



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES

ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL

EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS DE *Eucalyptus urograndis* (Eucalipto), EN EL SECTOR DE FUMISA, CANTÓN BUENA FE, PROVINCIA DE LOS RÍOS

TRABAJO DE TITULACIÓN

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL

MARTÍNEZ GUZMÁN CARLOS ERNESTO

RIOBAMBA – ECUADOR

2018

HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE: El trabajo de investigación titulado: **EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS DE *Eucalyptus urograndis* (Eucalipto), EN EL SECTOR DE FUMISA, CANTÓN BUENA FE, PROVINCIA DE LOS RÍOS.** De responsabilidad del Sr. Carlos Ernesto Martínez Guzmán ha sido prolijamente revisado, quedando autorizada su presentación.

TRIBUNAL**FECHA DE PRESENTACIÓN**
.....

25-04-2018
.....

Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda

DIRECTOR
.....

25-04-2018
.....

Bioq. Edwin Fernando Basantes Basantes

ASESOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, CARLOS ERNESTO MARTÍNEZ GUZMÁN, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que provienen de otra fuente están debidamente citados y referenciados. Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación

Riobamba, 25 de abril de 2018



.....
Carlos Ernesto Martínez Guzmán

050280472-7

AUTORÍA

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual y exclusiva del autor y de la Escuela de Ingeniería Forestal de la ESPOCH

DEDICATORIA

A mis padres Ernesto (+) y Elva por haberme guiado en el sendero de la vida, con sus consejos y sabiduría.

A mi hermana Verónica, ya que con su tenacidad y esfuerzo ha sido un ejemplo para mi superación.

A mi esposa Sandra y a mis hijos, porque son el motor de mi vida y mi razón para triunfar en la vida.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Elva, por su apoyo incondicional durante cada etapa de mi carrera estudiantil.

A mi esposa Sandra, por estar siempre a mi lado y ser mi soporte en cada una de mis metas.

Al Tribunal de Trabajo de Titulación, por ser guía y compartir sus conocimientos y experiencias para el desarrollo de mi trabajo de tesis.

TABLA DE CONTENIDOS

	PÁG.
LISTA DE TABLAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE GRÁFICOS	xiii
LISTA DE ANEXOS	xv

CAPÍTULO

I.	TÍTULO	1
II.	INTRODUCCIÓN	1
III.	REVISIÓN LITERARIA	3
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	17
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	26
VI.	CONCLUSIONES	62
VII.	RECOMENDACIONES	64
VIII.	RESUMEN	65
IX.	ABSTRACT	66
X.	BIBLIOGRAFÍA	67
XI.	ANEXOS	72

LISTA DE TABLAS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.	Programa de aclareos para <i>Eucalyptus grandis</i> , bajo condiciones de calidad de sitio de mediano a alto en América Central, para obtener madera en troza para aserrío	9
2.	Clasificación de la madera según la densidad básica	15
3.	Diámetros inferiores, promedios y máximos por parcela de las cinco procedencias de <i>Eucalyptus urograndis</i>	27

LISTA DE FIGURAS

Nº	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.	Mapa de ubicación de las parcelas en la hacienda Los Ángeles	26

LISTA DE CUADROS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.	Codificación para las trozas en campo	20
2.	Codificación para las probetas para análisis de contenido de humedad y densidad	21
3.	Codificación para el aserrín para análisis de pH	22
4.	Esquema de análisis de varianza	25
5.	Promedio de contenido de humedad seco al horno cada 3 horas	29
6.	Análisis de varianza para el contenido de humedad seco al horno para los árboles promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	30
7.	Separación de medias según Duncan a 5% para el contenido de humedad seco al horno para los árboles con diámetro promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	31
8.	Análisis de varianza para el contenido de humedad seco al horno para los árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	32
9.	Separación de medias según Duncan a 5% para el contenido de humedad seco al horno para los árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	33
10.	Promedio de contenido de humedad seco al aire a los 60 días	34
11.	Análisis de varianza para el contenido de humedad seco al aire para los árboles con diámetro promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	35
12.	Separación de medias según Duncan a 5% para el contenido de humedad seco al aire para los árboles promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	36
13.	Separación de medias según Duncan a 5% para el contenido de humedad seco al aire para los árboles promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	37

