

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

**LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES**

**EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE MATERIALES  
GENÉTICOS DE CLONES DE *Eucalyptus*; LA TINTA, ALTA VERAPAZ  
TESIS DE GRADO**

**STEVE ALEXÁNDER DE LA VEGA GIRÓN  
CARNET 21207-02**

**SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, MARZO DE 2016  
CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ**

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES

EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE MATERIALES  
GENÉTICOS DE CLONES DE *Eucalyptus*; LA TINTA, ALTA VERAPAZ  
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR  
**STEVE ALEXÁNDER DE LA VEGA GIRÓN**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES EN EL  
GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADO

SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, MARZO DE 2016  
CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

**AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS**

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

**NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. JUAN CARLOS SIERRA PACAY

**TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. CARLOS ERNESTO ARCHILA CARDONA  
ING. ROBERTO WALDEMAR MOYA FERNÁNDEZ  
ING. SELVIN RUBÉN DARIO GONZÁLEZ URRUTIA

Guatemala, 05 de Febrero de 2016.

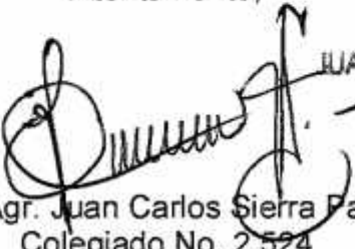
Honorable Consejo de  
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Steve Alexander De la Vega Girón, carné 21207-02, titúlala: **“EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE MATERIALES GENÉTICOS DE CLONES DE *Eucalyptus spp.*, LA TINTA, ALTA VERAPAZ”**.

El cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,

  
Ing. Agr. Juan Carlos Sierra Pacay  
Colegiado No. 2,524  
Cod. URL 23743

JUAN CARLOS SIERRA PACAY  
INGENIERO AGRÓNOMO  
COLEGIADO 2,524



**Universidad  
Rafael Landívar**

Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
No. 06439-2016**

### **Orden de Impresión**

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado del estudiante STEVE ALEXÁNDER DE LA VEGA GIRÓN, Carnet 21207-02 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES, del Campus de La Verapaz, que consta en el Acta No. 0610-2016 de fecha 5 de febrero de 2016, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**EVALUACIÓN DE CRECIMIENTO Y CALIDAD DE MATERIALES  
GENÉTICOS DE CLONES DE *Eucalyptus*; LA TINTA, ALTA VERAPAZ**

Previo a conferírsele el título de INGENIERO FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES en el grado académico de LICENCIADO.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 8 días del mes de marzo del año 2016.

  
\_\_\_\_\_  
**ING. REGINA CASTANEDA FUENTES, SECRETARIA  
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
Universidad Rafael Landívar**



## **AGRADECIMIENTOS**

A:

Dios porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar.

La Universidad Rafael Landívar por ser parte de mi formación.

Ing. Roberto W. Moya F., Ing. Estuardo Vaidés, Ing. Ezequiel A. López B., Ing. Carlos Archila, Ing. Selvin Gonzáles, Ing. Sabino Mollinedo e Ing. Juan Carlos Sierra Pacay por asesoría, revisión y correcciones.

## **DEDICATORIA**

### **A mi Padre:**

Por todo su apoyo incondicional, para este logro y esfuerzo.

### **Mis Hermanos:**

Por todo el apoyo que me dieron.

### **Mis Hijos:**

Por ser parte de mi inspiración y alcanzar mis metas.

# INDICE

<b>Resumen</b> .....	<b>i</b>
<b>Summary</b> .....	<b>ii</b>
<b>I. INTRODUCCION</b> .....	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEORICO</b> .....	<b>2</b>
2.1 ORIGEN Y REFERENCIAS HISTORICAS DEL CULTIVO DE <i>Eucalyptus spp.</i> .....	2
2.2 MEJORAMIENTO GENETICO.....	3
2.3 CLON VEGETAL.....	5
2.4 JARDIN CLONAL.....	5
2.5 BIOMASA.....	5
2.6 SILVICULTURA DE ROTACION CORTA.....	5
2.7 PLANTACIONES ENERGETICAS.....	6
<b>III. JUSTIFICACION DEL TRABAJO</b> .....	<b>8</b>
3.1 DEFINICION DEL PROBLEMA.....	8
3.2 JUSTIFICACION DEL TRABAJO.....	9
<b>IV. OBJETIVOS</b> .....	<b>10</b>
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	10
4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	10
<b>V. HIPOTESIS</b> .....	<b>11</b>
<b>VI. MATERIALES Y METODOS</b> .....	<b>12</b>
6.1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO.....	12
6.1.1 Zona de Vida.....	13
6.1.2 Suelos.....	13
6.1.3 Características Climáticas.....	13
6.2 DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO.....	13
6.2.1 Universo.....	14
6.2.2 Materiales.....	14
6.3 FACTORES A ESTUDIAR.....	15
6.4 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS.....	15
6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	16
6.6 MODELO ESTADISTICO.....	16
6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL.....	16
6.8 CROQUIS DE CAMPO.....	17
6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	18
6.9.1 Preparación del Terreno.....	18
6.9.2 Control de Maleza.....	18
6.9.3 Control de Plagas.....	18
6.9.4 Identificación de los Tratamientos.....	18
6.9.5 Ronda Contra Fuego.....	19



6.9.6 Mediciones.....	19
6.10 VARIABLES A EVALUAR.....	19
6.11 ANALISIS DE LA INFORMACION.....	20
6.11.1 Análisis Estadístico.....	20
<b>VII. RESULTADOS Y DISCUSION.....</b>	<b>21</b>
7.1 ANALISIS DE LA VARIABLE DE CRECIMIENTO.....	21
7.1.1 ANÁLISIS DE LA VARIABLE DE CRECIMIENTO A LOS 24 MESES DE EDAD.....	21
7.1.1.1 ANALISIS DE ALTURA TOTAL (m).....	21
7.1.1.2 ANALISIS DEL DIAMETRO A LA ALTURA DEL PECHO (DAP)....	23
7.1.1.3 ANALISIS POR VOLUMEN POR PARCELA.....	26
7.1.1.4 VOLUMETRIA POR PARCELA Y POR HECTAREA DE LOS DIFERNTES TRATAMIENTOS.....	28
7.2 ANALISIS DE SOBREVIVENCIA A LOS 24 MESES DE EDAD.....	29
7.2.1 ANALISIS DE PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO.....	29
7.3 ANÁLISIS FENOTIPICO A LOS 24 MESES DE EDAD.....	30
<b>VIII.CONCLUSION.....</b>	<b>32</b>
<b>IX. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>33</b>
<b>X. BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>39</b>
Anexo 1 Cuadro de Promedio de Altura (m) por Bloque a los 24 meses de edad.....	39
Anexo 2 Cuadro de IMA para Altura (m) por Bloque a los 24 meses de edad.....	39
Anexo 3 Cuadro de Promedio de DAP (cm) por Bloque a los 24 meses de edad.....	40
Anexo 4 Cuadro de IMA para DAP (cm) por Bloque a los 24 meses de edad.....	40
Anexo 5 Cuadro de Promedios de promedios de Volumen/parcela (m <sup>3</sup> ) por Bloque a los 24 meses de edad.....	41

Anexo 6 Cuadro de IMA para Volumen/parcela (m <sup>3</sup> ) por Bloque a los 24 meses de edad .....	41
Anexo 7 Boleta de Campo.....	42
Anexo 8 Fotografía de medición Diámetro Altura sobre el Pecho (cm).....	43
Anexo 9 Fotografía de medición Altura (m).....	44
Anexo 10 fotografías mantenimiento de los tratamientos.....	45
Anexo 11 Ubicación de la parcela de clones de <i>Eucalyptus spp</i> .....	46

### INDICE DE CUADROS

Cuadro 1 Materiales y Recursos Utilizados.....	14
Cuadro 2 Descripción de los Materiales a Evaluar.....	15
Cuadro 3 Análisis de la Varianza de la altura total a los 24 meses de edad.....	21
Cuadro 4 Prueba de Duncan para la variable de altura total (m) a los 24 meses de edad.....	22
Cuadro 5 Análisis de la Varianza para DAP a los 24 meses de edad.....	23
Cuadro 6 Prueba de Duncan para la variable DAP a los 24 meses de edad....	24
Cuadro 7 Análisis de la Varianza de Volumen por parcela a los 24 meses de edad.....	26
Cuadro 8 De Volumetría a los 24 meses de edad.....	28
Cuadro 9 Porcentaje de prueba de Forma fustes.....	30

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de Ubicación Finca Sacsuja y Ubicación del área de estudio...	12
Figura 2 Croquis de campo ensayo de <i>Eucalyptus ssp</i> en finca Sacsuja.....	17
Figura 3 Código de evaluación Fenotípica empleados.....	19
Figura 4 Medias y variación de valores de altura total en metros a los 24 meses de edad.....	22
Figura 5 Medias y variación de los valores de DAP a los 24 meses de edad.....	25
Figura 6 medias y variación de valores de volumen por parcela a los 24 meses de edad.....	27
Figura 7 Valores medios y variación en porcentaje de sobrevivencia por materiales a los 24 meses de edad.....	29
Figura 8 Columnas apiladas que muestran la distribución de los porcentajes por forma.....	31

## **EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO Y CALIDAD DE MATERIALES GENÉTICOS DE CLONES DE *Eucalyptus*; LA TINTA, ALTA VERAPAZ**

### **RESUMEN**

La presente investigación se llevó a cabo en la finca Sacsuja, La Tinta, Alta Verapaz. El objetivo del trabajo consistió en evaluar el crecimiento de materiales genéticos de *Eucalyptus urophylla*. Se realizó un experimento con diseño de bloques al azar en el que se utilizaron 10 clones de *Eucalyptus urophylla* y dos materiales provenientes de semilla de *E. urophylla* y *E. camaldulensis*. Se evaluaron las variables de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP), Altura, Volumen y Porcentaje de Prendimiento, se realizaron mediciones a los 24 meses de haberse establecido el experimento, se evaluó también la variable de forma para todos los materiales. Según el análisis estadístico el tratamiento, que dio el mejor resultado fue el identificado como 1066, clon que estadísticamente presentó mejor acomodo en el campo. Las medias de las variables de crecimiento para éste clon fueron: 20.10 cm para DAP; 9.09 m para Altura y 0.94 volumen/parcela para volumen. Para la variable forma el clon CA-30 mostró los mejores fustes y en cuanto a prendimiento el tratamiento con semilla de *E. urophylla*.

## **EVALUATION OF THE GROWTH AND QUALITY OF GENETIC MATERIALS OF *Eucalyptus*; CLONES, LA TINTA, ALTA VERAPAZ**

### **SUMMARY**

This research was carried out in Sacsuja farm, La Tinta, Alta Verapaz. The objective of this research study was to evaluate the growth of genetic materials of *Eucalyptus urophylla*. A randomized block design was used, in which 10 clones of *Eucalyptus urophylla* and two materials from *E. urophylla* and *E. camaldulensis* seeds were used. The following variables were evaluated: Diameter at breast height (DBH), height, volume, and grafting success percentage. Measures were carried out after 24 months of establishing the experiment; additionally, the shape variable for all materials was also evaluated. According to the statistical analysis, the treatment that yielded the best result was identified as 1066, a clone that statistically showed the best adjustment in the field. The means of the growth variables for this clone were: 20.10 cm for DBH; 9.09 m for height, and 0.94 volume/plot for volume. For the shape variable, the CA-30 clone showed the best stem; regarding the grafting success, the *E. urophylla* seed was the best.

