desarrollo. (**MARENA & INAFOR, 2002, p. 207**).

Sullivan (2000), cita a **Vázquez y Ugalde (1995)**, que estudiaron 28 sitios de plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb ubicados en el norte de Costa Rica en el Pacífico y encontraron que:

1. El viento afecta negativamente el crecimiento de especies.
2. Crece mejor en terreno plano, a los pies de las colinas, donde el agua y los nutrientes son más disponibles.
3. La preparación del sitio adecuado antes de la siembra es importante para su éxito.
4. Diez años de plantaciones antiguas muestran alturas dominantes superior a 26,7 m en sitios de alta productividad y los que tienen menor altura 19,7 representan sitios de baja productividad.

3.2.2 Topografía.

En cuanto a la topografía, los mejores sitios son los planos u ondulados con una pendiente no mayor al 30%, sin pedregosidad y una profundidad efectiva mínima de 60 cm y óptima mayor a 100 cm, de poca pendiente y con baja humedad. **(Rodriguez & Gamboa, 2004,p. 155)**

Los mejores sitios para melina se ubican en las partes bajas de los terrenos, donde por lo general tienen mayor disponibilidad de agua y nutrientes y los sitios con buenos contenidos de calcio y magnesio y los ubicados en áreas donde el uso anterior era charral o cultivos agrícolas. **(Aguilar, 2004, p. 131)**

Las plantaciones de melina no prosperan en suelos muy erosionados o compactados, de topografía quebrada y muy superficiales, en esos sitios los árboles muestran características indeseables como fustes torcidos, poca altura, muy ramificados y aspecto arbustivo, por esta razón, se sugiere plantar esta especie en suelos profundos, húmedos pero bien drenados y sin obstáculos de desarrollo radical **(Aguilar, 2004, p. 131).**

Jimenez (2012), afirma "que las plantaciones de melina tiene buenos crecimientos en suelos profundos Húmedos pero bien drenados con textura franca arcillosa"

La planta melina crece bien en terrenos planos con pendientes no mayores al 30% y no soporta suelos inundados ni siquiera en forma temporal, muy erosionados o compactados ni ácidos. Es susceptible a daños por viento. **Jimenez (2012)**.

3.2.3 Suelo.

El suelo expresa principalmente su estado nutricional y su capacidad de retención de agua. La estructura, textura, drenaje, PH, estos son indicadores de calidad de sitio (**Prodan, 1997, p. 370**).

Las plantaciones de melina crecen bien en suelos profundos pero bien drenados, con buenos contenidos de calcio y magnesio. Y sin obstáculos para el desarrollo radical (**Jimenez Alvarez, 2012**).

La melina es una especie exigente de suelos fértiles y es muy sensible a las variaciones dentro de áreas pequeñas, por lo tanto, si se desea plantar esta especie, es recomendable realizar análisis del suelo de 15 a 30 centímetros y una evaluación de la finca para asegurar el futuro de la nueva plantación. (**Rojas, et al., 2004, p. 155**).

Aunque la *Gmelina arborea Roxb* se adapta a una amplia variedad de condiciones edáficas y sobrevive con facilidad en una gran variedad de tipos de suelo; entre ellos ácidos, calcáreos limosos, suelos rojos o arcillosos; su mejor desarrollo lo alcanza en aquellos cuyas texturas varían de arenosas a francas, profundos, de origen aluvial, húmedo, bien drenado y aireado y ricos en bases. (**Rojas, et al., 2004, p. 154**).

3.3 Tratamientos silviculturales aplicados a la *Gmelina arborea* Roxb.

3.3.1 Manejo silvicultural

Son operaciones que modifican la estructura del bosque, y van dirigido a solucionar un problema específico o en general reducir la intensidad de la competencia sobre los árboles de interés. Principalmente, se pretende dar un espacio o sitio ideal para el desarrollo de cada individuo deseado y permitirle un buen grado de iluminación. **(Bastiaan Louman, 2001, p. 133)**

3.3.2 Poda.

Es la eliminación de producto de un árbol no deseado rebrotes y ramas, la forma de las ramas de los árboles se ordenan dentro de las copas se conoce como patrón arquitectural de un árbol. Fisiológicamente las ramas juegan un papel muy importante ya que albergan las hojas, lugar donde se lleva a cabo la conversión de la energía del sol en carbohidratos a través de la fotosíntesis. Esta eliminación de ramas se conoce como poda y en plantaciones forestales consiste en la eliminación principal de ramas cuya actividad fotosintética es reducida o nula. Como operación silvicultural, la poda es una inversión que se hace en los mejores individuos de la plantación y cuya retribución se espera con el mejoramiento de la calidad de la madera. **(Aguilar, 2004, p. 166).**

Se recomienda la operación de poda de ramas vivas en aquellos árboles cuya forma, sanidad y calidad del fuste permiten clasificarlos como los árboles de la cosecha futura. La poda de ramas relativamente gruesas se recomendaría en árboles levemente torcidos, siempre y cuando presenten un crecimiento vigoroso. No se recomienda invertir en la poda de árboles cuyo fuste es de mala calidad o defectuoso, ya que son árboles potenciales para ser eliminados en los aclareos **(Aguilar, 2004, p. 167).**

Aguilar (2004), afirma que "La poda ideal para la melina sería aquella que se realiza en etapas tempranas del desarrollo de la plantación cuando el índice de grosor de ramas es bajo " (p. **168**).

Así también este mismo autor recomienda que las podas que deben realizarse son:

La primera poda: Una primera intervención podría aplicarse cuando la altura media del rodal sea de 4 metros y el diámetro promedio de 5 cm. En este caso se aplica poda hasta 2 m. (p. **168**)

Realizar una primera poda de formación con el objeto de definir el tallo o fuste líder del árbol entre los 3 y 12 meses de edad según el desarrollo que se presente, una segunda poda de ramas que se realiza entre el segundo y el tercer año a los árboles remanentes producto del primer raleo, con el objetivo de permitir el desarrollo del fuste limpio hasta una altura de 6 m (**Vinueza, 2012**).

La segunda poda: Esta poda puede efectuarse cuando la altura media del rodal alcance los 8 metros y el diámetro promedio sea de 11 cm. Aquí se recomienda combinar la poda con el primer raleo, tratando de favorecer solamente árboles destinados para la cosecha final. La altura de poda recomendada varía desde 3.5 a 4 metros. (**Aguilar, 2004, p. 168**)

La tercera poda: Recomendada cuando la plantación alcance 12 m de altura promedio, donde se espera dejar un fuste libre de ramas hasta los 6 m de altura, en aquellos individuos que constituyen la cosecha final. La aplicación de este esquema permitiría la obtención de una primera troza de 2.55 m para utilización en chapas o madera para aserrío, una segunda troza de 3.35 m para madera para aserrío y una tercera troza o más para productos que utilicen madera de menores dimensiones y defectos por nudos. (**Rojas, et al., 2004, p.168**).

La melina cuando el objetivo es madera para aserrillo la primera poda se hace cuando el árbol alcanza 5 m, es necesario realizar podas de las ramas laterales y bajas hasta 1/3 de altura cuando existan dos ejes o más se deben eliminar la más defectuosa, con el propósito de tener un solo fuste bien formado. **(Atárola, 1997)**

Roque (2004), cita a **Alfaro (2000)**, que las podas, son aplicadas en la misma frecuencia que los raleos, en donde la primera se aplica a un 50% cuando el árbol alcanza 5 metros de altura, la segunda cuando posee una altura de 10 m con el mismo porcentaje y la tercera, y última, cuando el árbol alcanza 16 metros de altura y con un porcentaje del 40%.

Según **Cruz & de la Garza (2003)**, a la *Gmelina arborea* Roxb se debe de realizar la poda de formación para obtener productos de mejor calidad, sobre todo si se trata de producir madera para aserrío o chapa. La poda es una práctica que debe efectuarse periódicamente desde el establecimiento de la planta y hasta los dos o tres años de edad, consiste en eliminar todas las ramas laterales que afecten la formación correcta del fuste. Esta labor se realiza con tijeras podadoras, machetes navajas.

3.3.3 Raleo.

El objetivo de los raleos es concentrar el potencial de crecimiento en los mejores árboles; los árboles a dejar en la plantación son los de mejor forma y tamaño. Además el raleo permite dar las condiciones óptimas de crecimiento a cada árbol y al rodal en general, también favorece el crecimiento de las plantas del sotobosque eliminando el riesgo de erosión, especialmente en sitios con pendientes **(CATIE, 1989)**.

Raleo consiste en la eliminación de los árboles de especies comerciales o no, que están o no en competencia con los arboles seleccionados. En bosques naturales el raleo busca disminuir la

competencia de altas densidades de regeneración o de fustales cuando la densidad de árboles es muy elevada (**eds Bastiaan Louman, 2001, p. 141**)

Otra actividad básica de manejo en las melinas son los raleos, estos se efectuaron el primero cuando los arboles alcanzaron 7 a 8 m de altura, dependiendo del distanciamiento inicial, segundo raleo cuando alcanzan una altura de 14 m quedando alrededor de unos 600 a 800 arb/ha. (**Atárola, 1997**)

En general, se realizan dos raleos durante el turno de la especie, el primero a los 3 – 4 años de edad, con una intensidad del 50%, los productos obtenidos se destinan a postes y la fabricación de tableros aglomerados; el segundo raleo se hace a los 7 – 8 años con una intensidad del 50% de los árboles remanentes, del cual se puede obtener madera de aserrío de segunda y postes para cerca. (**Vinueza, 2012**).

3.3.4 Control de maleza

El objetivo del control de malezas es manejar sus niveles de población, para ofrecer a los árboles condiciones óptimas de crecimiento, a un costo razonable

Según **Atárola (1997)**, La melina es muy susceptible a las malezas principalmente a las trepadoras y las gramíneas por lo que se hace necesario una buena preparación del terreno.

En las primeras etapas de crecimiento de los árboles se puede tener animales Pastoreando, pero contando con métodos de aislamiento de los árboles, para evitar que los animales los defolien y/o los volteen. (**Versalio, 2006**)

En la región Huasteca la maleza tiene alta incidencia, debido a las condiciones favorables de temperatura (cálida) y precipitación (alta), por lo que su control debe de ser

permanente. El problema de competencia con el cultivo ocurre durante los primeros dos años, ocurre cuando las plantas son pequeñas, se encuentra en proceso de crecimiento y adaptación del terreno **(Cruz & dela Garza, 2003, p. 9)**.