14.	Separación de medias según Duncan a 5% para el Contenido de Humedad secado al aire para los árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	38
15.	Promedio de densidad en verde, seca al horno y al aire	40
16.	Análisis de varianza para la densidad verde de árboles con diámetro promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	41
17.	Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad verde de los árboles promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	41
18.	Análisis de varianza para la densidad seca de árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	42
19.	Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad verde de los árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i>	43
20.	Análisis de varianza para la densidad seca al horno de árboles con diámetro promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	44
21.	Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad seca al horno de los árboles con diámetro promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	45
22.	Análisis de varianza para la densidad seca al horno de árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	46
23.	Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad seca al horno de los árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	47
24.	Análisis de varianza para la densidad seca al aire de árboles con diámetro promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	48
25.	Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad seca al aire de los árboles con diámetro promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	49
26.	Análisis de varianza para la densidad seca al aire de árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	50

27.	Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad seca al aire de los árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i>	50
28.	Análisis de varianza para la densidad básica de árboles con diámetro promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i>	51
29.	Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad básica de los árboles con diámetro promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i>	52
30.	Análisis de varianza para la densidad básica de árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i>	53
31.	Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad básica de los árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i>	54
32.	Promedio de pH	56
33.	Análisis de varianza para el pH de árboles promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i>	57
34.	Separación de medias según Duncan al 5 % para el pH de árboles con diámetro promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i>	57
35.	Separación de medias según Duncan al 5 % para el pH de árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i>	59
36.	Comparación de la densidad calculado con volumen por inmersión y volumen con pie de rey	60

LISTA DE GRÁFICOS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.	Comparación de medias para el contenido de humedad seco al horno para los árboles promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	31
2.	Comparación de medias para el contenido de humedad seco al horno para los árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	33
3.	Comparación de medias para el contenido de humedad seco al aire para los árboles promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	36
4.	Comparación de medias para el contenido de humedad seco al aire para los árboles máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	38
5.	Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad verde de los árboles promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	42
6.	Comparación de medias para la densidad verde para los árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	43
7.	Comparación de medias para la densidad seca al horno de árboles con diámetro promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	45
8.	Comparación de medias para la densidad seca al horno de árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i> de cinco procedencias	47
9.	Comparación de medias para la densidad seca al aire de árboles con diámetro promedio de <i>Eucalyptus urograndis</i> .	49
10.	Comparación de medias para la densidad seca al aire de árboles con diámetro máximo de <i>Eucalyptus urograndis</i>	51

11. Comparación de medias para la densidad básica de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis* 52
12. Comparación de medias para la densidad básica de árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis* 54
13. Comparación de medias para el pH de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis* 58

LISTA DE ANEXOS

N°	DESCRIPCIÓN	PÁG.
1.	Diseño de las probetas de acuerdo a las normas establecidas en la investigación	72
2.	Pesos de probetas secadas al horno a 103°C cada 3 horas	73
3.	Contenido de humedad secado al horno cada 3 horas	74
4.	Densidad seca al horno	75
5.	Densidad seca al aire	76
6.	Potencial Hidrogeno (pH)	77
7.	Contenido de humedad secado al aire	78
8.	Reconocimiento del área de estudio y obtención de las trozas	79
9.	Obtención de las probetas y del aserrín	79
10.	Toma de muestras de suelo y homogenización	80
11.	Secado de probetas en la estufa a 103°C	81
12.	Determinación del pH	81
13.	Probetas secas a aire	81
14.	Determinación de la densidad en 400 ml de agua	82

I. EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS/QUÍMICAS DE *Eucalyptus urograndis* (Eucalipto), EN EL SECTOR DE FUMISA, CANTÓN BUENA FE, PROVINCIA DE LOS RÍOS

II. INTRODUCCIÓN

Ecuador es un país que posee una gran variedad de pisos altitudinales y por lo tanto diferentes climas, en los cuales se pueden adaptar ciertas especies introducidas como *Eucalyptus urograndis* (eucalipto), misma que es una especie de rápido crecimiento y es muy apreciado por las características de su madera. Sin embargo, no existe un conocimiento integral de la misma, en el país.

En el Ecuador, el sector forestal, madera y muebles genera alrededor de 235.000 puestos de trabajo directo (5,5 % de la población económicamente activa) y miles de puestos adicionales indirectos, (2,75 % de la PEA para el año 2003) (ITTO, 2004).