## I. INTRODUCCION

El creciente interés en la utilización de materiales vegetales como fuente de energía y de materias primas químicas ha sido objeto de debates y ha provocado realizar algunos experimentos en aplicación de la idea de la silvicultura de rotación corta. De acuerdo con ella, los árboles que crecen rápidamente se cosechan con una relativa frecuencia.

Las plantaciones forestales de las zonas tropicales proporcionan gran parte de la oferta de madera a nivel mundial, sin embargo, la demanda creciente de productos maderables indica que en el futuro se requerirá no solo mayor superficie de plantaciones sino plantaciones con un rendimiento mayor (Laclau, 2009).

En América Central y el Caribe, la mayor parte de la madera extraída de los bosques se destina a leña, para mucha gente que vive en áreas rurales en Latinoamérica no solo por el uso mismo de ella en cada hogar sino también porque representa una importante fuente de ingreso para muchas familias que venden la leña recolectada en los mercados locales y a intermediarios que transportan este productos a centros más poblados (un 90 por ciento) (FAO, 2011).

Investigaciones recientes han establecido un consumo de leña en Guatemala de 15, 771,186 toneladas de materia seca al año (Larrañaga & Flores 2012).

Según MIF-INAB (2011) en Guatemala hay plantadas 1,717.19ha del genero *Eucalyptus spp.*, lo cual representa un 1.68% del total de áreas plantadas en el país. Las especies del género Eucaliptus son muy favorecidas como especies de plantación en muchas partes del mundo debido a que son de crecimiento rápido, fácil cultivo y adecuado para plantaciones industriales, agroforestales y forestales de la comunidad (FAO, 1979).

Tomando en cuenta lo anterior se ve la necesidad de realizar ensayos de *Eucalyptus spp.*, en diferentes regiones del país para evaluar el comportamiento de diferentes materiales y descubrir el potencial del género en nuestro país. La presente investigación se realizó en la Finca Sacsuja del municipio de Santa Catalina la Tinta,

Alta Verapaz, mediante un ensayo con un diseño experimental de bloques completamente al azar con 3 repeticiones y 12 diferentes tratamientos de materiales, entre los que se utilizó materiales provenientes de clones. Se realizaron mediciones en dos plazos de tiempo para evaluar el crecimiento y el desarrollo fenotípico de cada material.

## II.MARCO TEORICO

### 2.1 ORIGEN Y REFERENCIAS HISTORICAS DEL CULTIVO DE *Eucalyptus spp.*

El género *Eucalyptus spp* fue descrito en 1788, por Charles Louis L'Heritier de Brutelle. Perteneciendo a la familia de las Mirtáceas, el género incluye aproximadamente 600 identificaciones, entre las especies, variedades e híbridos (Badilla & Murillo, 2005).

- Reino: Plantae
- División: Magnoliophyta
- Clase: Magnoliopsida
- Subclase: Rosidae
- Orden: Myrtales
- Familia: Myrtaceae
- Subfamilia: Myrtoideae
- Tribu: Eucalypteae
- Género: Eucalyptus

El eucalipto es un árbol originario de Tasmania, Australia y otras islas indo-malasias. El nombre *Eucalyptus* deriva del griego eu (bien) y kalyptus (cubierto), en alusión a la protección que el opérculo presta a los órganos sexuales. El eucalipto comenzó a ser utilizado en plantaciones fuera de su área de distribución natural hace más de 200 años en Europa. Fueron botánicos europeos los descriptores del género y de sus principales

especies. El primer registro del eucalipto en la Península Ibérica data de 1829 en Portugal. La llegada del eucalipto a Sudáfrica y Brasil se produjo a finales del siglo XIX y comienzos del XX. En Sudáfrica, provocado por la demanda de madera para minería y, en Brasil, para producir el carbón utilizado en la industria del acero. En otros países y zonas del mundo el eucalipto fue introducido a partir de los colonialismos británico, francés, español, portugués y holandés, así como por iniciativas internacionales gubernamentales y no gubernamentales (Espina, 2006).

Actualmente el eucalipto está presente en más de 90 países, la mayoría en zonas tropicales y subtropicales, aunque existen plantaciones de gran productividad en zonas templadas de Nueva Zelanda, Chile, Argentina, Brasil, Uruguay, Sudáfrica, la Península Ibérica y Estados Unidos. La razón de esta dispersión es el gran número de especies y, por tanto, de tolerancia a condiciones ecológicas diferentes (ENCE, 2006).

Hoy en día el eucalipto se extiende sobre más de 22 millones de hectáreas en todo el mundo (a las que habría que añadir más de 11 millones de bosque nativo de eucalipto en Australia), lo que representa el 12% de las plantaciones forestales mundiales. Sin embargo, se estima que no más de 13 millones de hectáreas de estas plantaciones tienen realmente productividad de interés industrial (Flynn & Nielson, 2006).

## **2.2 MEJORAMIENTO GENETICO**

El mejoramiento genético forestal es la conjugación de la genética, como herramienta de identificación y aislación de rasgos de interés (altura, forma, densidad de la madera, etc.) y los tratamientos silviculturales, siendo estos últimos los que potencian la expresión de dichos rasgos. Lo anterior se traduce en la obtención de la máxima rentabilidad del suelo-bosque. (Espina, 2006)

Según Balocchi y De Veer (1994) el principal objetivo de los ensayos genéticos es estimar en forma adecuada el potencial genético del material evaluado, para aquellos sitios donde se pretende ser utilizado operacionalmente. Por lo que la información



obtenida de los ensayos genéticos es la base fundamental de los programas de mejoramiento genético. La hibridación se encuentra dentro del proceso del mejoramiento genético forestal, que implica el desarrollo de poblaciones genéticamente superiores en una o varias características (ej. crecimiento, forma, calidad de madera, etc.), respecto de las que se emplean de manera corriente en el ámbito comercial, y su utilización operativa a través de la producción de semillas o clones de individuos mejorados. Entonces, los principales objetivos del mejoramiento genético son: el aumento de la productividad y la mejora de aquellos factores que condicionan la calidad de lo producido. (Marco, M, López, J, Harrand, L, 2005).

El desarrollo de híbridos se encuentra dentro de los conceptos anteriores expresados, y tienen como finalidad la obtención de una población de genotipos que presenten mejor respuesta hacia la forestación de áreas consideradas marginales por aspectos edáficos o climáticos, o que exhiban alguna característica maderera específica no hallada dentro de las especies puras.

### **2.3 CLON VEGETAL**

Grupo de plantas genéticamente idénticas, obtenidas todas ellas por propagación vegetativa de un individuo seleccionado (FAO, 2006).

### **2.4 JARDIN CLONAL**

El jardín clonal o área de multiplicación es uno de los componentes principales de todo el sistema de reforestación clonal, En el jardín clonal se tiene la colección completa de los árboles plus seleccionados originalmente. Cada árbol plus ha sido entonces propagado a partir de sus brotes en el tocón, ó a partir de otras partes vegetativas. Todas y cada una de las estaquillas que se logren reproducir de un mismo árbol plus son copias genéticamente idénticas (Badilla & Murillo, 2005).

## **2.5 BIOMASA**

La biomasa se refiere a toda materia orgánica que proviene de la biosfera, tales como árboles, plantas, desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o las provenientes de la agricultura (residuos de maíz, café, arroz, macadamia), del aserradero (podas, ramas aserrín, cortezas) y de los residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica y otros) (De León, 2010).

Para Brown (1997) y Eamus et al. (2000) la biomasa es un parámetro que caracteriza la capacidad de los ecosistemas para acumular materia orgánica a lo largo del tiempo y está compuesta por el peso de la materia orgánica aérea y subterránea que existe en un ecosistema forestal (Schlegel et al. 2000). Para Bracmort y Gorte (2012) la biomasa es toda materia orgánica que puede ser convertida en energía, siendo la biomasa leñosa aquella que puede ser repuesta en el corto plazo.

De acuerdo con esto, Rosillo-Calle et al. (2007) señalan que la biomasa leñosa de origen agrícola y forestal se puede clasificar en ocho categorías: bosques naturales, bosques, plantaciones forestales, plantaciones agro-industriales, bosques de árboles externos y bosques, cultivos agrícolas, residuos de cosechas, procede de residuos y desechos animales. Esta tesis se centra principalmente en la evaluación de la biomasa aérea de bosques naturales, plantaciones forestales (cultivo energético) y cultivos agrícolas.

## **2.6 SILVICULTURA DE ROTACION CORTA**

Se entiende por silvicultura de rotación corta la práctica silvícola con arreglo a la cual las plantaciones sostenibles de alta densidad de especies arbóreas de crecimiento rápido producen biomasa leñosa en tierras agrícolas o en tierras forestales fértiles pero degradadas. Los árboles son cultivados como especies unicaules o como parte de un sistema de monte bajo, con un período de rotación inferior a 30 años y una producción anual de madera de 10 toneladas de materia seca o 25 m<sup>3</sup> por hectárea, como mínimo. Esta práctica debería permitir un aprovechamiento ecológica y económicamente óptimo

de los recursos naturales mediante la aplicación de conocimientos biológicos y físicos tanto teóricos como prácticos (Landsberg *et al.*, 1997)

La falta de madera, en particular la destinada a las industrias forestales en los países desarrollados y a combustible en los países en desarrollo, es habitual en muchas partes. Un mayor recurso a la silvicultura de rotación corta en tierras agrícolas y en suelos forestales fértiles podría ser una forma de proporcionar recursos suficientes a las industrias forestales y combustible suficiente a la población del mundo en desarrollo conservando (Christersson, 2005).

## **2.7 PLANTACIONES ENERGETICAS.**

Estas son grandes plantaciones de árboles o plantas cultivadas con el fin específico de producir energía. Para ello se seleccionan árboles o plantas de crecimiento rápido y bajo mantenimiento, las cuales usualmente se cultivan en tierras de bajo valor productivo. Su período de cosecha varía entre los tres y los diez años. También se utilizan arbustos que pueden ser podados varias veces durante su crecimiento, para extender la capacidad de cosecha de la plantación (de León, 2010).

La Asociación de Silvicultores del Sur (ASILSUR), conjuntamente con algunas organizaciones asociadas, Corporación Pantaleón, Ingenio la Unión, Pilonés de Antigua y ALEXA, han realizado investigaciones de campo y de laboratorio sobre uso de biomasa forestal para la generación de energía en el país.