La melina es muy sensible a la competencia de maleza, por lo que deben eliminarse todas las plantas indeseables hasta que la plantación alcance el crecimiento suficiente y proporcione la sombra necesaria para dominar a la vegetación espontanea **(Cruz & dela Garza, 2003, p. 9)**.

En los primeros meses de la plantación, los árboles aún no están en condiciones de competir y pueden ser asfixiados por las malezas. La mayoría de malezas disminuye ante la reducción de la intensidad de luz, esta reducción se da al cerrarse el dosel de la plantación, por lo que las limpiezas se deben concentrar en los primeros dos o tres años de las plantaciones, las limpiezas se inician alrededor de cuatro semanas después de la plantación **(CATIE, 1989)**.

Versalio (2006), cita a **Cipagauta et al. (1999)**, que pastoreo en plantaciones forestales Los árboles alcanzaron incrementos en altura mayores a 1m/ año y donde se destacan *Gmelina arborea* y *Cordia alliodora* como las de mayor crecimiento en altura (m) y DAP (cm) con valores de 5,9 - 10 y 3,0 - 3,4 y, un incremento anual en altura de 3,6 y 2,3 m/ año, respectivamente.

3.4 Índices de crecimientos de la *Gmelina arborea* Roxb.

3.4.1 Crecimiento.

Es un aumento de tamaño en el tiempo. Se puede expresar en términos de diámetro, altura, área basal o volumen. Es el proceso principal que se pretende influir con la silvicultura pues conlleva al producto deseado **(Bastiaan Louman, 2001, p. 68)**.

En Ecuador la melina el crecimiento se ve afectado en suelos superficiales, pobres, con capas endurecidas, impermeables y pedregosas, así como en ácidos muy lixiviados, anegados o pantanosos. Es muy susceptible a las arenas secas. Las plantaciones que prosperan en suelos erosionados o muy compactados, de topografías quebradas y muy superficiales, presentan características indeseables como fustes torcidos, poca altura, muy ramificados y con aspecto arbustivo **(Vinueza, 2012)**.

El crecimiento es el aumento de las dimensiones de las plantas, siendo un fenómeno cuantitativo susceptible de medirse, expresándolo como un aumento de la longitud o el diámetro y por lo tanto un aumento de su peso **(Carrillo Espinoza, 1998, p. 21)**.

Algunas especies tropicales, crecen durante todo el año, lo que no sucede con las especies de clima templado, cuyo crecimiento se limita a solo dos meses y a un menos **(Carrillo Espinoza, 1998, p. 21)**.

3.4.2 Incremento en diámetro (cm).

Según **sullivan (2000)**, cita a **vallejos (1996)**, que se estableció en Costa Rica un sistema de clasificación de rendimiento y producción de plantaciones de 1 a 15 años de edad. Con esta información es posible estimar que en 12 años de edad, los sitios con una productividad media tendrá un diámetro (DAP) que oscila entre 34,9 y 43,2 cm y el volumen total de entre 184,1 y 293,9 m³ /ha.

MARENA & INAFOR (2002), deduce que los espectaculares datos de crecimiento obtenidos en ensayos en bosque húmedo indican que esta especie es más apropiada en esas condiciones, ya que a los dos años de edad se obtuvo un IMA promedio de

5.47 cm/año en diámetro, con una sobrevivencia de 91.7% en promedio.

3.4.3 Incremento en altura.

Es el aumento en altura que presenta un árbol o una masa de árboles en un periodo de tiempo determinado. Su punto de inflexión ocurre antes que los incrementos en diámetros, área basal y volúmenes, es decir su incremento culmina antes que las demás dimensiones del árbol. **(Olate Contreras, 2007, p. 5)**

Según **Cruz & de la Garza (2003)**, En experimentos realizados en la Huasteca, potosina deducen que los árboles de cinco años de edad, presentan una altura de 12 m.

3.4.4 Incremento medio anual (IMA).

Es el promedio anual del incremento total; también se le llama incremento medio y se obtiene dividiendo las dimensiones de un árbol o masa forestal entre su edad. El incremento medio anual (IMA) es el incremento anual durante la edad del árbol **(Carrillo Espinoza, 1998, p. 28)**.

Los incrementos medios anuales de melina en Ecuador son: 2 m. en altura y de 3,6 cm en diámetro **(Vinuesa, 2012)**.

Los espectaculares datos de crecimiento obtenidos en ensayos en bosque húmedo indican que esta especie es más apropiada en esas condiciones, ya que a los dos años de edad se obtuvo un IMA promedio en altura de 4.59 m. /año y de 5.47 cm. /año en diámetro **(MARENA & INAFOR, 2002, p. 207)**.

El Incremento Medio Anual (IMA) en el volumen total oscila entre 6,6 y 30 m³/ha/año a los 12 años de edad para el menor y mayor índices de sitio, respectivamente. El índice promedio del sitio (según investigaciones para 21 sitios en Costa Rica) tiene un

Incremento Medio Anual en volumen de 17,7 m³/ha/año. Sin embargo, la experiencia generada en Costa Rica muestra que se puede lograr mayor incremento en volúmenes (**Cardoza Ruiz, 2009**).

Los mejores incrementos medios anuales en altura para *Gmelina arborea* Roxb se observan en América Central, Guatemala y Cuba, con un intervalo promedio de 3.52 m y para el IMAD, de 4.55 cm en Cuba y Sierra Leona, África. En contraste, en Nuevo Urecho, Mich. Son de 3.41 m año⁻¹ y 5.41 cm año, respectivamente (**Muñoz Flores, 2007**).

El incremento medio anual en altura de esta especie es muy similar a lo citado en otras localidades del extranjero, ya que los resultados son mayores en América Central, Guatemala y Cuba en un 0.11 m año⁻¹. Sin embargo, el IMAA es superior en la localidad de Nuevo Urecho con 0.86 cm año (**Muñoz Flores, 2007**).

3.5 Índice de sitio (IDS).

El índice de sitio se define como la altura dominante que pueden alcanzar los árboles de un rodal a una edad determinada, la cual se toma como edad base. Así por ejemplo, si se tienen que comparar dos plantaciones con diferente edad, utilizando el índice de sitio, es decir la altura dominante a la edad base, es posible decidir cuál de los dos sitios es mejor para esa determinada especie (**Vásquez C. & Ugalde A., 1995, p. 4**).

El índice de sitio, es un método para determinar la calidad de estación de un cierto lugar; el cual se define por la altura media de un árbol a una base, que normalmente es de 50 años para especies de rápido crecimiento como es el pino y de 100 para años para especies de crecimiento lento (**Carrillo Espinoza, 1998, p. 106**).

La calidad o índice de un sitio forestal está relacionada con la capacidad de producción de un bosque, como resultado de la interacción de los factores edáficos, climáticos y bióticos. Esta calidad, se puede derivar a partir de parámetros del rodal. El volumen y la altura son los más empleados, sin embargo, el volumen es afectado por una serie de factores, como la densidad, lo cual influye en su estimación **(Olate Contreras, 2007, p. 3)**.

Con base en la muestra de las parcelas evaluadas y en la clasificación de IS utilizada para melina, en la región chorotega, se clasifican los sitios altos como aquellos que alcanzan alturas dominantes, a la edad base de 10 años, de más de 26.7m; los sitios bajos como aquellos que alcanzan alturas menores de 19.7m a la misma edad y los sitios medios están entre estos dos valores **(Vásquez C. & Ugalde A., 1995, p. 7)**.

Clasificación de las parcelas permanentes de *Gmelina arborea* Roxb bajo tres clases de sitios en Guanacaste, Costa Rica.

Clase de sitio	Ámbito IS	IMA h dom (m/año)	Nº parcelas	%
I alto	≥26.71	≥ 2.71	9	32
II Medio	19.7-26.7	1.9-2.7	9	32
III Bajo	≤ 19.69	≤ 1.9	10	36

Fuente (Vásquez C. & Ugalde A., 1995, p. 8)

En Turrialba costa rica se determinó que el Incremento medio anual (IMA) de una plantación de *Gmelina arborea* Roxb en el volumen total oscila entre 6,6 y 30 m³/ha/año a los 12 años de edad para el menor y mayor índices de sitio, respectivamente **(Sullivan, 2000)**

En Costa Rica el Índice de Sitio = 24m/ 10 años. (Extensivo, categoría media). **(Cardoza Ruiz, 2009)**

Según (Roque, 2004)), En un buen sitio, el incremento del diámetro a la altura del pecho es de un promedio de 2,6 cm/año y la producción varía de 25 a 40 m³/ha/año (p.48).

Sullivan (2000), cita a **(vallejos, 1996)**,. es posible estimar que en 12 años de edad, los sitios con una productividad media tendrá un diámetro (DAP) que oscila entre 34,9 y 43,2 cm y el volumen total de entre 184,1 y 293,9 m³/ ha.

3.5.1 Estimación de Índice de Sitio (IDS).

Según **Prodan (1997)**,“ Existen tres formas básicas de estimar el IS de un rodal en el marco de un inventario, suponiendo que la edad es constante para todo el rodal” (p.386).

La primera opción consiste en calcular la altura predominante media y, por lo tanto, el índice de sitio promedio, evaluado en todas las unidades muestrales.

La segunda forma es calcular la altura representativa media como promedio de todas las alturas representativas, evaluadas en cada una de las parcelas.

Por último, la tercera opción consiste en derivar la altura representativa de la tabla del rodal promedio y estimar el índice de sitio en base a ella.

Según **Escobar (2013)**, Para la especie *Gmelina arborea* Roxb la ecuación para calcular el índice de sitio, generadas con la información recogida de las parcelas permanentes de crecimiento hasta el año 2006 corresponde a la siguiente ecuación y se puede observar:

$$IS=H_{dom}+6.36258*\ln(\text{edad de la plantación})$$

Donde, la Hdom corresponde a las alturas dominantes por hectárea y la edad de referencia tomada.