Además, es de gran importancia contar con información de la parte estructural de las especies forestales, para de esta manera darle el uso adecuado tomando en cuenta las características de su madera.

Por tal motivo, la presente investigación pretende recabar información del *Eucalyptus urograndis* en cuanto a contenido de humedad, densidad y pH; para con ello aportar al conocimiento de las especies forestales en el Ecuador para beneficio directo de la industria forestal.

A. JUSTIFICACIÓN

En nuestro país la necesidad de tener un conocimiento claro sobre la estructura de la madera ha provocado que el aprovechamiento de las especies forestales sea limitado.

Se busca especies forestales de rápido crecimiento y madera con buenas características lo que ha provocado que las industrias forestales busquen nuevas alternativas de especies para la transformación a diferentes productos como es el caso del *Eucalyptus urograndis* el mismo que tiene un rápido crecimiento y alcanza un buen volumen de madera. Debido a la falta de materia prima la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR busca alternativas ideales y que cumplan con los estándares físico químicos, por lo que la presente investigación está enfocada a realizar un estudio del contenido de humedad, densidad y pH a diferentes alturas en el fuste y en diferentes procedencias de *Eucalyptus urograndis*.

B. OBJETIVOS

1. Objetivo General

Evaluar las propiedades físicas - químicas de *Eucalyptus urograndis* (Eucalipto), en el sector Fumisa, cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos

2. Objetivos Específicos

- a. Realizar un inventario sistemático determinando las muestras de estudio
- b. Determinar el contenido de humedad, densidad y potencial Hidrógeno de *Eucalyptus urograndis*

C. HIPÓTESIS

1. Hipótesis nula

Las propiedades físicas y químicas no cambian entre procedencias

2. Hipótesis alternante

Por lo menos una de las propiedades físicas y químicas cambia entre procedencias

III. REVISIÓN LITERARIA

A. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE LA ESPECIE

1. Origen y distribución

Se localiza en forma natural en las zonas costeras de Nueva Gales del Sur y Queensland (16° a 33° S), en una franja de unos 100 km con el continente australiano. Es más frecuente entre 25° y 33° S. Se encuentra con mayor frecuencia por debajo de los 350 msnm, pero en la parte más tropical de su distribución se encuentra a los 900 msnm (CATIE, 2004)

En Honduras se ha plantado en sitios de los departamentos de Cortés, Comayagua y Francisco Morazán en altitudes que varían entre 160 msnm y 1180 msnm, las temperaturas promedio anuales van desde los 21,9° C hasta 26,0 °C. Los rangos de precipitación fluctúan entre los 916 mm y 1697 mm en promedios anuales. Las zonas de vida en que fue probada la especie se clasifican como bh-P, bs-T y bh-T (Zavala & Sandoval, 1997)

2. Descripción de la especie

El tronco es recto y cilíndrico, con una copa frondosa y la corteza exterior (ritidoma) es marrón claro con aspecto de piel y se desprende a tiras dejando manchas grises o parduscas sobre la corteza interior, más lisa.

Las hojas son sésiles, ovaladas y grisáceas, alargándose y tornándose coriáceas y de un color verde azulado brillante de adultas. Las flores son blancas y solitarias. El fruto es una cápsula (Vinueza, 2012)

Las semillas de esta especie son pequeñas. A pesar de que 1 kg puede contener hasta 2.5 millones de semillas, en realidad sólo el 26%, o sea, unas 650 000 germinarán (Schönau, 1991), citado por (Basse, 1992)

La madera es suave, de color rojo claro, moderablemente durable en contacto con el suelo y con un peso específico de 0,40 a 0,60 g/cm³; es fácil de impregnar y trabajar, pero resulta difícil secarla sin que se raje (Schönau, 1991)

3. Requerimientos ambientales

a. Temperatura

La temperatura requerida por la especie es de 24° C (Vinueza, 2012)

b. Precipitación

La precipitación media anual en su hábitat natural entre 800-1200 mm (Vinueza, 2012)