En el año 2003, se hicieron las primeras pruebas para determinar el valor calorífico del *E. camaldulensis*. Asimismo, se realizaron pruebas de campo para determinar la producción y rendimiento de biomasa en diferentes plantaciones, las cuales tenían cuatro años de edad. Los primeros resultados obtenidos, mostraron que el estudio era realmente interesante para el desarrollo del país y que su potencial en la Costa Sur era muy grande. En el año 2004, se sembraron seis parcelas con diferentes especies de *Eucalyptus spp*; *E. deglupta*, *E. camaldulensis*, *E. urograndis*, *E. grandis*, *E. citriodora*, *E. tereticornis*, *E. saligna* y *E. globulus*. Dichas parcelas se ubicaron en diferentes

fincas de la Costa Sur, con diversas características climáticas y de suelo. Un año después, se tomaron medidas de diámetro y alturas obteniendo resultados altamente satisfactorios en las variedades *grandis*, *urograndis* y *camaldulensis*, ya que sus alturas superan los siete metros y sus diámetros eran mayores de siete centímetros. Estos resultados, según técnicos forestales guatemaltecos que han visitado Brasil, son mejores aquí en Guatemala.

Esto ha motivado el establecimiento de las primeras plantaciones con fines energéticos en Guatemala. La corporación Pantaleón sembró 100 hectáreas en el año 2005 y para este año se están preparando 450 hectáreas hasta terminar la primera fase, cuyo objetivo es sembrar 2,000 hectáreas.

Las pruebas realizadas en la planta de producción de energía han resultado muy satisfactorias. Si lo anterior se agrega el precio del bunker en el año 2003 era de Q3.50 por galón y ahora se está pagando el mismo a Q10.20, no cabe la menor duda que la producción de energía en Guatemala a partir de los bosques energéticos, es beneficiosa económicamente y debe considerarse urgente para no seguir dependiendo de los derivados del petróleo.

Además de los esfuerzos realizados por las instituciones, es importante señalar que se ha formado un grupo para impulsar un proyecto de producción de energía utilizando biomasa forestal en la región de la Costa Sur, en el área del parcelamiento La Máquina. Este grupo lo forman la gremial forestal, el INAB (Instituto Nacional de Bosques), el Ministerio de Energía y Minas, Pilonés de Antigua y ALEXA, quienes están trabajando en los proyectos de prefactibilidad tanto de la parte forestal como de la parte industrial. (Alvarado, F. 2007)

### **III. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

#### **3.1 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA**

La leña es un bien que brindan los bosques de Guatemala, y su extracción puede ser considerada dañina o no para el ecosistema, dependiendo de la magnitud y la forma en la que ésta se realice. A la acción de recolectar leña con fines energéticos se le ha atribuido, desde hace mucho tiempo, una alta participación en la degradación y la desaparición de los bosques naturales (URL, IARNA, 2009).

En la actualidad en el mundo hay aproximadamente 2,600 millones de personas que usan leña, carbón o residuos agrícolas para suplir sus necesidades energéticas, y se espera para 2030 que la cifra ascienda a 2.700 millones de habitantes (Malyshev, 2009).

El consumo de leña asume su mayor magnitud en los hogares rurales, concentrando aproximadamente el 86.5% del consumo residencial total (Larrañaga & Flores 2012).

Según datos del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA) de Guatemala, la producción de cardamomo ha aumentado desde el año 2000, a una tasa del 4%. Según este informe el 68% de la producción se concentra en el departamento de Alta Verapaz, El consumo de leña del sector industrial del departamento de Alta Verapaz equivale a 24797.14 toneladas de materia seca de las cuales 16361.05 toneladas son usadas para el secado del cardamomo (Larrañaga & Flores 2012).

El área en la que está ubicada la finca Sacsuja es un área productora de cardamomo, y para el beneficiado del mismo se utiliza leña como fuente principal de energía, la cual es obtenida en su mayoría de bosques naturales.

### **3.2 JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO**

Guatemala tiene un alto índice de consumo de leña como combustible, al que los siguen derivados del petróleo y la electricidad. Este hecho está íntimamente ligado con el grado de subdesarrollo.

En el lugar que está ubicada la finca Sacsuja, Municipio de Santa Catalina la Tinta, Alta Verapaz, es un área donde prevalecen los cultivos de cardamomo y café, por consiguiente para poderlos beneficiar se utiliza leña como fuente de energía.

Asimismo, se ha observado que una parte de la leña consumida en el municipio de Santa Catalina la Tinta está siendo comercializada en forma cada vez más creciente. Esta situación agrava ya la precaria economía de la familia usuaria, que tiene que destinar una parte de sus ingresos a la compra de ese combustible y en algunos casos, está pagando un precio mayor por la utilización de otros combustibles.

La leña es consumida fundamentalmente para la cocción de alimentos y calefacción de hogares, aunque también en agroindustrias como beneficios de café, cardamomo e ingenios. El problema es complejo, porque el consumo de la leña crece al ritmo del crecimiento poblacional, de tal manera que su consumo absoluto es mayor cada año, por lo que el país está siendo sometido a una deforestación acelerada, con todos sus efectos directos y colaterales, que llevan a la degradación de los recursos naturales.

La presente investigación, pretende evidenciar en alguna medida tal efecto devastador en el ambiente, creando una alternativa de “bosques energéticos”, que permita por un lado, satisfacer una necesidad de las poblaciones rurales y por el otro la conservación de los recursos naturales en general.

## **IV. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL:**

Evaluar el crecimiento de materiales genéticos de clones del género *Eucalyptus spp.*, de la finca Sacsuja, Santa Catalina la Tinta, Alta Verapaz.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

Evaluar el crecimiento de diferentes materiales del género de *Eucalyptus spp.*, provenientes de clones y semillas, bajo las condiciones de la finca Sacsuja, la Tinta Alta Verapaz.

Evaluar la calidad en la forma: recto, sinuoso, bifurcado e inclinado del crecimiento de los diferentes materiales del género de *Eucalyptus spp.*, provenientes de clones.

## V. HIPOTESIS

### 5.1 Ho. Hipótesis Nula

- Ninguno de los materiales de *Eucalyptus spp.*, tendrá un crecimiento diferente estadísticamente significativo bajo las condiciones de la finca.

### 5.2 Ha. Hipótesis Alterna

- Al menos uno de los materiales evaluados de *Eucalyptus spp.*, tendrá un crecimiento mejor ó mayor estadísticamente significativo bajo las condiciones de la finca.



## VI. MATERIALES Y METODOS

### 6.1 LOCALIZACION DEL AREA DE ESTUDIO:

El experimento se realizó en la finca Sacsuja, que se encuentra en el municipio de Santa Catalina la Tinta, Alta Verapaz, a 96 kms de la Cabecera Departamental aproximadamente, ubicada con Datum WGS84 y coordenadas geográficas: Latitud  $15^{\circ}20'10.493''N$  y Longitud  $89^{\circ}49'32.403''O$  con una altitud de 310 msnm. (Figura 1)

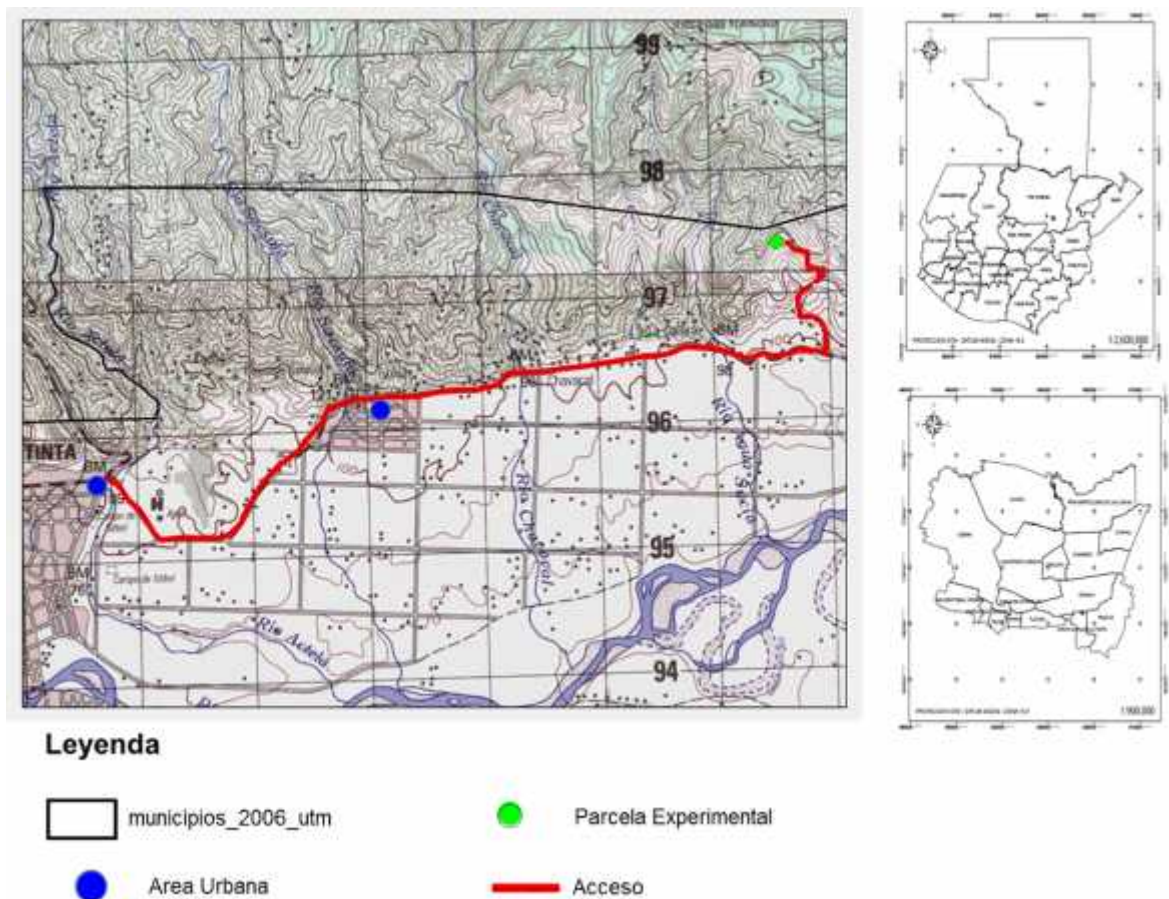


Figura 1 Mapa de ubicación de la finca Sacsuja y ubicación del área de estudio.

### **6.1.1. Zona de Vida**

Basado en el sistema de Holdrige, el área se encuentra en la zona de vida Bosque muy Húmedo Subtropical Cálido (BmH-Sc), esta zona se caracteriza por tener un relieve de plano a accidentado, cuenta con una elevación máxima de 1600msnm y una mínima de 80msnm, teniendo como especies indicadoras: *Virola spp.*, *Terminalia amazonia*. Los principales cultivos que encontramos en esta zona son: *Cafea arábica*, *teobroma cacao*, *Zea maíz L*, *Paseolus vulgaris* (MAGA, 2002).

### **6.1.2 Suelos**

El área se encuentra dentro de la división fisiográfica Tierras Altas Sedimentarias, el tipo de serie de suelo que se encuentra es serie Cobán, los suelos Cobán son muy profundos, bien drenados, que se han desarrollado sobre caliza en regiones húmedas. Ocupan relieves de inclinados a ondulados a altitudes medianas en la parte norte central de Guatemala. Parecen haberse desarrollado sobre materiales residuales, pero es muy probable que en muchos lugares el material fuera transportado de las áreas adyacentes. La vegetación natural consiste de un bosque denso de especies Latifoliadas, maleza enredaderas y especies de coníferas (MAGA, 2002).