Según **Aguilar (2004)**, el trabajo tomado como referencia por silvicultores para la clasificación de la productividad de plantaciones forestales de melina en Costa Rica es el de Hughell (1991). El modelo propuesto para estimar matemáticamente el índice de sitio de una plantación de melina es el siguiente:

$$\ln (IS) = a + (\ln (hd) - a) * (E/Eb) K$$

Donde:

Ln= logaritmo natural

hd = altura dominante (promedio de altura de los 100 árboles más altos por ha)

a = 4.4277

k= 0.3277

E= Edad de la plantación en años

Eb = Edad base (10 años)

IS = Índice de sitio

IV. DISEÑO METODOLÓGICO

Ubicación

La presente investigación se realizó en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb ubicada a 9km sur-este de Bonanza, en la comunidad el piñal con características de clima tropical, temperatura promedio de 23°C y una precipitación de 1500 a 3000 mm anuales con una topografía irregular.

Tipo de estudio

El estudio que se realizó es de carácter cuantitativo, enmarcado al índice de crecimiento anual de la melina tomando en cuenta las variables dasométricas del rodal, así también las condiciones ambientales y silviculturales.

Universo

El universo de esta investigación estuvo conformado por la plantación de melina establecida en el año 2008 (Ver anexo 3).

Marco muestral

El marco muestral la constituyó la plantación de melina ubicada en la comunidad el piñal con 9.4 Ha, equivalente a 159 unidades muestrales de 625 m² aproximadamente.

Muestra

La muestra fue de 11 parcelas circulares, que son las más utilizadas en plantaciones forestales (**Orozco & Brumer, 2002**) con un radio de 14.1m equivalente a un área aproximadamente de 625 m² con un distanciamiento de 92 m entre parcelas (ver anexo 4).

Variables

Las variables fueron las siguientes:

Condiciones ambientales:

Pendiente

Forma del terreno
Altura sobre el nivel del mar
Precipitación
Temperatura

Tratamientos silviculturales:

Poda
Raleo
Control de maleza

Índices de crecimiento:

Incremento medio anual (Altura, Diámetro, área basal y volumen)
Índice de sitio. (Altura, volumen)

Metodología del inventario

En este inventario forestal la muestra total fue de 11 unidades de muestreos con parcelas de forma circulares como lo establece **(Orozco & Brumer, 2002)**, con radios de 14.1 m (625m²) con un distanciamiento de 92 m entre cada unidad de muestreo con una intensidad de muestreo de 7% (0.65 ha) como lo indica **(INAFOR, 2011)** (ver anexo 4)

Para distribuir las parcelas con un distanciamiento de 92 m se

utilizó la fórmula $d = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{n}}$ d =

$$\frac{\sqrt{94000m^2}}{\sqrt{11 \text{ unidades}}}$$
$$= \frac{306.5941943}{3.31662479}$$
$$d = 92 \text{ m}$$

Donde:

d: distancia entre los puntos centrales (m).

A: superficie total del inventario en m².

n: número de unidades de muestreo.

Criterios de inclusión

Para llevar a cabo este estudio se seleccionó la comunidad el Piñal, Bonanza con base a los siguientes criterios:

1. La comunidad seleccionada para este estudio tiene las primeras plantas de la plantación melina.
2. La plantación establecida es más grande que las otras plantaciones.

Criterios de exclusión

En esta investigación no se tomaran en cuenta los siguientes aspectos:

1. Las plantas que no sean de la especie melina
2. Las plantaciones de melina establecidas en otras fincas y de diferentes edades.

Fuente de obtención de datos.

Fuentes primarias

La información se obtuvo de manera directa a través del inventario forestal descrito en la metodología de inventario y así también de la base de datos que presenta la empresa Norsteak Maderas. También se midieron las pendientes del área de la plantación y se realizó observación directa del rodal (topografía) para luego describirla.

La metodología a seguir en esta investigación se realizó en tres etapas: la primera coordinación, la segunda levantamiento de la información y la tercera fue el procesamiento y análisis de la información.

Fuentes secundarias.

Trabajo de campo.

Para obtener buenos resultados en este estudio se realizó en tres etapas.

Primera etapa: coordinación y diseño metodológico.

La primera consistió en tener una coordinación con la empresa Norteak Madera S.A para solicitar permiso a tener acceso a la plantación y consensuar nuestros objetivos que concuerden con los objetivos de la empresa maderera y así diseñar los formatos y la metodología que nos ayudaran a la obtención de datos de la plantación.

Segunda etapa: levantamiento de la información.

Para esta siguiente etapa se hizo llenado de los formatos en campo (parcelas de muestreo) según diseño del inventario.

Delimitación del área:

Para la delimitación del área se utilizaron los datos e información con que cuenta la empresa del área plantada de melina seguidamente se realizó la ubicación de las 11 parcelas de 625m² que servirán para obtener información acerca de tratamientos silviculturales así también de los índices de crecimiento y para la condiciones ambientales se midieron las pendientes del área. Una vez concluido con la ubicación y selección de parcelas se procedió a llenar las hojas de campo diseñadas de acuerdo a los objetivos de estudio.

Obtención de información para las condiciones ambientales

La información se adquirió de la base de datos de la empresa e información obtenida por el instituto de investigación INITER luego para calcular la pendiente del terreno la herramienta a utilizarse para la obtención de datos es la plancheta hipsométrica.

Levantamiento de información de los tratamientos silviculturales

Se utilizó el inventario antes descrito para hacer el llenado del formato de campo que dará respuesta nuestro segundo objetivo, (ver anexo 2)

Levantamiento de información de los índices de crecimiento

Para la obtención de información de los índices se midió la altura del árbol mediante la plancheta hipsométrica y el diámetro a la altura del pecho (DAP) mediante cinta diamétricas. Y así de esta manera se llenó el formato de campo (anexo 1).

Tercera etapa: procesamiento de la información.

Para esta última etapa una vez recopilada , se procesó la información y se hizo uso de fórmulas estadísticas y programas computarizados (Excel y Word) para la elaboración del informe final.

Materiales:

- Cinta métrica
- Machetes
- Limas.
- Calculadora
- Tablas de campo
- Libretas de campo.
- Lapiceros.

- Baterías alcalinas.

Equipos:

- GPS
- Plancheta hipsométrica.
- Computadora.
- Cámara digital
- Impresora.

V. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Variables	Definición	Dimensiones	Tipos de variables	Indicadores	Métodos/técnicas.
Condiciones ambientales	Todos los factores que condicionan la estructura y forma de vida en un espacio definido, tanto físico como biológico.	Plantación de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.	Razón	Pendiente del terreno	Se revisara la base de datos da la empresa así mismo también se hará mediante la observación directa y llenado de formato.
				altitud	
				Temperatura	
				Precipitación	
Tratamientos silviculturales	Son operaciones que modifican la estructura del bosque y van dirigidos a solucionar un problema específico, o en	Plantación de <i>Gmelina arborea</i> Roxb	Nominal	Poda,	Se hará un llenado de formato mediante la observación directa así también se revisara el plan de manejo que tiene la empresa Nortek Maderas.
				corta de liana,	
			Razón	Raleo	

	general a reducir la intensidad de la competencia sobre los árboles de interés.				
índices de crecimiento	Es la intensidad de fenómeno que experimenta un árbol o una masa forestal en un periodo de tiempo determinado y puede ser de varios tipos: incremento de altura, diámetro, área basal, volumen etc. Todo crecimiento implica un estado inicial mensurable y cambios en ese estado con el paso del tiempo.	Plantación de <i>Gmelina arborea</i> Roxb	Razón	Altura	Se hará llenado de formato midiendo los árboles que estén dentro de las parcelas muestrales y se calcularán las variables dasométricas mediante sus fórmulas estipuladas. También se utilizará fórmulas de, índice medio anual (IMA), e índice de sitio.
				Diámetro	

	<p>De allí se puede definir el índice medio anual (IMA),</p> <p>El índice de sitio, es un método para determinar la calidad de estación de un cierto lugar; el cual se define por la altura media de un árbol a una edad base.</p>				
--	--	--	--	--	--

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos son productos del diseño y la aplicación de la metodología de inventario sistemático para la determinación de crecimiento de plantaciones artificiales utilizando la intensidad de muestreo recomendada por el instituto forestal de Nicaragua (INAFOR).

6.1 Condiciones ambientales en las que se encuentra la *Gmelina arborea* Roxb.

Para obtener los resultados de las condiciones ambientales aparte del levantamiento en el campo también fue necesario realizar una investigación documental, ya que la empresa Norteak Maderas cuenta con registro de datos de la plantación forestal, que es propiedad de las mismas empresas e INITER que ya tienen estipulados las condiciones ambientales de cada municipio o región del país.

6.1.1 Pendientes del terreno

En las mediciones de las pendientes se determinó que dentro de las 9.4 ha el 36% equivalente a 3.4 ha presentan una pendiente menor al 10%, estas se encuentran ubicadas al norte(parcela 1) ,centro (parcela 6,7), y en la parte sur de la plantación(parcela 9) Ver anexo 4.

El 28% del área que equivale a 2.6 ha tienen pendientes de 10%-20% que se encuentran distribuidas al norte (parcela 3) centro (parcela 8) y sur (parcela 10), así también se determinó que el 36% equivalente a 3.4 ha presentan pendientes mayores a 20% y menores a 35%, distribuidas de igual forma que las otras categorías de pendientes.

Esta plantación de *Gmelina arborea* Roxb presenta una pendiente promedio de 18% siendo aceptable para realizar plantaciones de esta especie puesto que está de acorde a lo

que sugieren Álvarez, (2012), Aguilar,(2004) y Rojas, et al (2004) que la especie melina crece bien en terrenos planos con pendientes no mayores al 30%.

6.1.2 Altitud

Con las unidades muestréales que tienen un total de 0.6 ha se determinó que existe 1.7 ha dentro del rango de 310-319.99 msnm, 5.1 ha en una altitud de 320-329.99 y 0.9 ha en los rangos de 330-339.99, 340-349.99 y 350-359.99, así como se muestra en el siguiente Cuadro:

Cuadro 01. Áreas por altitud de la *Gmelina arborea* Roxb (msnm).

Área (ha)	Rango	Porcentaje (%)
1.7	310-319.99	18.2
5.1	320-329.99	54.5
0.9	330-339.99	9.1
0.9	340-349.99	9.1
0.9	350-359.99	9.1

La plantación de *Gmelina arborea* Roxb está dentro de una altitud mayor a 318 msnm - y menor a 351 msnm presentando un promedio de 319 msnm.