En Honduras se ha plantado entre 916 a 1697 mm/año (Zavala & Sandoval, 1997)

c. Altitud

En Ecuador crece desde el nivel del mar hasta los 1200 msnm (Vinueza, 2012)

d. Suelos

La especie requiere suelos franco – arcillosos, no compactados, profundos que mantengan buen drenaje No tolera suelos inundados, aunque resiste períodos cortos de inundación (Vinueza, 2012)

e. Factores limitantes

Es muy sensible al fuego y no prospera en suelos compactados o con mal drenaje; es sensible a competencia de malezas. Se determinó que *E. grandis* es una especie muy susceptible a los cambios de suelo; lo cual causa una alta variabilidad en su crecimiento. Quizás esa limitante se pueda disminuir mediante la utilización de semillas de procedencias que sean menos influenciadas por el mencionado factor (Zavala & Sandoval, 1997)

4. Características y uso de la especie

a. Leña

El crecimiento rápido y los altos volúmenes de madera que puede producir la hacen recomendable para la producción de madera para leña (Zavala & Sandoval, 1997)

b. Madera y uso comercial y familiar

La madera es rosada a ligeramente pardo rojiza clara, de peso variable (desde 0.4 hasta 0,79 g/cm³), moderadamente dura, se raja y tuerce con facilidad al secar, lo que limita su utilización. Es fácilmente trabajable y se usa en ebanistería de mediana calidad (FAO, 1981)

Puede utilizarse principalmente la celulosa para la fabricación de papel, debido a la rectitud de los fustes se emplea como postes de alumbrado, trozas para aserrados, puntuales para construcción civil, fabricación de postes, suelos de parquet, soportes en minas, tableros de fibras (Vinueza, 2012)

c. Otros usos

La especie es utilizada como ornamental y como árbol de sombra. Las abejas que utilizan el néctar y polen de sus flores producen miel de buena calidad. El árbol se utiliza en cortinas rompe vientos y posiblemente como cerco vivo (Zavala & Sandoval, 1997)

5. Silvicultura

a. Producción en vivero

La especie corresponde a un híbrido entre el *Eucalyptus urophylla* y *Eucalyptus grandis*. La germinación de la semilla se produce 7 a 14 días después de la siembra. Las plantas usualmente se cultivan hasta una altura de 20 a 30 cm, lo que toma entre 3 a 5 meses (Vinueza, 2012)

b. Recolección de semillas

La altura de los árboles maduros dificulta la recolección manual de semillas. Por eso, es común cortar una proporción (menos del 50%) de las ramillas de un árbol bien cargado de semillas. Hay que recolectar los frutos cuando la cápsula está de color marrón antes de que se abran. Luego se secan las cápsulas al aire libre, por cuatro a cinco días (se pueden secar al sol como el café, pero sobre hojas de papel periódico) y se les sacude bien con el fin de que salgan las semillas; de lo contrario, saldrán únicamente las infértiles. Por último, hay que clasificar las semillas, de manera que queden las de mayor tamaño. Se pueden usar tamices o ventiladores para facilitar el trabajo (Zavala & Sandoval, 1997)

c. Germinación

El material para germinación recomendado en la producción de plántulas de *E. grandis* debe ser de textura fina. Puede ser una mezcla en proporción 1:1 de suelo fértil y arena, o sólo con arena. Antes de la siembra es conveniente aplicar un desinfectante como Terrazán, a razón de 0.25 Kg/m² de germinador, con el fin de desinfectar el suelo y prevenir daños originados por el mal del talluelo (Damping-off) causado por los hongos *Pythium sp.* y *Rhizoctonia sp.*; también se puede recurrir al uso de agua hirviendo como esterilizador del suelo. El medio de germinación debe estar debidamente protegido de la lluvia. para evitar que éste levante las semillas o dañe las plántulas recién emergidas (CATIE, 1994)

El riego con agua no contaminada y en cantidad adecuada es fundamental para conseguir una buena germinación. Se debe mantener el medio de germinación siempre húmedo, sin llegar al nivel de saturación, hasta que se inicie la germinación; luego, se reduce a una aplicación en la mañana y otra al final del día (Zavala & Sandoval, 1997)

d. Repique

Previo al repique, las bolsas se llenan con una mezcla de suelo fértil y arena, en proporción 2:1 (dos medidas de suelo y una de arena); a menudo se emplea sólo tierra fértil. Además, una mezcla 1:3:1 de suelo, arena de río y un material orgánico

completamente descompuesto es otra proporción que ha dado buenos resultados (Zavala & Sandoval, 1997)