### **6.1.3 Características Climáticas**

La precipitación pluvial es de 4,000 mm por año aproximadamente, la temperatura media anual es de 26°C (MAGA, 2002).

## **6.2 DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO:**

En el estudio se evaluarán diez clones y dos especies del género *Eucaliptos spp.*, distribuidos en 3 bloques cada uno con 12 tratamientos, en cada tratamiento tendrá 15 plantas por unidad experimental, de 3 surcos por 5 plantas por surco,

con un distanciamiento de 3m x 2m, que equivale a 0.47 ha. Se evaluó el crecimiento y desarrollo fenotípico durante el segundo año de establecimiento de materiales genéticos de semilla y clones del género *Eucalyptus spp.*, realizándose una evaluación a los 24 meses de edad.

### 6.2.1 Universo:

La evaluación se realizó sobre plantas de diferentes materiales de la especie *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus camaldulensis* y 10 clones también de la especie *Eucalyptus urophylla* producidos por la empresa Pilonos de Antigua.

### 6.2.2 Materiales:

Para la ejecución del experimento se dispuso de materiales y recursos, detallados a continuación en el cuadro 1.

Cuadro 1. Materiales y recursos utilizados

Recursos Humanos	Recursos Materiales	Equipo
8 Jornales para la implementación del ensayo.	45 unidades de cada material para la implementación de los tratamientos.	Cinta métrica GPS
4 Jornales para implementar rondas contra fuego.	Machetes	Hipsómetro Cámara fotográfica
35 Jornales para realizar limpiezas	Rótulos para identificar cada unidad experimental	Libreta de campo Computadora
	Azadones	Tablero
	Estacas	
	Chuzos	

### 6.3 FACTORES A ESTUDIAR:

Los factores estudiados en la investigación fueron los siguientes:

- Materiales (Plantas)
- Niveles 12 materiales ( 10 clones , 2 de semilla),

Clones: CA-30, PE-11, 1066, 1084, 1188, 1198, 1846, 1197, 1203, 1214

Semillas: *E. Urophylla*, *E. Camaldulensis*.

### 6.4 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS:

Para evaluar los materiales se distribuyeron en 12 tratamientos, con 10 clones y 2 especies del genero *Eucalyptus spp.*, en 3 bloques con doce unidades una repetición de cada material evaluado, haciendo un total de 36 unidades, los cuales se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Descripción de los materiales a evaluar

Número	Material	Especie
1	CA-30	<i>E. camaldulensis</i>
2	PE-11	<i>E. Pellita</i>
3	1066	Hibrido urocal ( <i>E. urophylla</i> + <i>E. camaldulensis</i> )
4	1084	<i>E. urophylla</i>
5	1188	<i>E. urophylla</i>
6	1198	<i>E. urophylla</i>
7	1846	<i>E. urophylla</i>
8	1197	<i>E. urophylla</i>
9	1203	Hibrido urocal ( <i>E. urophylla</i> + <i>E. camaldulensis</i> )
10	1214	Hibrido urocal ( <i>E. urophylla</i> + <i>E. camaldulensis</i> )
11	<i>E. urophylla</i>	<i>E. urophylla</i>
12	<i>E. camaldulensis</i>	<i>E. camaldulensis</i>

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

En esta investigación se utilizó el diseño experimental Bloques Completamente al Azar (DBCA) con 12 materiales y 3 repeticiones (figura 3) para dar un total de 36 unidades experimentales. Se utilizó este diseño debido a la variabilidad de los materiales y la homogeneidad de las unidades experimentales que conformaron los bloques.

## 6.6 MODELO ESTADÍSTICO

El modelo asociado a este diseño experimental se muestra a continuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij} \quad \begin{cases} i = 1, 2, 3, \dots, t \\ j = 1, 2, 3, \dots, r \end{cases}$$

Siendo:

$Y_{ij}$  = variable de respuesta observada o medida en el  $i$ -ésimo tratamiento y el  $J$ -ésimo bloque.

$m$  = media general de la variable de respuesta.

$t_i$  = efecto del  $i$ -ésimo tratamiento

$b_j$  = efecto del  $j$ -ésimo bloque

$e_{ij}$  = error asociado a la  $ij$ -ésima unidad experimental.

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

La unidad experimental estuvo formada por 15 plantas (3 surcos x 5 plantas por surco) con un distanciamiento de 3.00 m x 2.00 m, que es equivalente a un área de 90m<sup>2</sup> por unidad.

Tratamiento = 45 plantas

Borde = *E. urophylla*, *E. Urograndis*, *E. Grandis*, *E. Camaldulensis*

Área total del experimento: a 0.47ha.

### 6.8 CROQUIS DE CAMPO

	BI	BII	BIII
	CA -30	CAMALDULENSIS	1846
	PE-11	UROPHYLLA	1084
	1066	1214	1066
	1084	1203	PE-11
	1188	1197	CA-30
	1198	1846	CAMALDULENSIS
	1846	1198	1188
	1197	1188	UROPHYLLA
	1203	1084	1214
	1214	1066	1203
	UROPHYLLA	PE-11	1197
	CAMALDULENSIS	CA-30	1198



 BORDE

BI = Bloque

BII = Bloque

BIII= Bloque

Figura 2 Croquis de campo ensayo de *Eucaliptos spp.*, en la Finca Sacsuja

El croquis de los materiales en campo está presentado en la figura 2, en el mismo se presenta la distribución de los tratamientos y bloques. El área de borde consistió en una faja en la cual se plantaron árboles de *E. camaldulensis* y *E. urophylla*.

## **6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO**

### **6.9.1 Preparación del Terreno**

La preparación del terreno se realizó con una limpia manual del área y posteriormente se efectuó el trazado, ahoyado y estaquillado del terreno.

La siembra se llevó a cabo durante el mes de Septiembre del año 2012.

### **6.9.2 Control de maleza.**

Las limpias se realizaron con el método cultural conocido como chapia. Los objetivos del control de malezas fueron, favorecer la supervivencia de las plantas a través de la eliminación de la competencia y aumentar la productividad, disminuyendo la competencia por luz, agua y nutrientes.

### **6.9.3 Control de plagas.**

El control de plagas se realizó monitoreando las unidades por si existiera incidencia de plagas y enfermedades.

Una planta está enferma cuando una o más de sus funciones vitales se encuentran interferidas o sufren un cambio debido al ataque de un agente patógeno o a la acción de los factores ambientales. Las enfermedades infecciosas pueden ser causadas por organismos patógenos y los daños pueden ser causados por insectos o ácaros (FAO, 2006).

### **6.9.4 Identificación de los tratamientos**

Se rotuló cada repetición de los tratamientos para identificarlos en campo, cercando la parcela neta.

### 6.10.5 Ronda corta fuego

Al inicio de la época seca se hizo una ronda corta fuegos para proteger el experimento de incendios.

### 6.11.6 Mediciones

Para determinar el crecimiento y el desarrollo fenotípico de los materiales se realizaron dos mediciones. La primera medición se realizó en febrero del año 2014 cuando la edad de la plantación era de 18 meses. La segunda medición se realizó en el mes de agosto del 2014 al momento en que la plantación contaba con 24 meses de edad. En cada caso se hizo una medición de las variables directas, DAP y Altura de cada uno de los árboles, además de verificar la sobrevivencia de los individuos y también se tomaron las variables correspondientes a forma.

### 6.10 VARIABLES A EVALUAR

Las variables evaluadas en la investigación fueron los siguientes:

- Diámetro a la altura del pecho (Dap) (cm).
- Altura Total (m)
- Volumen por parcela ( m<sup>3</sup>)
- Porcentaje de prendimiento (%)
- Forma (Recto, Sinuoso, Bifurcado, Inclinado) figura 3.

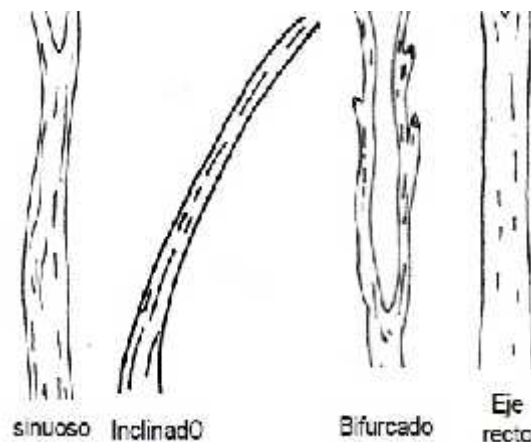


Figura 3 códigos de evaluación fenotípica empleados



## **6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Luego de realizarse las mediciones de las variables se generó una base de datos, ingresando todos los valores de las variables en el programa Excel 2013 de Microsoft Office®.

### **6.11.1 Análisis estadístico**

Se evaluaron las medias de las variables de cada unidad experimental siendo estas altura total, diámetro a la altura del pecho y volumen, con ello se realizó el Análisis de Varianza –ANDEVA- de Bloques Completamente al Azar con un nivel de confianza del 95%. El análisis de datos se hizo con la ayuda del Software INFOSTAT® versión estudiantil 2013e. Para determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos se utilizó una prueba de medias de Duncan. El análisis de la sobrevivencia se hizo con un conteo de los materiales vivos a los 24 meses de edad, con los datos obtenidos se determinaron los porcentajes para representar dicha variable. Para la evaluación fenotípica se obtuvo el total de formas por tratamiento y luego se registró como porcentaje.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1 ANÁLISIS DE LAS VARIABLES DE CRECIMIENTO

#### 7.1.1 Análisis de las variables de crecimiento a los 24 meses de edad

##### 7.1.1.1 Análisis de la altura total

Para determinar la significancia que existe entre los tratamientos para la variable de altura total se realizó el análisis de varianza, los resultados se presentan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de la varianza de altura total a los 24 meses de edad

<b><i>F.V.</i></b>	<b><i>SC</i></b>	<b><i>GI</i></b>	<b><i>CM</i></b>	<b><i>F</i></b>	<b><i>p-valor</i></b>
<b><i>Modelo</i></b>	22.45	13	1.73	1.62	0.1610
<b><i>Tratamientos</i></b>	18.53	11	1.68	1.58	0.1803
<b><i>Bloques</i></b>	3.93	2	1.96	1.84	0.1845
<b><i>Error</i></b>	21.33	20	1.07		
<b><i>Total</i></b>	43.78	33			

Como resultado del análisis de ANDEVA con un nivel de significancia de 5% no se encontraron diferencias ( $p > 0.1803$ ) en los tratamientos para la variable altura total a los 24 meses de edad, lo que indica que los tratamientos evaluados se comportan igual, el coeficiente de variación calculado para el error experimental fue de 12.97% el cual refleja la homogeneidad de la variable evaluada.

A pesar de no encontrar diferencias estadísticas significativas en la variable altura total a los 24 meses de edad, los materiales provenientes del clon 1066 presentaron una media de 9.09 metros el cual es el tratamiento con las medidas más altas de la variable evaluada.

En la figura 4, se puede observar los materiales con alturas muy homogéneas tal es el caso de los tratamientos 1214, PE-11 y el 1188 y los tratamientos con alturas bastantes bajas como el 1203 y 1198.