Vinueza (2014) define " que en Ecuador La especie melina tiene requerimientos de una altitud de 0-1000 msnm, así también **sullivan (2009)** obtuvo datos de buen crecimiento en Costa Rica en alturas de hasta 600 msnm al igual que **MARENA & INAFOR, (2002)** define que en Centro América la *Gmelina arborea* Roxb presenta mejores crecimientos por debajo de los 500 msnm. Por lo tanto la altitud que presenta esta área no es un obstáculo para el buen crecimiento de esta especie de planta porque esta altitud está dentro de los rangos que sugieren los autores como

condición óptima para el buen crecimiento de la *Gmelina arborea Roxb* .

6.1.3 Temperatura.

Esta plantación de *Gmelina arborea Roxb* se encuentra establecida dentro de un clima monzónico o tropical, donde la temperatura oscila entre 25-26 °C lo que lo caracteriza por no ser un lugar con altas temperaturas. (INITER, 2013).

La temperatura que existe en la zona donde se encuentra ubicado este rodal está de acorde a los que recomienda **Vinueza (2012)**, que define que en Costa Rica la *Gmelina arborea Roxb* requiere de temperaturas de 22-27 °C para un buen crecimiento y **MARENA, INAFOR (2002)**, deduce que en Centro América la melina se ha plantado en temperaturas de 24-29 °C.

Estos resultados obtenidos están de acuerdo con las temperaturas sugeridas y así mismo se define que la temperatura que presenta la zona de ubicación de esta plantación está dentro de los rangos óptimos para tener un buen crecimiento, por lo que esta condición no sería un problema para seguir plantando esta especie.

6.1.4 Precipitación

La zona de plantación de *Gmelina arborea Roxb* en el lugar en que se encuentra Según **INITER (2013)**, está presenta precipitaciones promedios anuales de 2000-4000 mm que lo caracteriza por tener un periodo lluvioso de 9-10 meses disminuyendo entre marzo y abril.

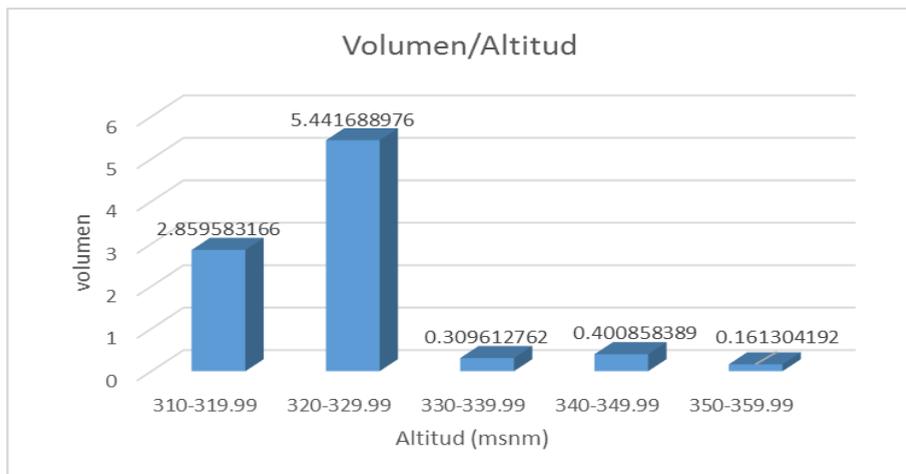
Así mismo **Vinueza (2014)**, define que en Ecuador " La melina tiene requerimientos de precipitación que va de 1.000-4.500 mm anuales, **Sullivan (2009)**, afirma que en Costa Rica la planta de melina presenta datos de buen crecimiento en precipitación media de 2,500mm/año y **MARENA, INAFOR (2000)**, vieron en Centroamérica buen crecimiento en precipitaciones de 700 hasta más de 3,100 mm anuales.

Por lo tanto la precipitación que presenta la zona donde se encuentra esta plantación no sería un factor limitante para el buen crecimiento de melina ya que están dentro de los rangos óptimos para tener buen desarrollo de esta especie.

6.1.5 Forma del terreno.

La forma del terreno que se encontró en las parcelas muestrales, se presentó un terreno ondulado el cual se puede definir como un terreno irregular en su totalidad.

Según **Vázquez y Ugalde (1995)**, la especie de melina crece mejor en terreno plano, a los pies de las colinas, donde el agua y los nutrientes son más disponibles. Así también en la parte más baja se determinó mayor cantidad de volumen que en la parte más alta.



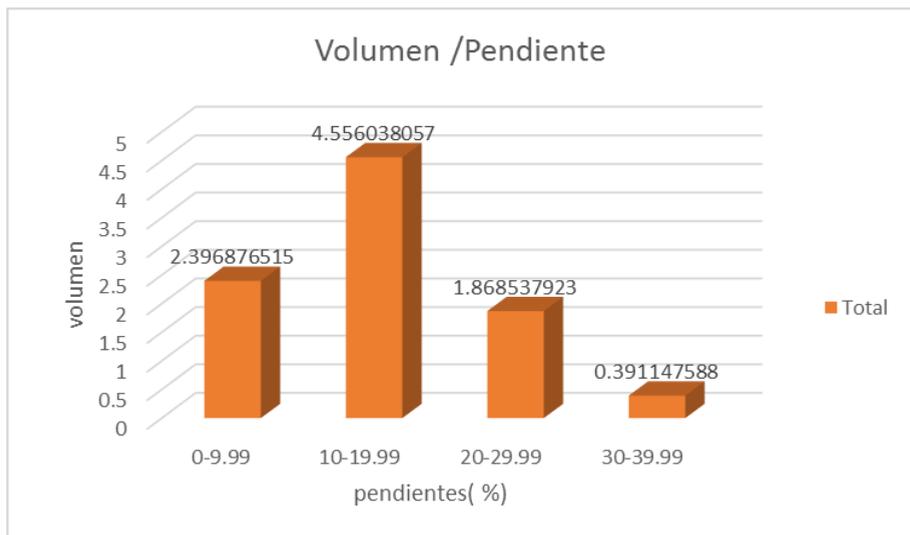
Grafica 1. Distribución de Volumen por altitud de la plantación de melina.

También entre los dos rangos bajos se aprecia diferencia de volúmenes esto debido a que algunas zonas bajas no se encontraron muchas presencias de árboles.

Esta plantación tiene 35% como pendiente máximo y como mínimo < 5%, obteniendo así un promedio de 18%, pero el área con mayor porcentaje de pendiente aritméticamente presenta menor cantidad volumétrica que la partes bajas (**ver grafica 2**).

Álvarez, (2012) y Rojas, et al (2004), afirman que la melina crece bien en terrenos planos con pendientes no mayores al 30% por lo que las áreas que se encuentran por debajo del 30% presentan una gran diferencia de volumen. Las diferencias en las áreas bajas fue por poca presencia de árboles en algunas áreas pero el promedio de inclinación que presenta esta área son óptimas para el buen crecimiento como lo dedujeron los autores.

Estadísticamente no hay una diferencia significativa que la pendientes tengan una variabilidad en volumen por lo tanto todas las pendientes presentan la misma cantidad de volumen. (Ver anexo 9)



. Grafica2. Volúmenes por pendientes que presentan la Gmelina arborea Roxb en 6 años.

6.2 Tratamientos silviculturales aplicados en la *Gmelina arborea* Roxb.

6.2.1 Poda.

En las muestras realizadas se logró observar que el 100 % de estos árboles no presentan poda y presentan muchas ramificaciones. Durante se realizó el levantamiento de datos se encontró que los arboles presentaban la famosa espina de pescado que hace que las plantas presentan muchas ramificaciones y la madera de ese árbol no sea apto para comercio.

Rojas, et al., (2004), afirma que "La poda ideal para la melina sería aquella que se realiza en etapas tempranas del desarrollo de la plantación cuando el índice de grosor de ramas es bajo ". Así también aplicar este tratamiento silvicultural sería ideal para la buena formación de fustes deseables para el comercio como lo define este mismo autor que Una primera intervención podría aplicarse cuando la altura media del rodal sea de 4 metros y el diámetro promedio de 5 cm y este rodal de melina presenta una altura promedio de 4,96m y un diámetro promedio de 12.9 cm. Así también **Roque (2004)**, cita a **Alfaro (2000)**, que las podas, son aplicadas en la misma frecuencia que los raleos, en donde la primera se aplica a un 50%.

De acuerdo a estos autores esta plantación se le puede aplicar poda ya que estas plantas no presentan ramificaciones gruesas y alcanzan 5 metros de altura promedio. Y de esta manera garantizar que en un futuro estos arboles sean apto para la comercialización de madera y semilla para la futuras plantaciones de este especie.

6.2.2 Raleo

En la observación realizada dentro de las unidades muestrales, se obtuvo que el 30% de la muestran equivalente a 2.8ha

presentan la aplicación de raleo, pero se han realizado sin ningún manejo técnico debido a que los árboles cortados lo han realizados los comunitarios que viven cerca de esta plantación y los han utilizados para ademos y otras actividades de la guiricería artesanal.

CATIE,(1989) define que el objetivo de los raleos es concentrar el potencial de crecimiento en los mejores árboles; los árboles a dejar en la plantación son los de mejor forma y tamaño. Además el raleo permite dar las condiciones óptimas de crecimiento a cada árbol y al rodal en general, **Atárola, (1997)** deduce que Otra actividad básica de manejo en las melinas son los raleos, el primero cuando los árboles alcanzaron 7 a 8 m de altura, dependiendo del distanciamiento inicial, segundo raleo cuando alcanzan una altura de 14 m quedando alrededor de unos 600 a 800 arb/ha así también **Vinueza (2012)** recomienda que en la melina, se realizan dos raleos durante el turno de la especie, el primero a los 3 – 4 años de edad, con una intensidad del 50%; el segundo raleo se hace a los 7 – 8 años con una intensidad del 50% de los árboles remanentes, del cual se puede obtener madera de aserrío de segunda y postes para cerca

En esta plantación de melina se puede realizar raleo bajo manejo tecnificado porque este rodal presenta una edad de 6 años con un altura promedio de 5 m el cual está dentro de las edades y rangos que se recomiendan y la aplicación de este tratamiento sería óptimo puesto que esto vendría a acelerar el crecimiento de esta especie y mejorar la calidad de madera en el futuro.

6.2.3 Control de maleza.

En el 60% de las muestras equivalente a 5.6ha, se pudo apreciar que los árboles están bajo un control de maleza y que presentan aplicación de este manejo silvicultural.