E. grandis germina entre los seis y los ocho días después de la siembra y las plántulas deben transplantarse 15 días después, cuando tienen sólo uno o dos pares de hojas. Es conveniente colocar sombra por lo menos durante tres días después del trasplante, siempre que las condiciones lo permitan. La sombra no debe permanecer por más de 15 días y se debe eliminar en un día poco soleado (Zavala & Sandoval, 1997)

El período total de producción de plantas en bolsa es de tres a cuatro meses: para ese tiempo, la planta ha crecido entre 20 y 40 cm en altura y de 2,5 mm en diámetro al cuello de la raíz

El tamaño ideal de las plantas es de 25 a 40 cm de altura, por lo que es importante iniciar la germinación de las semillas 3.5 meses antes de la plantación y el repique a las bolsas, de 3.0 a 3.5 meses antes de la plantación. No se recomienda el uso de plantas "pasadas" (ejemplo, con más de 40 cm de altura) (Zavala & Sandoval, 1997)

e. Establecimiento de la plantación.

Según Zavala & Sandoval (1997) El distanciamiento adecuado entre plantas, depende de la calidad del sitio y de los objetivos de la plantación. En sitios fértiles y adecuados para la especie, se pueden plantar hasta 2000 plantas/ha. a 2,5 x 2,0 m entre árboles, para pulpa o leña en ciclos de corte de tres a cuatro años. Mientras que, para producir madera de aserrío, será necesario un turno mayor y densidades iniciales de aproximadamente 1000 árboles/ha. a 3,0 x 3,0 m entre árboles

Aunque *E. grandis* no requiere de una preparación particular del suelo, ésta debe incluir:

- a) Eliminación de malezas, manualmente a través de chapeas o químicamente, con herbicidas; en casos extremos se puede recurrir a las quemas controladas;
- b) Trazado de líneas de plantación con curvas de nivel y
- c) Apertura de hoyos de 20 cm de diámetro y 25 cm de profundidad, ó 30 cm x 30 cm si es suelo compactado.

El arado y rastrillado del terreno permitirá un mejor crecimiento de la especie. En áreas de mucha pendiente las terrazas individuales ayudan a reducir la erosión y mejoran la infiltración. Una vez ejecutadas estas labores, se realiza la plantación

f. Fertilización

Al momento de la plantación, pueden aplicarse de 40 a 60 g de una fórmula completa como el 12-24-12 ó 10-30-10. El fertilizante debe colocarse en el fondo del hoyo, revuelto con suelo y luego cubrirlo con una capa de 2 cm de tierra, para que no entre en contacto con las raíces de la planta y le provoque quemaduras. En eucalipto, la respuesta inicial al fertilizante tiende a desaparecer conforme avanza en edad la plantación. Ugalde y Vásquez (1993), presentan datos en donde el efecto de una sola dosis de fertilizante, de 50 hasta 150 g de NPK (10-30-10) al fondo del hoyo al plantar, inicia su efecto los cinco meses posteriores a la fertilización y desaparece luego de los nueve meses (Zavala & Sandoval, 1997)

g. Sistemas agroforestales

E. grandis es usado en asociados como sombra de café, cercos vivos y cortinas rompe vientos; aunque estas prácticas no están muy difundidas. En Honduras se ha plantado en varios sitios como divisiones de terrenos, sistema en el cual ha mostrado excelentes características para la instalación de cortinas rompe vientos, por el follaje denso que le caracteriza (Zavala & Sandoval, 1997)

h. Raleos

Si el objetivo es producir madera para aserrío, se requiere un programa riguroso de aclareos. La altura, sirve como indicador para determinar el momento oportuno para realizar los aclareos. Por ejemplo, cuando la altura promedio de los árboles es de 8 a 10 m, hay que hacer el primer aclareo; la edad a la cual alcance dicha altura, dependerá de la capacidad del sitio. Un programa general práctico de aclareo, se presenta en la tabla 2

Tabla 1. Programa de aclareos para *Eucalyptus grandis*, bajo condiciones de calidad de sitio de mediano a alto en América Central, para obtener madera en troza para aserrío.