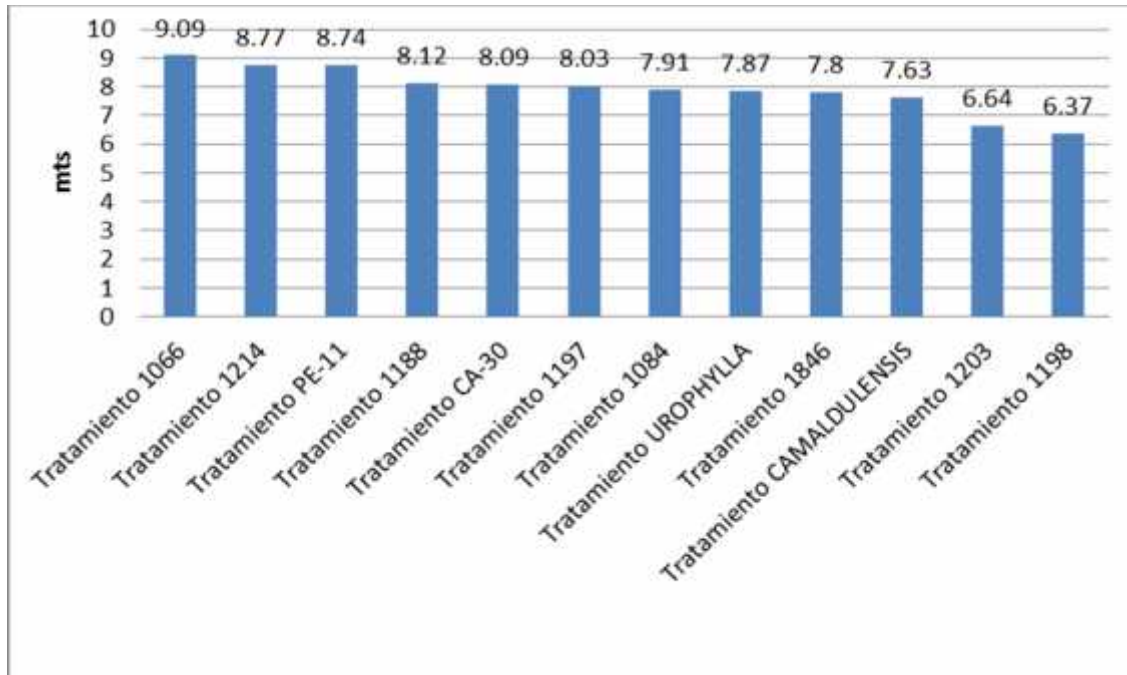


Figura 4 medias y variación de valores de altura total en metros a los 24 meses de edad.

Para determinar el mejor material en cuanto a la variable altura se utilizó la prueba de medias de Duncan que se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 4. Prueba de Duncan para la variable de Altura Total (m) a los 24 meses de edad

TRATAMIENTO	MEDIA	N	E.E.			
Tratamiento 1066	9.09	3	0.60	A		
Tratamiento 1214	8.77	3	0.60	A		
Tratamiento PE-11	8.74	3	0.60	A	B	
Tratamiento 1188	8.12	3	0.73	A	B	C
Tratamiento CA-30	8.09	3	0.60	A	B	C
Tratamiento 1197	8.03	3	0.60	A	B	C
Tratamiento 1084	7.91	3	0.60	A	B	C
Tratamiento UROPHYLLA	7.87	3	0.60	A	B	C
Tratamiento 1846	7.80	3	0.60	A	B	C
Tratamiento CAMALDULENSIS	7.63	3	0.60	A	B	C
tratamiento 1203	6.64	3	0.60		B	C
Tratamiento 1198	6.37	3	0.73			C

Cuadro 4 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) a los 24 meses de edad  
Fuente: (Datos generados por el autor, 2014)

Los tratamientos 1066 y 1214 conforman el grupo A y poseen los mejores valores de altura con medias superiores. Existe un único tratamiento caracterizado como AB el cual corresponde al clon PE-11. Los tratamientos 1188, CA-30, 1197, 1084, *E. Urophylla*, 1846, *E. Camaldulensis*, 1203 conforman el grupo ABC, presentando medias que no son significativamente distintas. Finalmente el tratamiento 1198 representa la media baja para la variable evaluada y queda identificada como perteneciente al grupo C.

Como una adición al análisis realizado se obtuvo el Incremento Medio Anual (IMA) como medio comparativo de la variable de Altura de los tratamientos. En el presente caso se hizo una evaluación determinando el IMA-altura por cada bloque perteneciente a cada tratamiento. Los resultados pueden observarse en el anexo 2, y en el mismo es evidente, por ejemplo, el crecimiento mostrado con el mayor incremento por el tratamiento 1066 el cual se encuentra en un rango de entre 4.26 a 4.91 metros de altura para la edad de 24 meses. El tratamientos 1198 presentó los menores incrementos con rangos de 3.27 a 3.09 metros de altura para 24 meses de edad.

#### 7.1.1.2 Análisis del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) (cm)

Para determinar la significancia que existe entre los tratamientos para la variable DAP se realizó el análisis de varianza, los resultados se muestran en el cuadro 5.

Cuadro 5. Análisis de varianza para el DAP a los 24 meses de edad

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	134.55	13	10.35	1.23	0.3292
<b>Tratamientos</b>	110.29	11	10.03	1.19	0.3527
<b>Bloques</b>	24.95	2	12.13	1.44	0.2604
<b>Error</b>	168.38	20	8.42		
<b>Total</b>	302.92	33			

Luego de aplicar el análisis de ANDEVA con un nivel de significancia del 5% no se encontraron diferencias significativas ( $p = 0.3527$ ) en los tratamientos pertenecientes a materiales analizados de acuerdo con la variable DAP a los 24 meses de edad. Lo que indica que los materiales evaluados se comportan o responden de igual manera ante las condiciones de la finca. El coeficiente de variación calculado para el error experimental fue de 16.14% el cual demuestra que se tiene un buen grado de homogeneidad en los resultados de campo.

Para determinar cuál es el mejor material que presenta la mejor respuesta en cuanto a la variable DAP, se utilizó la prueba de medias de Duncan encontrando los resultados que se presentan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Prueba de Duncan para la variable DAP a los 24 meses de edad

TRATAMIENTOS	MEDIAS DAP (cm)	N	E.E.		
Tratamiento 1214	20.64	3	1.68	A	
Tratamiento 1066	20.1	3	1.68	A	B
Tratamiento PE-11	19.77	3	1.68	A	B
Tratamiento CA-30	19.03	3	1.68	A	B
Tratamiento 1197	18.25	3	1.68	A	B
Tratamiento 1084	17.99	3	1.68	A	B
Tratamiento 1188	17.88	3	2.05	A	B
Tratamiento CAMALDULENSIS	17.66	3	1.68	A	B
Tratamiento 1846	17.1	3	1.68	A	B
Tratamiento UROPHYLLA	16.8	3	1.68	A	B
Tratamiento 1198	15.04	3	2.05	A	B
Tratamiento 1203	14.4	3	1.68		B

Cuadro 6 Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ ) a los 24 meses de edad  
Fuente: (Datos generados por autor, 2014)

El tratamiento 1214 posee el mejor valor de DAP con una media de 20.64 centímetros, los tratamientos 1066, PE-11, CA-30, 1197, 1084, 1188, *E. Camaldulensis*, 1846, *E. Urophylla*, 1198 conforman el grupo de AB con medias entre 20.10 a 15.04 centímetros y con la media más baja para la variable evaluada encontramos el tratamiento 1203.

Como una adición al análisis realizado se obtuvo el Incremento Medio Anual (IMA) como medio comparativo de la variable de DAP de los tratamientos. En el presente caso se hizo una evaluación determinando el IMA-DAP por cada bloque perteneciente a cada tratamiento. Los resultados pueden observarse en el anexo 4, y en el mismo es evidente, por ejemplo, el crecimiento mostrado con el mayor incremento por el tratamiento *E. camaldulensis* el cual se encuentra en un rango de entre 8.12 a 22.15 centímetros para la edad de 24 meses. El tratamientos 1203 presentó los menores incrementos con rangos de 6.61 a 9 centímetros de diámetro para 24 meses de edad.

De acuerdo con la figura 5 los tratamientos más homogéneos son 1084, 1188 y *E. camaldulensis* y materiales con mayor heterogeneidad como los tratamientos 1198 y 1203. Al tomar en cuenta la homogeneidad que presenta el tratamiento 1214 se puede concluir que es el material destacado en DAP a los 24 meses de edad.

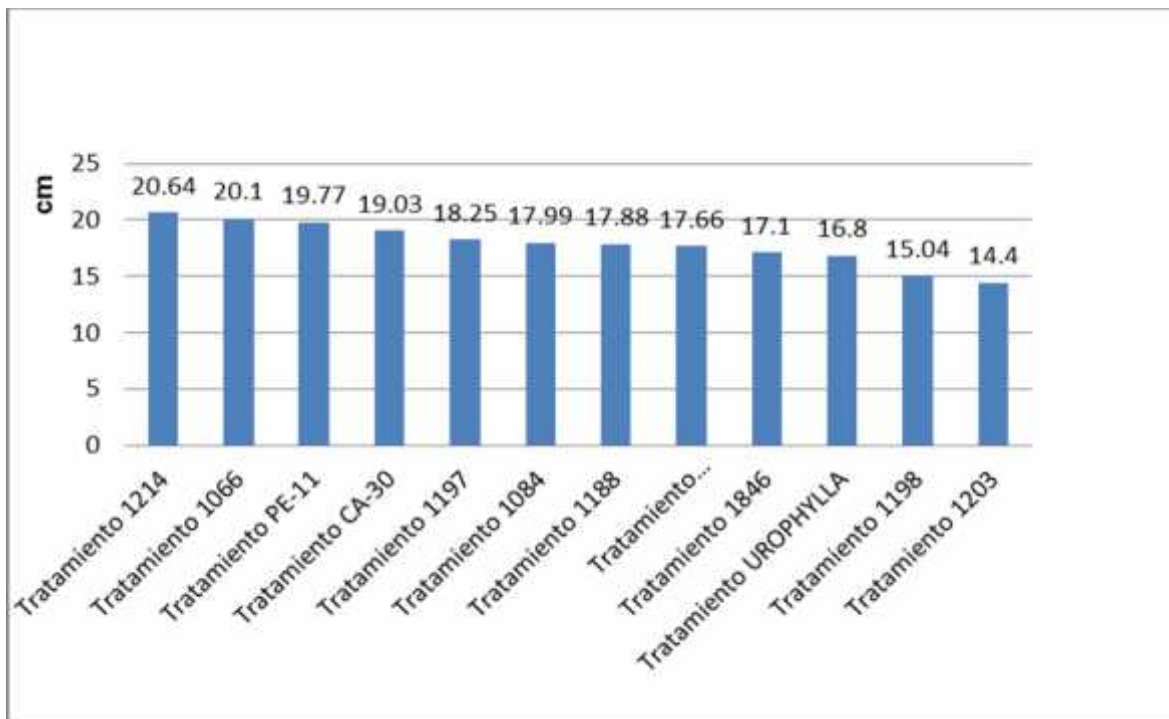


Figura 5 de medias y variación de los valores de DAP en cm a los 24 meses de edad.