El control de maleza aplicado en esta plantación de *Gmelina arborea* Roxb se ha realizado por pastoreo de bovinos y equinos porque esta área presenta gramíneas debido a que antes de ser utilizada para uso forestal, fue utilizada para producción de bovinos y equinos, pero además es la forma menos costosa para el control de maleza.

Aun aplicando este método de control de maleza, no ha sido suficiente para evitar que la presencia de gramíneas se controle, porque son pocos animales y la gramínea crece muy rápido lo que hace que el árbol entre en competencia de nutrientes con estas malezas.

Según **Atárola (1997)**, La melina es muy susceptible a las malezas principalmente a las trepadoras y las gramíneas por lo que se hace necesario una buena preparación del terreno. **(Versalio, 2006)** recomienda que en las primeras etapas de crecimiento de los árboles se puede tener animales pastoreando, pero contando con métodos de aislamiento de los árboles, para evitar que los animales los defolien y/o los volteen Y **Cruz & dela Garza,(2003)** concluye que En la región Huasteca la maleza tiene alta incidencia, pero el problema de competencia con el cultivo ocurre durante los primeros dos años, cuando las plantas son pequeñas, se encuentra en proceso de crecimiento y adaptación del terreno.

así este mismo autor define que la melina es muy sensible a la competencia de maleza, por lo que deben eliminarse todas las plantas indeseables hasta que la plantación alcance el crecimiento suficiente y proporcione la sombra necesaria para dominar a la vegetación espontánea y **CATIE,(1989)** En los primeros meses de la plantación, los árboles aún no están en condiciones de competir y pueden ser asfixiados por las malezas por lo que las limpiezas se deben concentrar en los primeros dos o tres años de las plantaciones, las limpiezas se inician alrededor de cuatro semanas después de la plantación.

En esta plantación es necesario controlar la maleza porque esto hace que la planta no tenga un buen desarrollo así mismo El control por pastoreo no es el adecuado porque compacta el suelo, lo defolian y los pisotean originando que la planta no tenga un buen crecimiento y a veces hacen que estas no resistan causándoles la muerte.

6.2.3.1 Corta de liana

En el 50% del área muestreada se logró observar arboles sin presencia de lianas siendo este equivalente a 4.7ha del área total.

En esta plantación la presencia de lianas se ha estado controlando de forma natural ya que con el cierre de la copa la presencia de malezas como bejucos son controlados debido a la falta lumínica que no permite que estos se propaguen de manera rápida como lo define **Cruz & dela Garza (2003)**, que el control de maleza se deben de realizarse hasta que la planta alcance crecimiento suficiente y proporcione la sombra necesaria para dominar a la vegetacion espontanes.

6.3 Índices de crecimiento de la *Gmelina arborea* Roxb.

Para la obtención de los índices de crecimiento, primeramente se tuvo que determinar variables dasometricos como el diámetro, altura, área basal y volumen. Estas variables se obtuvieron aplicando la metodología de inventario. (Ver metodología de la investigación).

6.3.1 Incremento medio anual (IMA).

6.3.1.1 Diámetro.

Con una confiabilidad del 95% se define que este rodal de *Gmelina arborea* Roxb presenta un diámetro promedio de

13.1cm, con un diámetro superior de 15.3 cm e inferior de 10.9 cm. Este resultado se obtuvo con un margen de error relativo de 16.76% (Ver anexo #5).

vallejos (1996), citado por sullivan (2000), deduce que en Costa Rica un sistema de clasificación de rendimiento y producción de plantaciones de 1 a 15 años de edad. Con esta información es posible estimar que en 12 años de edad, los sitios con una productividad media tendrá un diámetro (DAP) que oscila entre 34,9 y 43,2 cm. Y **MARENA & INAFOR (2002)**, obtuvo datos de crecimiento en ensayos en bosque húmedo que indican que a los dos años de edad se obtuvo un IMA promedio de 5.47 cm. /año en diámetro. Esta plantacion en comparacion con este autor en dos años presentaba un IMA de 2.18 cm /año en diametro, el cual no está de acorde al crecimiento obtenido por estos investigadores.

Pero los resultados obtenidos por vallejos son de plantaciones de 12 años por lo que este rodal en estudio en 12 años los diámetros oscilaran entre 21.8 cm y 30.6 cm. Los resultados obtenidos en esta plantación no están dentro de los rangos obtenidos por este autor por lo que se define que los árboles de este rodal no presentan un buen crecimiento debido a los tratamientos silviculturales no tecnificados que presenta como es el caso del pastoreo que compacta el suelo, pisoteo de las plantas por el ganado y la competencia de las plantas por nutrientes con las malezas.

6.3.1.2 Altura

Con una confiabilidad del 95% se concluye que a la edad de 6 años que tiene esta plantación la altura promedio es de 4.93 m. Dentro de este rodal la altura máxima es de 5.6 m y mínima de 4.2 m. estas se obtuvieron con un margen de error de 13.85%.(ver anexo 06).

Cruz & de la Garza (2003), “En experimentos realizados en la Huasteca, potosina deducen que los árboles de cinco años de edad, presentan una altura de 12m” Y el crecimiento longitudinal que presenta este rodal es demasiado bajo porque en la investigación crece 7.04m más que el área en estudio.

6.3.1.3 Área basal

Con una confiabilidad del 95% se deduce que esta plantación de melina tiene un área basal de 3.59 m² con un intervalo de área basal superior de 51.83 m² e inferior de 15.7m². Estos rangos se obtuvieron con un margen de error de 53.57%. (Ver anexo # 07)

6.3.1.4 Volumen

Con una confiabilidad del 95% se obtuvo que esta plantación de *Gmelina arborea Roxb* presenta un volumen promedio de 13.98 m³/ha y un volumen total de 131.44 m³ con un margen de error relativo de 59.77%. (ver anexo # 8)

El margen de error relativo que se obtiene es alto, debido a que en algunas áreas existen mayores cantidades de árboles y en otras hay poca presencia. Estas diferencias de densidad se deben a que en algunas áreas han sido aprovechados sin ninguna técnica silvicultural, porque estas han sido realizadas por las comunidades vecinas, sin la autorización y orientación por parte de la empresa Norteak Maderas. Así mismo se define que dentro de los 6 años que tiene esta plantación, existe aproximadamente un incremento medio manual de 21.1 m³ /año y 2.33 m³/ha/año.

6.3 2 Índice de sitio. (Altura, volumen)

El índice de sitio de la plantación de *Gmelina arborea Roxb* plantadas en el año 2008, utilizando la segunda forma de estimar

el índice de sitio que sugiere **Prodan(1997)**, se obtuvieron cinco clases de índices clasificados en:

- muy altas,
- Altas
- Medio,
- Bajas
- muy bajas :

En este rodal de 9.4Ha, existe 1.7 ha en la categoría muy baja, 0.9 ha dentro de la categoría baja, 2.6 ha en la categoría media ,2.6 en la categoría alta y el 1.7ha están dentro de la categoría muy alta. Existe mayor cantidad de áreas en la categoría medias y altas como se muestra en el siguiente cuadro:

Cuadro # 02 Índice de sitio de la *Gmelina arborea* Roxb en seis años

Clase	Rango (m)	categoría	Porcentaje (%)	Área (ha)	D promedio	H promedio	G promedio	Vol. promedio
1	Mayores a 5.6	Muy alta	18.18	1.7	16.85	6.31	0.6	10.42306
2	5.28 – 5.6	Alta	27.27	2.6	13.56	5.27	0.9	15.63460
3	4.53 – 5.28	Media	27.27	2.6	13.58	4.84	0.9	15.63460
4	4.1 - 4.53	Baja	9.09	0.9	11.71	4.47	0.3	5.211534
5	Menores a 4.1	Muy baja	18.18	1.7	8.63	3.39	0.6	10.42306

Clase de sitio	Ámbito IS	IMA h dom (m/año)
I alto	≥26.71	≥ 2.71
II Medio	19.7-26.7	1.9-2.7
III Bajo	≤ 19.69	≤ 1.9

Fuente (**Vásquez C. & Ugalde A., 1995, p. 8**)

Utilizando la tabla que presenta **Vásquez C. & Ugalde A. (1995)**, de una plantación de 10 años, y comparandola con la tabla obtenida de la plantación de 6 años se obtiene que en diez años la categoría muy alta tendrá un promedio de 10.5 m de altura que ubicandolo dentro de las clases de índice de sitio obtenida por **Vásquez C. & Ugalde** esta se encuentra dentro de la categoría baja lo que nos indica que el ritmo de crecimiento que presenta es demasiado bajo.. .

Cardoza Ruiz, obtuvo que en Costa Rica el incremento Medio Anual (IMA) en el volumen total oscilan entre 6,6 y 30 m³/ha/año a los 12 años de edad para el menor y mayor índices de sitio, respectivamente, Pero este autor obtiene estos resultados a los doce años y está plantación a los seis años produce 2.333m³/ha/año por lo que dentro de doce años este rodal producirá aproximadamente 4.66m³/ha/año. Esto nos indica que el incremento medio anual que presenta esta plantación no está de acuerdo a los rangos de volumen obtenidos por este autor debido a que existe una diferencia de ritmo de crecimiento de 34.66m³/ha/año.

Este incremento es demasiado bajo porque comparado a lo que cita este mismo autor el índice promedio del sitio (según investigaciones para 21 sitios en Costa Rica) tiene un Incremento Medio Anual en volumen de 17,7 m³/ha/año. Sin embargo, la experiencia generada en Costa Rica muestra que se puede lograr mayor incremento en volúmenes. Se puede definir que este incremento no es viable con los resultados obtenidos por Sullivan ya que numéricamente se puede apreciar la diferencia de 13.04 m³/ha/año.

Así mismo el crecimiento se ve afectado por las gramíneas porque según **Atárola (1997)**, La melina es muy susceptible a las malezas principalmente a las trepadoras y las gramíneas por lo que se hace necesario una buena preparación del terreno.

Además no se le aplicaron podas, raleos como lo establece **Aguilar (2004)**, que "La poda ideal para la melina sería aquella que se realiza en etapas tempranas del desarrollo de la plantación cuando el índice de grosor de ramas es bajo y **eds Bastiaan Louman (2001)**, define que el raleo busca disminuir la competencia de altas densidades de regeneración o de fustales cuando la densidad de árboles es muy elevada. De acuerdo a estos dos autores esta plantación presenta un alto porcentaje en gramínea y los arboles presentan muchas ramificación.