N° de aclareo	Altura media (m)	Arb/ha. total	Arb/ha. extraer	Arb/ha. dejar
1	8 – 10	1111 a 900	670***	440
2	15 – 17	440	240	200
Corta final***	> 25	200	200	-

*; en este momento es normal hasta un 20% de mortalidad

**; hay que incluir en esta cifra los árboles muertos

***; con un DAP esperado de 40 cm.

Fuente: CATIE 1991

B. INVENTARIO FORESTAL

Es un procedimiento útil para obtener información necesaria para la toma de decisiones sobre el manejo y aprovechamiento forestal

El mecanismo para acceder a esa información es el inventario forestal, que puede definirse como el conjunto de procedimientos destinados a proveer información cualitativa y cuantitativa de un bosque, incluyendo algunas características del terreno en donde el mismo crece (FAO, 2006)

1. Importancia de la evaluación

De acuerdo con la FAO (2006), (Organización Mundial para la Agricultura y la Alimentación) “Evaluación es el proceso de contextualización de los datos del inventario y de asignación de valores al recurso”. Esto quiere decir que la evaluación de los recursos forestales va más allá de la simple toma de datos o mediciones; implica todo el análisis de estos datos a la luz de una situación económica, ecológica y social en que se encuentre el desarrollo del recurso.

La medición forestal se concentra en árboles y bosques. La evaluación forestal también incluye la medición y cálculo del crecimiento y cambio en árboles y bosques.

El conocimiento de los recursos forestales permite definir planes de desarrollo regional integrales que incluyen el crecimiento en el sector industrial forestal y de infraestructura productiva y apoyo a las comunidades rurales (camino forestales y caminos rurales)

2. Descripción y estratificación del área de inventario

Antes de realizar el inventario es necesario obtener una idea bastante precisa del área. Esto se puede lograr mediante revisión de material cartográfico, imágenes de satélite e incluso un reconocimiento del sitio. Es necesario señalar claramente en un mapa las áreas con y sin bosque. Dentro de las primeras se deben diferenciar, cuando sea posible, los bosques de producción y los de protección. Una vez identificadas las áreas de bosque de producción (área efectiva de manejo), estas deben clasificarse por tipo de bosque o estratos, si es que hay diferencias marcadas que así lo ameriten. Se hace notar que puede haber casos en que exista un solo tipo de bosque. En general, no es conveniente diferenciar más de cuatro o cinco estratos ya que su diferencia no sería pronunciada (Dauber, 1995)

3. Muestreo

Es efectuar estimaciones con un error y una probabilidad conocida, mediante el establecimiento de parcelas o unidades de muestreo distribuidas convenientemente sobre el área a evaluar.

4. Unidad de muestreo

Es el lugar físico o parcela, establecida convenientemente en el área de estudio y donde se miden las variables previamente definidas. Esta debe ser representativa del sector las cuales deben estar distribuidas en el área de interés de acuerdo al diseño establecido. Las 9 unidades de muestreo siempre deben quedar delimitadas y georreferenciadas en el terreno y ubicadas en un plano para su posterior evaluación de ser necesario.

5. Medición forestal

La medición forestal o dasimetría implica la determinación del volumen de árboles completos y de sus partes, las existencias de maderas en rodales, la edad y el incremento de árboles individuales y de rodales completos, así como la magnitud y volumen de sus productos (Pineda. 1994)

6. Establecimiento de parcelas permanentes de muestreo (PPM)

La utilización de parcelas permanentes de muestreo en los estudios de la vegetación busca promover la conservación de la diversidad de los diferentes tipos de vegetación y el uso sostenible de los recursos naturales, para lo cual es fundamental conocer cómo cambian estos complejos ecosistemas en el tiempo y en el espacio (Campbell *et al.*, 2002). El uso de parcelas permanentes permite detectar los cambios espaciales y temporales de la vegetación, así como describir detalladamente el hábitat dentro de un sitio particular, brindando información útil para predecir los cambios futuros a partir de la distribución actual de las especies. Así, estas parcelas proporcionan a las personas encargadas del manejo y la toma de decisiones, las herramientas necesarias para establecer áreas prioritarias de conservación, y para diseñar investigaciones futuras encaminadas hacia su protección o su recuperación (Kent & Cooker 1995).

Sin embargo, además del inventario inicial de la vegetación obtenido en las parcelas es necesario cuantificar los cambios que ocurren a largo plazo para identificar los vacíos de conocimiento y las estrategias que se deben seguir para cubrirlos. Esto se puede lograr por medio del monitoreo de aspectos como la composición, la estructura, el crecimiento, la mortalidad y la supervivencia de las especies, de uno o varios sitios determinados (Comiskey *et al.*, 1999).