### 7.1.1.3 Análisis del Volumen por parcela

En cuanto al análisis de la productividad mostrada por el experimento se procedió a determinar la significancia que existe entre los tratamientos para la variable volumen por parcela ( $m^3$ /parcela). Para ello se realizó el análisis de varianza, utilizando la covariable número de árboles. Los resultados del análisis de varianza de los tratamientos evaluados con volumen total, se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Análisis de varianza del Volumen/parcela a los 24 meses de edad

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>	<b>Coef</b>
<b>Modelo</b>	0.95	14	0.07	2.97	0.0145	
<b>Tratamientos</b>	0.76	11	0.07	3.02	0.0167	
<b>Bloques</b>	0.03	2	0.02	0.73	0.4929	
<b>No_arb</b>	0.16	1	0.16	6.84	0.0170	0.05
<b>Error</b>	0.43	19	0.02			
<b>Total</b>	1.38	33				

Luego de aplicar el ANDEVA con un nivel de significancia de 5% se encontró que si existen diferencias significativas ( $p$  0.0167) en los materiales para la variable volumen por parcela. El coeficiente de variación calculado para el error fue de 19.62%, el cual refleja la homogeneidad de la variable evaluada.

A pesar de encontrar diferencias estadísticas significativas en cuanto a volumen por parcela, el tratamiento 1066 resalta al notar que alcanzó los  $0.94 m^3$ /parcela y el tratamiento 1107 con una media más baja de  $0.52 m^3$ /parcela. Al transformar los datos a nivel de hectárea se puede observar que el volumen para el tratamiento 1066 equivale a  $104.44 m^3$ /ha, mientras que para el tratamiento 1107 es de  $57.78 m^3$ /ha.

Como una adición al análisis realizado se obtuvo el Incremento Medio Anual (IMA) como medio comparativo de la variable de Volumen de los tratamientos. En el presente caso se hizo una evaluación determinando el IMA-Volumen por cada bloque perteneciente a cada tratamiento. Los resultados pueden observarse en el

anexo 6, y en el mismo es evidente, por ejemplo, el crecimiento mostrado con el mayor incremento por el tratamiento 1066 el cual se encuentra en un rango de entre 0.92 a 1.03 metros cúbicos por parcela para la edad de 24 meses. El tratamientos 1203 presentó los menores incrementos con rangos de 0.56 a 0.42 metros cúbicos para 24 meses de edad.

De acuerdo con la figura 6 los materiales evaluados presentaron volúmenes por parcela en metros cúbicos que van desde 0.94 para el clon 1066 hasta el clon 1197 que tuvo el volumen más bajo con 0.52. Algunos tratamientos mostraron cierto grado de homogeneidad en los resultados, tal es el caso de los materiales identificados como 1188, *E. camaldulensis*, 1084, 1846 y *E. urophylla*. Todos los datos procesados pertenecen a la medición realizada a la edad de 24 meses de edad.

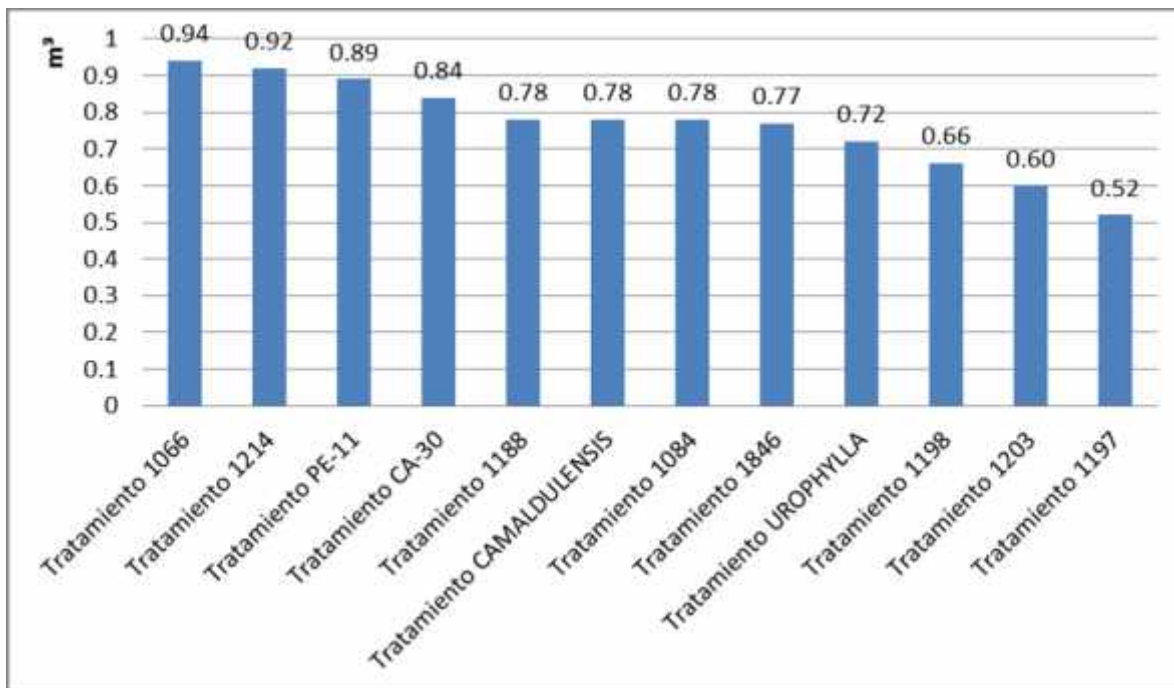


Figura 6 de medias y variación de valores de volumen por parcela a los 24 meses de edad.



### 7.1.1.4 Volumetría por Parcela y por Hectárea de los diferentes Tratamientos

Cuadro 8. De Volumetría a los 24 meses de edad

<b>TRATAMIENTOS</b>	<b>VOLUMEN POR PARCELA EXPERIMENTAL (M<sup>3</sup>)</b>	<b>VOLUMEN POR HECTAREA (M<sup>3</sup>)</b>
Tratamiento 1066	0.94	104.44
Tratamiento 1214	0.92	102.22
Tratamiento PE-11	0.89	98.89
Tratamiento CA-30	0.84	93.33
Tratamiento 1084	0.78	86.67
Tratamiento 1088	0.78	86.87
Tratamiento CAMALDULENSIS	0.78	86.87
Tratamiento 1846	0.77	85.56
Tratamiento UROPHYLLA	0.72	80.00
Tratamiento 1198	0.66	73.33
Tratamiento 1203	0.6	66.67
Tratamiento 1197	0.52	57.78

Fuente: (Datos generados por autor, 2014) a los 24 meses de edad.

Como puede apreciarse el Tratamiento 1066 en cuanto volumen por hectárea fue el que obtuvo el mayor rendimiento con 104.44 metros cúbicos por hectárea y el menor rendimiento correspondió al Tratamiento 1197 con 57.78 metros cúbicos por hectárea, a los 24 meses de edad.

Daetz, (2015) realizó una evaluación de estos mismos materiales, encontrando que a los 12 meses edad, los materiales más promisorios en cuanto a rendimiento de volumen por hectárea se refiere siendo: Tratamiento 1203 con 7.83 metros cúbicos por hectárea, Tratamiento 1214 con 7.63 metros cúbicos por hectárea y Tratamiento CA-30 con 6.76 metros cúbicos por hectárea.

## 7.2 ANÁLISIS DE SOBREVIVENCIA A LOS 24 MESES DE EDAD

### 7.2.1 ANALISIS DE PORCENTAJE DE PRENDIMIENTO

A continuación en la figura 7 se presenta el porcentaje de supervivencia de los materiales a los 24 meses de edad.

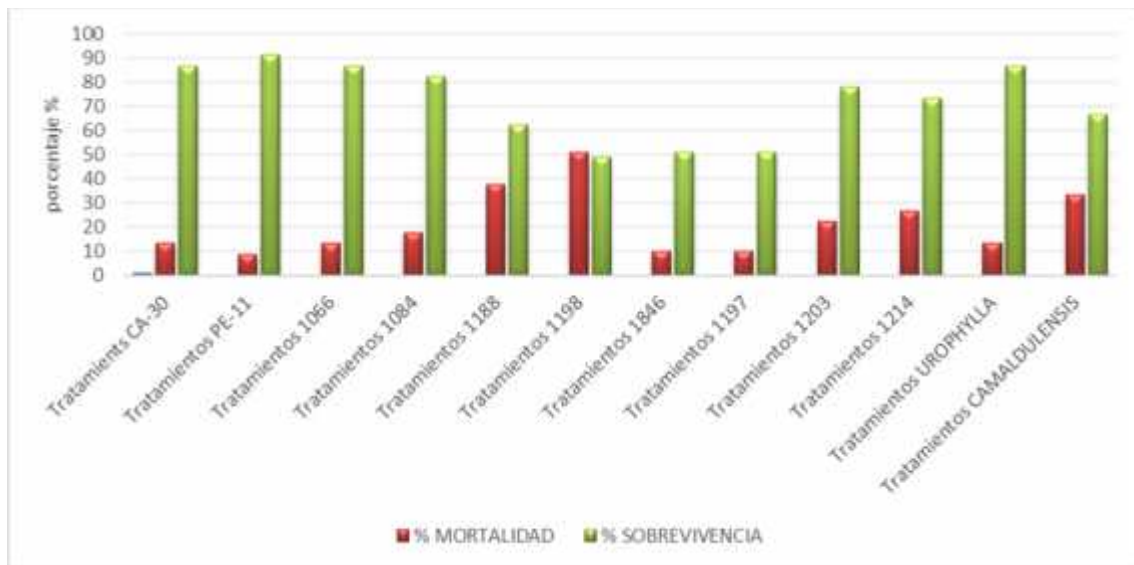


Figura 7 valores medios y variación en porcentaje de supervivencia por materiales a los 24 meses de edad.

Los tratamientos con mayor supervivencia a los 24 meses de edad fueron los clones PE-11 proveniente de semillas *E. pellita*. Con un 91.13% de plantas vivas, en un segundo grupo encontramos los tratamientos CA-30 proveniente de semilla *E. camaldulensis*, 1066 Híbrido Urocal (*E. camaldulensis* + *E. urophylla*) y *E. Urophylla* con un 86.67%. El tratamiento con el menor porcentaje de supervivencia fue el 1198 con un 49%.

### 7.3 ANALISIS FENOTIPICO A LOS 24 MESES DE EDAD

La variable forma fue evaluada mediante la determinación del porcentaje de árboles rectos, sinuosos, bifurcados e inclinados encontrados en cada uno de los tratamientos. Estos datos se presentan en el cuadro número 8.

Cuadro 9. Porcentaje de formas de fustes

TRATAMIENTO	%			
	RECTO	SINUOSO	BIFURCADO	INCLINADO
<b>CA-30</b>	66.67	11.11	0	8.87
<b>PE-11</b>	57.78	17.78	2.22	8.87
<b>1066</b>	57.78	17.78	11.11	4.44
<b>1084</b>	53.33	13.33	15.55	0
<b>1188</b>	35.55	22.22	4.44	0
<b>1198</b>	17.78	20.00	6.67	4.44
<b>1846</b>	55.55	8.87	8.87	17.78
<b>1197</b>	35.55	35.55	6.67	15.55
<b>1203</b>	40.00	33.33	4.44	0
<b>1214</b>	46.67	26.67	8.87	0
<b>UROPHYLLA</b>	42.22	40.00	13.33	0
<b>CAMALDULENSIS</b>	42.22	20.00	8.87	13.33

Fuente: (Datos generados por autor, 2014) a los 24 meses de edad.