VII. CONCLUSIONES.

Con los resultados encontrados sobre el crecimiento de la *Gmelina arborea Roxb* en la comunidad el piñal se concluye que:

Las condiciones ambientales en la que se encuentra establecida la plantación de melina son óptimos para un buen crecimiento y desarrollo de esta especie.

Esta plantación no presenta aplicaciones de tratamientos silviculturales debidamente planificadas ya que no presenta poda, pero si hay un control de liana de un 50% de manera natural, así también el raleo realizado no está tecnificado y la técnica aplicada para el control de maleza no es tan eficiente para controlar y prestar las condiciones para el desarrollo de estas plantas.

La *Gmelina arborea Roxb* no mostro un buen crecimiento y desarrollo en esta zona puesto que presento un bajo índice de crecimiento debido al mal manejo que se le dio a esta plantación.

Dentro del rodal se determinaron cinco clases de índices de sitio, clasificándolos en categorías de muy bajas en los rangos menores a 4.1, categoría baja entre el rango 4.1-4.53, media con un rango entre 4.53-5.28, alta entre 5.28-5.6 y muy alta cuando son mayores a 5.6 m de altura.

VIII. RECOMENDACIÓN.

De acuerdo a los resultados en la investigación de la *Gmelina arborea Roxb* se recomienda:

Productores

- ❖ Establecer áreas experimentales para tomar una buena decisión y tener buenos resultados de las plantas exóticas.
- ❖ Tener conocimiento acerca de la especie que se va a plantar.
- ❖ Emplear los tratamientos silviculturales tecnicadamente para evitar el crecimiento y desarrollo mínimo de las plantas.

Universidades.

- ❖ Realizar investigaciones sobre la *Gmelina arborea Roxb*.
- ❖ Realizar estudios sobre las especies de plantas que se están introduciendo en Nicaragua

Empresas

- ❖ Aplicar otras técnicas para el control de maleza como caceo, limpieza en general al menos los dos primeros años de establecida la plantación
- ❖ Tener registros de datos de crecimiento para poder determinar el ritmo de crecimiento de la plantación.
- ❖ Aplicar tratamientos silviculturales en la plantación de melina como la poda ya que estas plantas aún están en la etapa que se le puede podar y en un futuro la madera será de la calidad destinada para el comercio.
- ❖ En esta plantación es necesario realizar el control de maleza para evitar la competencia por nutrientes y luz.

- ❖ Tener una mayor vigilancia en la plantaciones para evitar el raleo no tecnificado por parte de los pobladores ya que esto viene a afectar a las plantas y así mismo económicamente a la empresa.

IX. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, A. &. (2004). *Manual para productores de melina en Costa Rica*. Cartago.
- Atárola, t. A. (30 de agosto de 1997). *Resultado de 10 años de investigación silvicultural del proyecto madeleña en Nicaragua*. Nicaragua: Luis A. Ugalde Arias. Obtenido de Gmelina arborea - Wikipedia, la enciclopedia libre:: http://es.wikipedia.org/wiki/Gmelina_arborea
- Bastiaan Louman, D. Q. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América central*. Turrialba, C.R.: CATIE.
- Cardoza Ruiz, F. S. (2009). *Determinación de la rentabilidad de la producción de madera de la especie de Gmelina arborea*. TURRIALBA: CATIE.
- Carrillo Espinoza, G. (1998). *Apuntes del curso de Epidometria*. México: Universidad Autónoma Chapingo.
- CATIE. (1989). Silvoenergía de producción de leña y biomasa de Gmelina. *Silvoenergía de producción de leña y biomasa de Gmelina*, 34-36.
- CATIE. (2009). *ECONOMIA E INVERSIONES FORESTALES Y AGROFORESTALES EN EL TROPICO*. TURRIALBA.
- Centeno, E. (10 de agosto de 2008). *Programas Nacionales: Plan forestal*. Obtenido de Programas Nacionales: Plan forestal: <http://www.inafor.gob.ni>
- Cruz, M., & dela Garza, J. (2003). *LA MELINA ESTABLECIMIENTO, Y APROVECHAMIENTO EN LA HUASTECA POTOSINA*. San Luis, potosi: INIFAB-CIRNE.
- INAFOR, D. D. (19 de enero de 2011). *Evaluaciones de planaciones forestales en la cruzada nacional de reforestación y conformación de expedientes*. MANAGUA: INAFOR. Obtenido de www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/6/1564Metodolog%C3%ADa%20para%20realizar%20y%20presentar%20informes%20SI.pdf:

- <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/6/1564Metodolog%C3%ADa%20para%20realizar%20y%20presentar%20%20informes%20ISI.pdf>
- INITER. (29 de Julio de 2013). *cambio climatico y tecnologia.org*. Obtenido de Clasificación Climática: http://www.cambioclimaticoytecnologia.org/curso-gratis-cambio-climatico-nicaragua/clasificacin_climtica.html
- Jimenez Alvarez, L. D. (17 de agosto de 2012). *Gmelina arborea Manejo silvicultural de plantaciones en Costa Rica*. Obtenido de Seminario: Manejo de plantaciones forestales de Teca y Melina: <http://www.virtualwebecuador.com%2Fpdf%2FGmelina%2520arborea%2520LDJimenez%2520CATIE%252008-12.pdf>
- MARENA, & INAFOR. (2002). *Guía de Especies Forestales de Nicaragua*. Managua, NICARAGUA: Editora de Arte, S.A.
- Muñoz Flores, H. J. (03 de mayo de 2007). *Evaluación de una plantación de tres especies tropicales de rápido crecimiento en Nuevo Urecho, Michoacán*. Obtenido de Campo Experimental Uruapan, Centro de Investigación Regional Pacífico Centro, INIFAP: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-35862009000200004
- Muñoz Umaña, F. d. (1998). *Propiedades y usos de las maderas de jaúl y melina*. San Jose. C.R: universidad de Costa Rica .
- Olate Contreras, V. S. (2007). *Análisis de Curvas de índice de sitio/altura dominante para un bosque siempreverde de Nothofagus dombeyi (Mirb.) , en Valle Mirta, XI Región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo. . Valdivia: Universidad Austral de Chile;*
- Orozco, L., & Brumer, C. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*. Turrialba, Costa Rica: CATIE.
- Prodan, M. ., (1997). *Mensura forestal*. Costa Rica: GTZ; IICA.

- Roque, R. M. (2004). BOIS ET FORESTS DES TROPIQUES N° 5. *Gmelina arborea en Costa Rica*, 48-57. Obtenido de [/www.fao.org](http://www.fao.org):
<http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0591-B4.HTM>
- Sullivan, F. (2000). *Economía e Inversiones Forestales, Agroforestales en el Trópico*. Turrialba: CATIE.
- Vásquez C., w., & Ugalde A., L. (1995). *Rendimiento y calidad de sitio para Gmelina arborea, Tectona grandis, Bombacopsis quinatum y Pinus caribea en Guanacaste C.R.* Turrialba , C.R.: CATIE.
- Versalio, M. (2006). Pastoreo bajo plantaciones . *Efectos de pastoreo bajo plantaciones forestales*, 8.
- Vinueza, I. M. (26 de Julio de 2012). *Ficha técnica N° 3: MELINA*. Obtenido de Ecuador forestal:
<http://www.Ecuadorforestal.org>

x.

ANEXOS

Anexo 1. Formato de inventario de la *Gmelina arborea*.

Formatos de campo

Datos generales

M%: _____ fila: . _____

Comunidad. _____ Fecha _____

Intensidad de muestreo _____ Parcela número _____

N°	DAP	Altura	Observaciones
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

Anexo 2. Formato de tratamientos silviculturales.

Formatos de campo

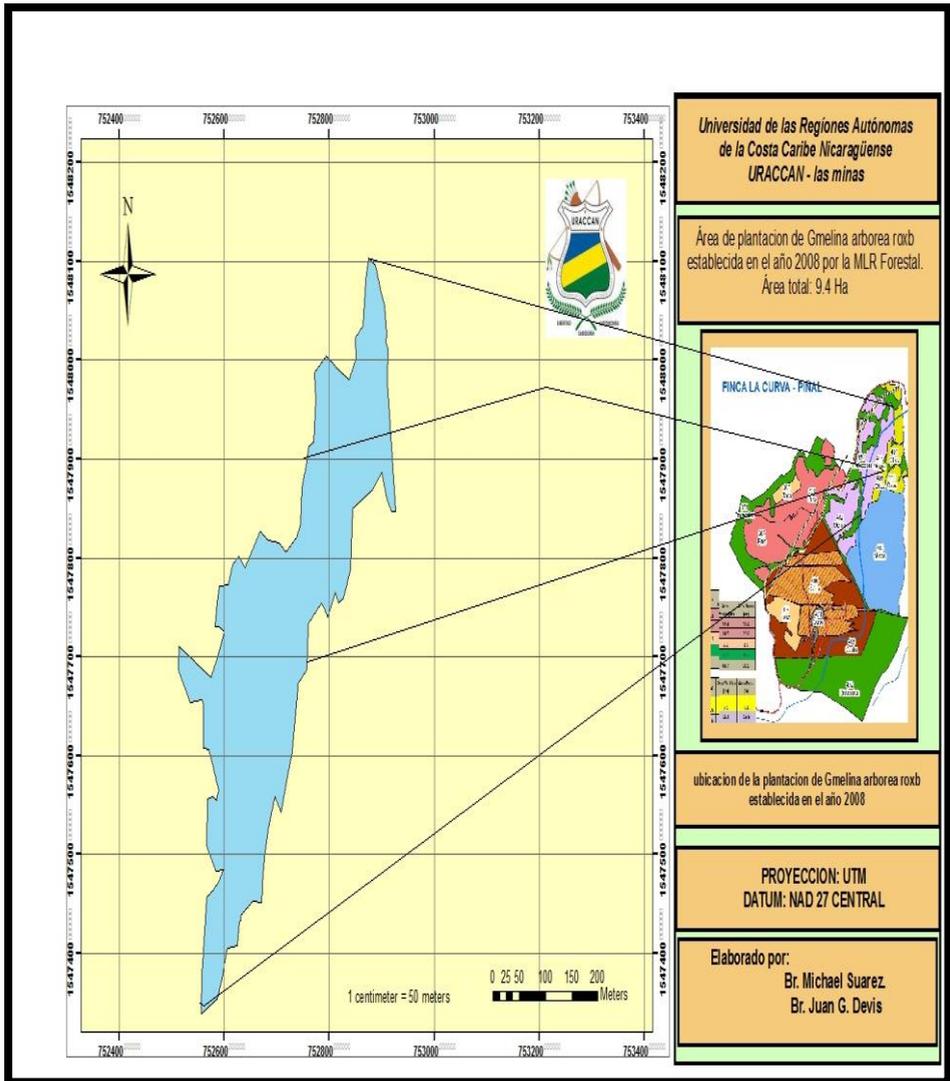
Datos generales

Comunidad. _____ Fecha _____

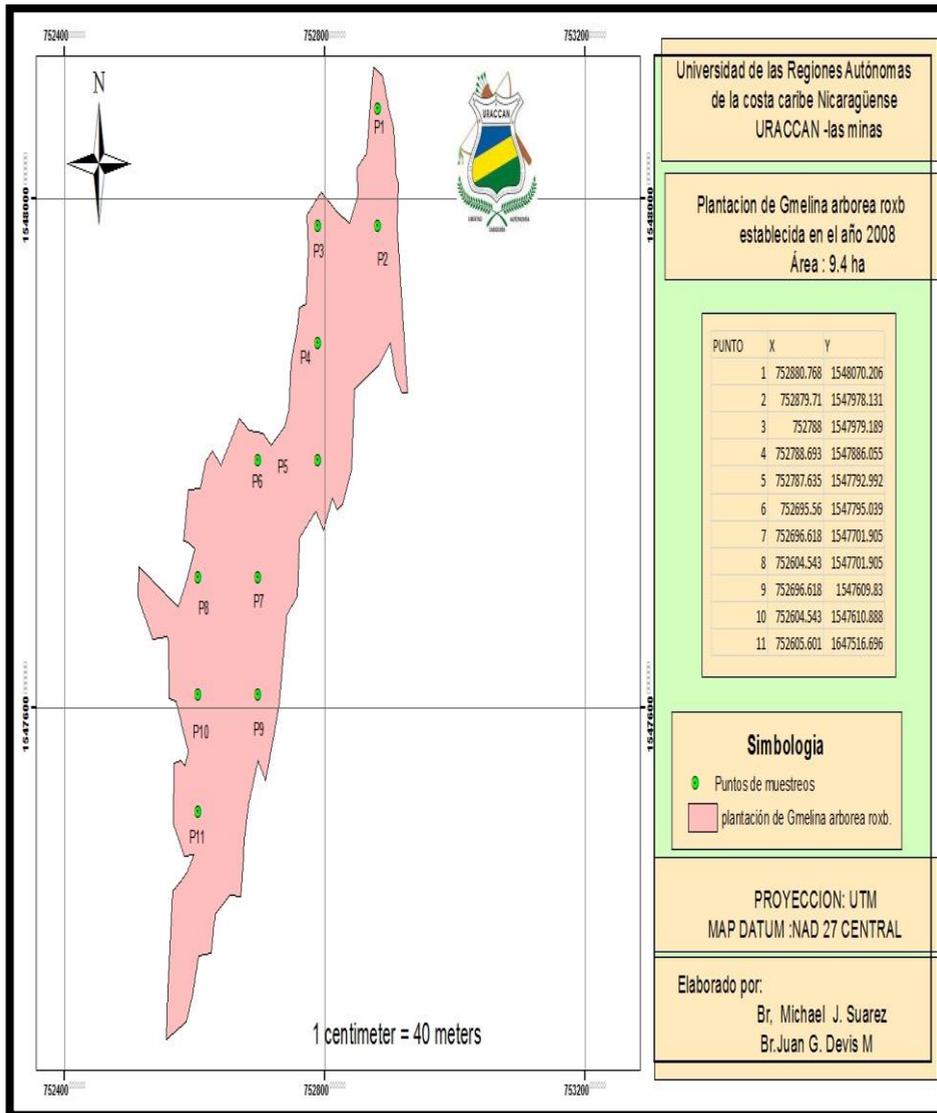
Intensidad de muestreo _____

N°	Parcela	Poda	Corta de liana	Raleo	Control de maleza
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					

Anexo 3. Mapa de ubicación de las 9.4 ha de plantación de *Gmelina arborea* Roxb plantadas en el año 2008 por la MLR forestal.



Anexo 4. Mapa de los puntos de muestreo donde se realizara el inventario forestal dentro de las 9.4ha de *Gmelina arborea* Roxb.



Anexo 9. Análisis de varianza de volúmenes por pendientes.

Análisis de varianza de un factor					
RESUMEN					
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza	
pendiente 0-9.99	4	2.797735	0.699434	0.289544	
pendiente 10-19.9	3	4.556038	1.518679	0.82328	
pendiente 20-29.9	3	1.868538	0.622846	0.11065	
pendiente 30-39.9	1	0.391148	0.391148	#¡DIV/0!	
ANÁLISIS DE VARIANZA					
en de las variación de cuadrados de liberio de los cu:				F	Probabilidad
Entre grupos	1.7911094	3	0.597036	1.527231	0.289521
Dentro de los gru	2.7364928	7	0.390928		
Total	4.5276022	10			
H0= no existe diferencia de vol en las pendientes					
H1= existe diferencia de vol en las pendientes					
toma de decisión si p> que					
$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$					
$H_1 =$ existe dif. de vol en pendientes .					
$\alpha = 0,05$					
toma de decisión					
si p > α aceptar H0					

Anexo 10. Tabla Inventario de la Gmelina arborea Roxb.

parcela	Nº	Nombre cd	DAP (cm)	Altura (m)	AB (m2)	VOL. (m3)	Clases diar	pendiente%	altitud (msnr)
1	1	melina	14.801	5.8	0.01721	0.0699	12	0-9.99	351
1	2	melina	12.732	4.7	0.01273	0.0419	12	0-9.99	351
1	3	melina	9.549	4	0.00716	0.0201	9	0-9.99	351
1	4	melina	9.390	3.6	0.00693	0.0175	9	0-9.99	351
1	5	melina	11.141	4.2	0.00975	0.0287	9	0-9.99	351
1	6	melina	12.414	4	0.01210	0.0339	12	0-9.99	351
1	7	melina	11.236	5	0.00992	0.0347	9	0-9.99	351
1	8	melina	15.056	7.1	0.01780	0.0885	15	0-9.99	351
1	9	melina	15.756	7	0.01950	0.0955	15	0-9.99	351
1	10	melina	18.144	6	0.02585	0.1086	18	0-9.99	351
1	11	melina	16.870	4	0.02235	0.0626	15	0-9.99	351
2	1	melina	6.844	5.5	0.00368	0.0142	6	20-29.99	329
2	2	melina	11.937	5	0.01119	0.0392	9	20-29.99	329
2	3	melina	11.618	5.1	0.01060	0.0378	9	20-29.99	329
2	4	melina	12.096	4	0.01149	0.0322	12	20-29.99	329
2	5	melina	11.395	4.1	0.01020	0.0293	9	20-29.99	329
2	6	melina	2.706	2	0.00057	0.0008	0	20-29.99	329
2	7	melina	1.910	1.5	0.00029	0.0003	0	20-29.99	329
2	8	melina	5.730	1	0.00258	0.0018	3	20-29.99	329
2	9	melina	3.661	1.6	0.00105	0.0012	3	20-29.99	329
2	10	melina	1.910	2	0.00029	0.0004	0	20-29.99	329
2	11	melina	12.573	4.5	0.01242	0.0391	12	20-29.99	329
2	12	melina	9.549	4	0.00716	0.0201	9	20-29.99	329
2	13	melina	9.231	3.7	0.00669	0.0173	9	20-29.99	329
2	14	melina	6.525	4.1	0.00334	0.0096	6	20-29.99	329
2	15	melina	11.332	3.7	0.01009	0.0261	9	20-29.99	329
2	16	melina	6.048	2	0.00287	0.0040	6	20-29.99	329
2	17	melina	4.934	2.8	0.00191	0.0037	3	20-29.99	329
3	1	melina	12.414	7.2	0.01210	0.0610	12	10-19.99	318
3	2	melina	10.186	4	0.00815	0.0228	9	10-19.99	318
3	3	melina	16.552	4.9	0.02152	0.0738	15	10-19.99	318
3	4	melina	18.144	4.3	0.02585	0.0778	18	10-19.99	318
3	5	melina	9.295	3.5	0.00679	0.0166	9	10-19.99	318
3	6	melina	13.687	6.3	0.01471	0.0649	12	10-19.99	318
3	7	melina	17.189	7	0.02320	0.1137	15	10-19.99	318
3	8	melina	16.870	7.5	0.02235	0.1174	15	10-19.99	318
3	9	melina	9.072	4.8	0.00646	0.0217	9	10-19.99	318
3	10	melina	9.072	4	0.00646	0.0181	9	10-19.99	318
3	11	melina	18.780	4.5	0.02770	0.0873	18	10-19.99	318
3	12	melina	11.459	4.3	0.01031	0.0310	9	10-19.99	318
3	13	melina	13.369	2	0.01404	0.0197	12	10-19.99	318
3	14	melina	22.282	6.5	0.03899	0.1774	21	10-19.99	318
3	15	melina	13.846	5.1	0.01506	0.0538	12	10-19.99	318
3	16	melina	10.663	2.8	0.00893	0.0175	9	10-19.99	318
3	17	melina	12.096	4	0.01149	0.0322	12	10-19.99	318
3	18	melina	10.281	3.9	0.00830	0.0227	9	10-19.99	318
3	19	melina	9.868	4.1	0.00765	0.0219	9	10-19.99	318
3	20	melina	10.027	6.6	0.00790	0.0365	9	10-19.99	318
3	21	melina	15.120	5.2	0.01795	0.0654	15	10-19.99	318
3	22	melina	11.777	3.3	0.01089	0.0252	9	10-19.99	318
3	23	melina	8.913	5.1	0.00624	0.0223	6	10-19.99	318
3	24	melina	10.186	3.2	0.00815	0.0183	9	10-19.99	318
3	25	melina	16.393	6.2	0.02111	0.0916	15	10-19.99	318
3	26	melina	14.006	7.4	0.01541	0.0798	12	10-19.99	318
3	27	melina	13.687	3.6	0.01471	0.0371	12	10-19.99	318
3	28	melina	9.963	6.2	0.00780	0.0338	9	10-19.99	318
3	29	melina	14.801	6.7	0.01721	0.0807	12	10-19.99	318
3	30	melina	24.669	7.9	0.04780	0.2643	24	10-19.99	318
3	31	melina	12.096	3.7	0.01149	0.0298	12	10-19.99	318
3	32	melina	11.459	7.2	0.01031	0.0520	9	10-19.99	318
3	33	melina	11.300	6.4	0.01003	0.0449	9	10-19.99	318