De acuerdo con la figura 8, de los 12 tratamientos evaluados se pueden observar las características fenotípicas, siendo el mejor tratamiento CA-30 el que muestra mayor porcentaje de árboles rectos y los tratamientos *E. urophylla* y *E. camaldulensis* mostraron el menor porcentaje. Se pudo notar también que al ir disminuyendo la cantidad de árboles rectos aumentó la proporción de árboles con grado de sinuosidad en cada uno de los tratamientos. En relación a lo anterior no se pudo determinar alguna causa que pudiese haber afectado los porcentajes de forma dentro del experimento.

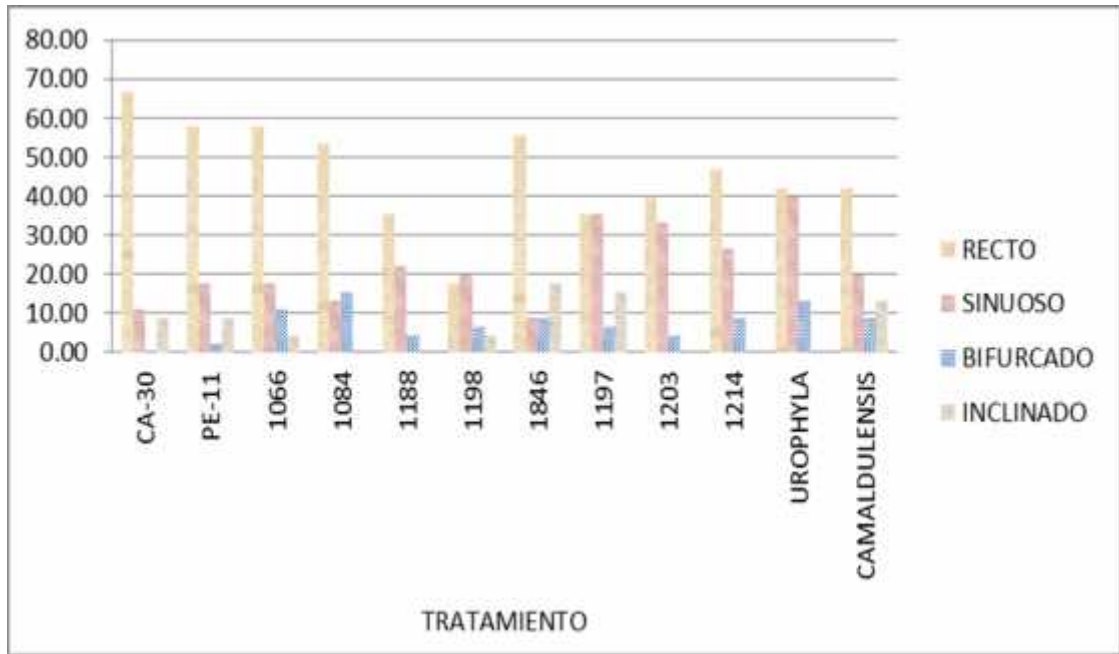


Figura 8 de columnas apiladas que muestran la distribución de los porcentajes por forma.

## VIII. CONCLUSIONES

- En la evaluación de crecimiento en el experimento se determinó que no hay diferencias significativas en cuanto al desarrollo en altura y DAP a la edad de 24 meses. El clon 1066 es el que presentó mejores resultados en altura con un valor de 9.09 metros y el tratamiento con el clon 1214 el mejor DAP con 24.64 cm.
- La variable Volumen en el experimento si presentó deferencias significativas encontrando que el tratamiento 1066 fue el que mostró los mejores resultados con una media de volumen por parcela de 0.94 metros cúbicos por parcela a la edad de 24 meses y de 104.44 metros cúbicos por hectárea. El tratamiento 1107 fue el menos productivo ya que obtuvo una media de volumen por parcela de 0.52 metros cúbicos por parcela y 57.78 metros cúbicos por hectárea.
- El tratamiento PE-11 presentó la mayor sobrevivencia con un 91.13%, el menor porcentaje correspondió al tratamiento 1198 con un 48.89%.
- Según la evaluación fenotípica el material CA-30 obtuvo el valor más alto en cuanto de fustes rectos con un 66.67% y los materiales proveniente de semillas *E. urophylla* y *E. camaldulensis* obtuvieron el menor valor con un porcentaje de 42.22 %.
- El análisis estadístico de volumen por parcela a los 24 meses de edad presentó diferencias estadísticamente significativas, lo que indica que los tratamientos evaluados se comportaron de manera distinta, por tanto se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna.

## IX. RECOMENDACIONES

- Promover a nivel comunitario plantaciones de bosques energéticos de la especie de *Eucalyptus spp.*, con mejor tratamiento de adaptabilidad a las condiciones agroclimáticas del lugar.
- Que las comunidades realicen sus propios viveros para disponer de materiales de la especie de *Eucalyptus spp.*, para el uso energético a un costo mínimo.
- Realizar una investigación de adaptabilidad de las especies desde vivero en la zona agroclimática donde se realizó la presente evaluación.
- Realizar investigaciones con respecto a fertilidad de suelos en el lugar donde se realizó el experimento para tener datos complementarios de la misma.
- Realizar análisis de suelos para tener como base para una fertilización para los ensayos.

## X. BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, F. (2007) *Las primeras plantaciones con propiedades energéticas en Guatemala. Data EXPORT. 24*

Badilla, Y. Murillo, O. (2005) Soluciones Tecnológicas: Establecimiento de Jardines Clonales. *Kurú Revista Forestal 6: 1-4*

Baker, T. Duncan, M. & Stackpole, D. (2005). *Growth and silvicultural management of irrigated plantations, Collingwood, Australia. New forests: wood. 113-134.*

Balocchi, C., De Veer, C. (1994). Manual de ensayos genéticos. *Bioforest S.A. 113*

Borrvalho, N., & Nieto, V. (2012) Eucalyptus para la Orinoquia: Retos y Oportunidades. *M&M. 75: 26-33*

Congreso Nacional de Eucalipto, CONAE. (2001). Informe nacional. Huancayo

Brown S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. A primer. Roma, Italia. FAO. 55 p. (Informe Montes N°134).

Christersson 2005. Plant physiological aspects of woody biomass production for energy purposes. *En K.S. Verma, D.K. Khurana y L. Christersson, eds. Short rotation forestry for industrial and rural development. Nauni, Solan, Himachal Pradesh, India, Indian Society of Tree Scientists*

ENCE, Grupo empresarial (2006) la gestión forestal sostenible y el eucalipto. Madrid, España. Recuperado el día 23 de septiembre del año 2012 [es.slideshare.net/.../la-gestin-forestal-sostenible-y-el-eucalipto-web](http://es.slideshare.net/.../la-gestin-forestal-sostenible-y-el-eucalipto-web)

Christersson, L. (2006). Biomass production of intensively grown poplars in the southernmost part of Sweden: observation of characters, traits and growth potential. *Biomass and Bioenergy*. 36-42

Christersson, L., & Verma, K. (2006). Silvicultura de Rotación Corta un Complemento de la Silvicultura Convencional, *Unasyuva*, 57: 34 – 39

Data EXPORT la revista de comercio exterior febrero 2007

De León, J.S. (2010) Estudio De Factibilidad Para Producción De Energía Eléctrica, A Partir De Biomasa De Eucalipto, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Eamus D, K McGuinness, W Burrows. 2000. Review of allometric relationships forestimating woody biomasa for Queensland, the northern territory and western Australia. National Carbon accounting system. 56 p. (Technical report N° 5).

Espina, A.I., (2006) Densidad básica de la madera de Eucalyptus globulus en dos sitios en Chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia Chile.

FAO. 1979. Eucalypts for planting. *Forestry Series* Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 11. 677



- FAO. 2006. Plagas y enfermedades de Eucaliptos y Pinos en Uruguay, *Manual de Campo*. Montevideo, Uruguay. 173
- FAO. 2007. Glosario de Biotecnología para la Agricultura y alimentación. Recuperado el día 20 de septiembre del 2012, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/004/y2775s/y2775s01.pdf>
- FAO. 2011. Situación de los bosques del mundo. Roma. 18-21
- Flynn, R. Neilson, D. (2006) *The International Pulpwood Resource and Trade Review*. DANA. 70
- Hubbar, M.R., J. Stape, M.G. Ryan, A.C. Almeida and J. Rojas. (2010). Effects of irrigation on water use and use efficiency in two fast growing Eucalyptus plantations. *Forest and Management*, 259: 1714-1721.
- URL, IARNA (Universidad Rafael Landívar, Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente). (2009) Mercado de la leña: estudios de caso en Tecpán Guatemala, Chimaltenango y San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Guatemala: Autor. Documento 32, Serie técnica 30
- La gestión forestal sostenible y el eucalipto (2006), Grupo empresarial ENCE. Madrid, España.
- Landsberg, J., Prince, S., Jarvis, P., McMurtrie, R., Luxmoore, R. & Medlyn, B. (1997). Energy conversion and use in forestry: an analysis of forest production in terms of radiation utilization efficiency. *En* H.L. Gholz, K. Nakane y H. Shimoda, eds. *The use of remote sensing in the modeling of forest productivity*. Londres, Reino Unido, Kluwer Academic Publishers

- Laclau, J.P., Almeida J.C., Alves, J.L., Saint-André, L., Ventura, M., Ranger, J., Moreira, R.M., & Nouvellon, Y., (2009). Influence of nitrogen and potassium fertilization on leaf life and allocation of above-ground growth in Eucalyptus plantations. *Tree Physiology* 29: 111-124.
- Larrañaga, M.M. & Flores, N. (2012) Oferta y Demanda de Leña en la República de Guatemala, INAB-URL/IARNA-FAO. Informe Final. Guatemala.
- López, E. (2008). Diseño Y Análisis De Experimentos, primera edición, Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad de Guatemala, Guatemala, 72p.
- MAGA (Ministerio de Agricultura Ganadería y Alimentación, GT). (2002). Atlas Temático de la república de Guatemala, mapa de zonas de vida Holdridge. 1 disco compacto, 8mm.
- Malyshev, Teresa. (2009). Looking ahead: energy, climate change and pro-poor responses. *Foresight*, Vol.11: 33-50.
- Marco, M. A. y Harrand. L. 2005. Valor potencial de los eucaliptos colorados en combinaciones híbridas. I Jornada sobre potencialidad foresto-industrial del eucalipto en Santiago del Estero. Actas en CD. 10 p.
- Pérez Sandoval, Reyna. (2010). Características edafológicas y potencial productivo de Eucalyptus urophylla y E. Grandis en Huimanguillo, Tabasco, México, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas.
- Schlegel B, J Gayoso, J Guerra. 2000. Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial: Manual de procedimientos: Muestreos. Proyecto FONDEF D98I1076. Ministerio de Educación de Chile. 26 p.

Schonau, A.P.; Van Themaat, V. & Boden, D. (1981). The importance of complete site preparation and fertilizing in the establishment of *E. grandis* South Africa . *Forestry Journal* 116: 1-10.