3	34	melina	9.072	6	0.00646	0.0271	9	10-19.99	318
3	35	melina	15.438	7.9	0.01872	0.1035	15	10-19.99	318
3	36	melina	13.464	4.7	0.01424	0.0468	12	10-19.99	318
3	37	melina	17.889	7.2	0.02513	0.1267	15	10-19.99	318
3	38	melina	10.345	6.7	0.00841	0.0394	9	10-19.99	318
3	39	melina	12.414	6.1	0.01210	0.0517	12	10-19.99	318
3	40	melina	19.099	7	0.02865	0.1404	18	10-19.99	318
4	1	melina	10.186	4	0.00815	0.0228	9	30-39.99	319
4	2	melina	8.817	3.5	0.00611	0.0150	6	30-39.99	319
4	3	melina	8.435	3.1	0.00559	0.0121	6	30-39.99	319
4	4	melina	10.027	3	0.00790	0.0166	9	30-39.99	319
4	5	melina	7.958	4.5	0.00497	0.0157	6	30-39.99	319
4	6	melina	16.234	7.2	0.02070	0.1043	15	30-39.99	319
4	7	melina	10.504	5.2	0.00867	0.0315	9	30-39.99	319
4	8	melina	8.276	6.7	0.00538	0.0252	6	30-39.99	319
4	9	melina	18.939	7.5	0.02817	0.1479	18	30-39.99	319
5	1	melina	16.552	6	0.02152	0.0904	15	20-29.99	320
5	2	melina	12.096	7.5	0.01149	0.0603	12	20-29.99	320
5	3	melina	14.006	7	0.01541	0.0755	12	20-29.99	320
5	4	melina	11.937	6.7	0.01119	0.0525	9	20-29.99	320
5	5	melina	15.120	6.6	0.01795	0.0830	15	20-29.99	320
5	6	melina	14.006	4.3	0.01541	0.0464	12	20-29.99	320
5	7	melina	14.961	6.2	0.01758	0.0763	12	20-29.99	320
5	8	melina	14.006	4	0.01541	0.0431	12	20-29.99	320
5	9	melina	14.483	5.4	0.01647	0.0623	12	20-29.99	320
5	10	melina	15.120	5.4	0.01795	0.0679	15	20-29.99	320
5	11	melina	12.255	7.2	0.01180	0.0594	12	20-29.99	320
5	12	melina	14.801	5.2	0.01721	0.0626	12	20-29.99	320
5	13	melina	14.037	6	0.01548	0.0650	12	20-29.99	320
5	14	melina	15.056	7.7	0.01780	0.0960	15	20-29.99	320
6	1	melina	22.122	8.7	0.03844	0.2341	21	0-9.99	324
6	2	melina	23.969	5.7	0.04512	0.1800	21	0-9.99	324
6	3	melina	10.345	6.2	0.00841	0.0365	9	0-9.99	324
6	4	melina	19.130	8.2	0.02874	0.1650	18	0-9.99	324
6	5	melina	12.892	5.2	0.01305	0.0475	12	0-9.99	324
6	6	melina	7.639	4.1	0.00458	0.0132	6	0-9.99	324
6	7	melina	13.687	4.2	0.01471	0.0433	12	0-9.99	324
6	8	melina	16.870	6.7	0.02235	0.1048	15	0-9.99	324
6	9	melina	10.186	5.5	0.00815	0.0314	9	0-9.99	324
6	10	melina	15.820	6	0.01966	0.0826	15	0-9.99	324
6	11	melina	12.892	5.2	0.01305	0.0475	12	0-9.99	324
6	12	melina	11.300	3.8	0.01003	0.0267	9	0-9.99	324
6	13	melina	17.666	4.1	0.02451	0.0703	15	0-9.99	324
6	14	melina	14.006	3.9	0.01541	0.0421	12	0-9.99	324
6	15	melina	13.910	5	0.01520	0.0532	12	0-9.99	324
6	16	melina	15.597	6	0.01911	0.0802	15	0-9.99	324
6	17	melina	9.008	5.1	0.00637	0.0228	9	0-9.99	324
6	18	melina	9.231	5	0.00669	0.0234	9	0-9.99	324
6	19	melina	15.374	6.2	0.01856	0.0806	15	0-9.99	324
6	20	melina	12.350	5.2	0.01198	0.0436	12	0-9.99	324
6	21	melina	12.096	4.3	0.01149	0.0346	12	0-9.99	324
6	22	melina	9.390	4.6	0.00693	0.0223	9	0-9.99	324
7	1	melina	9.549	3.2	0.00716	0.0160	9	0-9.99	333
7	2	melina	15.247	4	0.01826	0.0511	15	0-9.99	333
7	3	melina	7.799	3	0.00478	0.0100	6	0-9.99	333
7	4	melina	7.066	3.8	0.00392	0.0104	6	0-9.99	333
7	5	melina	8.913	3.1	0.00624	0.0135	6	0-9.99	333
7	6	melina	10.250	3.5	0.00825	0.0202	9	0-9.99	333
7	7	melina	8.913	3.2	0.00624	0.0140	6	0-9.99	333
7	8	melina	8.276	2.9	0.00538	0.0109	6	0-9.99	333
7	9	melina	6.366	3.2	0.00318	0.0071	6	0-9.99	333
7	10	melina	11.746	3.4	0.01084	0.0258	9	0-9.99	333

7	11	melina	6.748	3	0.00358	0.0075	6	0-9.99	333
7	12	melina	12.159	3.3	0.01161	0.0268	12	0-9.99	333
7	13	melina	14.483	6.3	0.01647	0.0727	12	0-9.99	333
7	14	melina	7.480	3.2	0.00439	0.0098	6	0-9.99	333
7	15	melina	9.231	2.9	0.00669	0.0136	9	0-9.99	333
8	1	melina	15.120	5.2	0.01795	0.0654	15	10-19.99	328
8	2	melina	15.024	3.5	0.01773	0.0434	15	10-19.99	328
8	3	melina	15.915	4.3	0.01989	0.0599	15	10-19.99	328
8	4	melina	16.170	5.3	0.02054	0.0762	15	10-19.99	328
8	5	melina	21.645	6.4	0.03680	0.1648	21	10-19.99	328
8	6	melina	12.255	5.3	0.01180	0.0438	12	10-19.99	328
8	7	melina	13.687	4	0.01471	0.0412	12	10-19.99	328
8	8	melina	14.483	5.2	0.01647	0.0600	12	10-19.99	328
8	9	melina	10.982	4.2	0.00947	0.0278	9	10-19.99	328
8	10	melina	16.870	5	0.02235	0.0782	15	10-19.99	328
9	1	melina	18.207	5	0.02604	0.0911	18	0-9.99	341
9	2	melina	7.321	3	0.00421	0.0088	6	0-9.99	341
9	3	melina	9.390	4.1	0.00693	0.0199	9	0-9.99	341
9	4	melina	8.594	5.2	0.00580	0.0211	6	0-9.99	341
9	5	melina	12.096	3.3	0.01149	0.0265	12	0-9.99	341
9	6	melina	16.393	6.2	0.02111	0.0916	15	0-9.99	341
9	7	melina	11.937	6.1	0.01119	0.0478	9	0-9.99	341
9	8	melina	8.594	4	0.00580	0.0162	6	0-9.99	341
9	9	melina	15.820	4.7	0.01966	0.0647	15	0-9.99	341
9	10	melina	8.754	3.1	0.00602	0.0131	6	0-9.99	341
10	1	melina	19.417	6.3	0.02961	0.1306	18	10-19.99	325
10	2	melina	24.510	7.2	0.04718	0.2378	24	10-19.99	325
10	3	melina	20.213	8	0.03209	0.1797	18	10-19.99	325
10	4	melina	18.971	7.5	0.02827	0.1484	18	10-19.99	325
10	5	melina	18.621	6.3	0.02723	0.1201	18	10-19.99	325
10	6	melina	17.953	5.5	0.02531	0.0975	15	10-19.99	325
10	7	melina	25.560	6	0.05131	0.2155	24	10-19.99	325
10	8	melina	18.557	5.5	0.02705	0.1041	18	10-19.99	325
10	9	melina	19.099	7.1	0.02865	0.1424	18	10-19.99	325
10	10	melina	12.414	6	0.01210	0.0508	12	10-19.99	325
11	1	melina	16.711	5.5	0.02193	0.0844	15	20-29.99	324
11	2	melina	13.369	3.4	0.01404	0.0334	12	20-29.99	324
11	3	melina	15.852	5.2	0.01974	0.0718	15	20-29.99	324
11	4	melina	15.852	4.9	0.01974	0.0677	15	20-29.99	324
11	5	melina	13.051	3.3	0.01338	0.0309	12	20-29.99	324
11	6	melina	12.732	4	0.01273	0.0357	12	20-29.99	324
11	7	melina	11.141	4.2	0.00975	0.0287	9	20-29.99	324
11	8	melina	20.213	6.1	0.03209	0.1370	18	20-29.99	324
11	9	melina	12.255	4.5	0.01180	0.0372	12	20-29.99	324
11	10	melina	17.061	5.5	0.02286	0.0880	15	20-29.99	324
11	11	melina	10.918	5.5	0.00936	0.0360	9	20-29.99	324

Anexo. 11 fotografías de la plantación de *Gmelina arborea* Roxb.



Foto 1. Competencia de maleza; Tomada por Michel Suarez; 27/07/15



Foto 2. Parcela 1; Tomada por Michael Suarez; 27/07/15



Foto 3. Daños ocasionados por la población, Tomada por Juan Devis; 27/07/15



Foto 4. Raleo no tecnificado; Tomada por Juan Devis. 27/07/15.



Foto 5. Árbol sin poda; Tomada por Michel Suarez; 27/07/15.



Foto 6. Raleo no tecnicado Tomada por Juan Devis; 27/07/15.