Szego, G. & Kemp, C. (1973). Energy forests and fuel plantations. *Chemtech* 3: 275-284.

Wright, J.A., & L.F. Osorio. (1998). Comparison of *Eucalyptus urophylla* provenance performance at half-rotation in Colombia and hybrid strategies with *Eucalyptus grandis*. *Forest Ecology and Management*, 83: 275-282.

Ignacio, E., Vargas, J., López, J., & Borja, A. (2005). Parámetros Genéticos de Crecimiento y Densidad de Madera en Edades Juveniles de Eucaliptos *urophylla* S. T. Blake. *Agrociencia*, 469-479.

## Anexos

### Anexo 1 cuadro de promedios de altura (m) por bloque a los 24 meses de edad

Tratamiento	Bloques			Promedio
	I	II	III	
1066	8.52	8.95	9.82	9.09
1214	7.46	10.46	8.4	8.77
PE-11	8.78	7.5	9.94	8.74
1188	7.61	8.62	0	8.12
CA-30	7.99	8.16	8.12	8.09
1197	7.03	9.91	7.17	8.03
1084	8.21	8.51	7	7.91
UROPHYLLA	7.26	8.03	8.32	7.87
1846	5.97	8.96	8.46	7.8
CAMALDULENSIS	8.07	6.26	8.54	7.63
1203	6.11	6.39	7.41	6.64
1198	6.55	6.19	0	6.37

### Anexo 2 Cuadro de IMA para Altura (m) por bloque a los 24 meses de edad

Tratamiento	I	Bloques			III	IMA III
		IMA I	II	IMA II		
1066	8.52	4.26	8.95	4.47	9.82	4.91
1214	7.46	3.73	10.46	5.23	8.4	4.2
PE-11	8.78	4.39	7.5	3.75	9.94	4.97
1188	7.61	3.81	8.62	4.31	0	0
CA-30	7.99	3.99	8.16	4.08	8.12	4.06
1197	7.03	3.51	9.91	4.95	7.17	3.58
1084	5.97	2.99	8.96	4.48	8.46	4.23
UROPHYLLA	7.26	3.63	8.03	4.01	8.32	4.16
1846	5.97	2.99	8.96	4.48	8.46	4.23
CAMALDULENSIS	8.07	4.04	6.26	3.13	8.54	4.27
1203	6.11	3.06	6.39	3.19	7.41	3.71
1198	6.55	3.27	6.19	3.09	0	0

**Anexo 3 Cuadro de promedios de DAP (cm) por bloque a los 24 meses de edad**

Tratamiento	Bloques			Promedio
	I	II	III	
1214	16.43	23.75	21.73	20.64
1066	21.02	18.43	20.85	20.10
PE-11	22.36	15.23	21.71	19.77
CA-30	19.14	16	21.96	19.03
1197	16.2	21.63	16.92	18.25
1084	18.93	18.21	16.83	17.99
1188	17.86	17.89	0	17.88
CAMALDULENSIS	17.84	13	22.15	17.66
1846	13.75	21.1	16.45	17.10
UROPHYLLA	16.14	16.4	17.85	16.80
1198	15.08	15	0	15.04
1203	13.21	12	18	14.4

**Anexo 4 Cuadro de IMA para DAP (cm) por bloque a los 24 meses de edad**

Tratamiento	I	Bloques			III	IMA III
		IMA I	II	IMA II		
1214	16.43	8.22	23.75	11.88	21.73	10.86
1066	21.02	10.51	18.43	9.22	20.85	10.42
PE-11	22.36	11.18	15.23	7.62	21.71	10.86
CA-30	19.14	9.57	16	8	21.96	10.98
1197	16.2	8.1	21.63	10.81	16.92	8.46
1084	18.93	9.46	18.21	9.11	16.83	8.42
1188	17.86	8.93	17.89	8.95	0	0
CAMAIDULENSIS	17.84	8.92	13	6.5	22.15	11.07
1846	13.75	6.88	21.1	10.55	16.45	8.23
UROPHYLLA	16.14	8.07	16.4	8.2	17.85	8.93
1198	15.08	7.54	15	7.5	0	0
1203	13.21	6.61	12	6	18	9

**Anexo 5 cuadro de promedios de Volumen/parcela (m<sup>3</sup>) por bloques a los 24 meses de edad**

Tratamiento	Bloques			Promedio
	I	II	III	
1066	1.69	2.13	2.06	0.94
1214	1.17	2.18	1.64	0.92
PE-11	1.93	0.94	2.45	0.89
CA-30	1.54	1.04	1.9	0.84
1188	1.39	1.58	0	0.78
CAMALDULENSIS	1.4	0.55	1.53	0.78
1084	1.57	1.48	0.68	0.78
1846	0.55	2.29	1.14	0.77
UROPHYLLA	1.06	1.24	1.05	0.72
1198	0.66	0.45	0	0.66
1203	0.63	0.35	0.69	0.6
1197	1.09	0.12	0.92	0.52

**Anexo 6 Cuadro de IMA para Volumen (m<sup>3</sup>/parcela) por bloque a los 24 meses de edad**

Tratamiento	Bloques					
	I	IMAVOL(m <sup>3</sup> /parcela)	II	IMAVOL(m <sup>3</sup> /parcela)	III	IMAVOL(m <sup>3</sup> /parcela)
1066	1.69	0.92	2.13	1.03	2.06	1.01
1084	1.57	0.89	1.48	0.86	0.68	0.58
1188	1.39	0.83	1.58	0.89	0	0
1197	1.09	0.74	0.12	0.24	0.92	0.68
1198	0.66	0.57	0.45	0.47	0	0
1203	0.63	0.56	0.35	0.42	0.69	0.59
1214	1.17	0.76	2.18	1.04	1.64	0.91
1846	0.55	0.52	2.29	1.07	1.14	0.75
CA-30	1.54	0.88	1.04	0.72	1.9	0.97
CAMALDULENSIS	1.4	0.84	0.55	0.52	1.53	0.87
PE-11	1.93	0.98	0.94	0.69	2.45	1.11
UROPHYLLA	1.06	0.73	1.24	0.79	1.05	0.72

## Anexo 7 Boleta de Campo

Boleta de Campo  
Evaluación de Crecimiento y Desarrollo *Eucalyptus*  
Finca Sacsuja, Santa Catalina la Tinta Alta Verapaz.

Fecha: \_\_\_\_\_

Primera medición:  Segunda Medición:

Bloque: \_\_\_\_\_

Fecha de Plantación: \_\_\_\_\_

Tratamiento: \_\_\_\_\_

No .	DAP (CM)	Altura (m)	Forma	Volumen Total (m <sup>3</sup> /ha)	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

(Código Forma: B= Bifurcado, I= Inclinado, R= Recto, S= Sinuoso)

**Anexo 8 Fotografía de Medición Diámetro Altura sobre el Pecho (cm)**  
Plantación de Clones implementada en Sacsuja la Tinta.

Fotografía 5





**Anexo 9 Fotografía de Medición Altura (m)**

Plantación de Clones implementada en Sacsuja la Tinta.

Fotografía 6



## Anexo 10 Fotografías Mantenimiento de los Tratamientos

Limpia y Plateo de los Clones

Fotografía 7



Fotografía 8



**Anexo 11 Ubicación de Parcela de Clones de *Eucalyptus spp.***  
Ortofoto en ubicación de parcela demostrativa Sacsuja la Tinta.

**PLANO DE UBICACION EN ORTOFOTO**

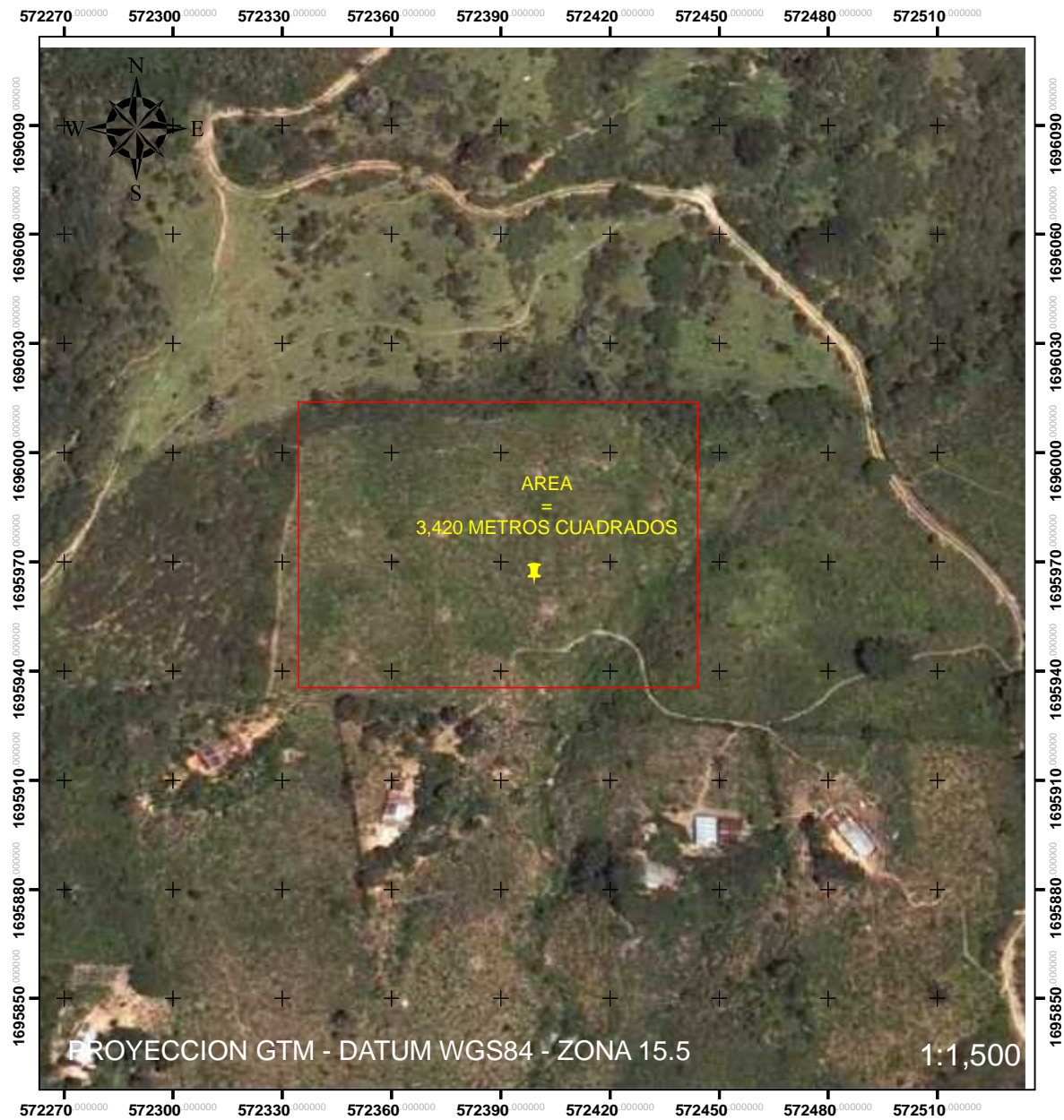


Figura No 7

 Parcela experimental