7. Parámetros básicos de evaluación

a. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

Medición tomada a una altura normal de 1.30 m sobre el nivel del suelo. Pero si los árboles presentan deformaciones a esta altura, entonces se mide el diámetro donde termina la deformación. Se usan varios instrumentos para medir el diámetro de los árboles, las ventajas de cada uno de ellos dependen de varias circunstancias, como la posición y el estado de la parte del árbol que vaya a medirse, el grado de precisión requerido y la facilidad de transporte del instrumento. La medición se efectúa directamente en centímetros. Para tener un alto grado de precisión, se acostumbra a registrar las mediciones en décímetros (INAB, 1999)

b. Altura total

Distancia vertical entre el nivel del suelo y la yema terminal del árbol. Para la medición de la altura de un árbol se utilizan varios aparatos forestales, entre los que son los más utilizados los denominados hipsómetros, que mediante una escala de medición y situándose a una distancia conocida del árbol lanzan una visual al ápice de la copa y la base del árbol, obteniéndose así la medida de la altura del árbol (INAB, 1999)

c. Altura comercial

Es la medida entre el suelo y el punto donde el fuste tiene un diámetro comercial definido

d. Volumen de los árboles en pie

Se define como la cantidad de madera estimada en m^3 a partir del tocón hasta el ápice del árbol. El volumen puede ser total o comercial, sin incluir las ramas. Depende a partir de que se tomen las alturas, si es altura comercial, o altura total. En latifoliadas normalmente se calcula el volumen comercial del fuste. En plantaciones forestales se pueden hacer estimaciones del volumen en pie, aprovechable o remanente a una edad determinada, o bien en una eventual venta de la plantación, pero es en los raleos y cosecha final donde los árboles cortados producen gran cantidad de trozas que serán comercializadas y por tanto se deben cubicar (Caillez, 1980).

C. PROPIEDADES DE LA MADERA**1. Propiedades físicas**

Entre las propiedades físicas más importantes de la madera son: higroscopicidad, contenido de humedad y densidad

f. Higroscopicidad

La higroscopicidad de la madera es la variación de la densidad de la misma cuando su contenido de humedad varía en una unidad. Una madera colocada en un local, por ejemplo, al 40 % de humedad relativa y 20° C de temperatura, alcanzará una humedad de equilibrio del 8 %. Esto significa que será necesario secarla hasta ese valor y colocarla con ese contenido de humedad para que no sufra alteraciones de humedad y por consiguiente cambios dimensionales (Puchaicela, 2013)

g. Contenido de humedad

Según Pérez (1983) & Cuevas (2003), citado por Díaz (2005), se entiende por contenido de humedad “la masa de agua contenida en una pieza de madera, expresada como porcentaje de la masa de la pieza anhidra”.

Según Pérez (1983) & Campos *et al.*, (1990) citado por Díaz (2005) el contenido de humedad influye en la capacidad mecánica, es decir a menor contenido de humedad bajo el punto de saturación de las fibras ó PSF, que corresponde a la eliminación total del agua libre del interior de las células y las paredes celulares permanecen saturadas, 28-30% C.H). en general aumenta la capacidad mecánica, es decir se incrementa la resistencia de la madera, tanto en flexión estática, compresión paralela y compresión perpendicular. y a partir del punto de saturación de la fibra, un aumento en el contenido de humedad no tendrá ninguna incidencia sobre la resistencia de la madera (Díaz, 2005).

Respecto al comportamiento, la humedad es un factor determinante en su durabilidad, resistencia, peso y sobre todo en sus dimensiones, se hincha cuando gana humedad y contrae cuando la pierde humedad (Puchaicela, 2013).

En un árbol recién cortado Pérez, (1983) citado por Cuevas, (2003), su madera contiene una gran cantidad de agua que se localiza tanto en los vasos y lúmenes celulares como en la pared celular y en otros espacios que constituyen la misma. (Ananías, 1992) citado por (Rivera, 2014) menciona que las maderas livianas contienen una mayor cantidad de agua que las pesadas por su constitución porosas. De igual manera, la albura por estar

conformada por células cuya función principal es la conducción de agua, presenta un mayor contenido de humedad que el duramen.

Los métodos existentes para determinar el contenido de humedad son: el método de pesada, método de destilación y el empleo de medidores eléctricos (Torres, 1971) citado por (Díaz, 2005).

El método de secado en estufa o pesada, es el más exacto y confiable, excepto cuando se emplea en algunas maderas que contienen un porcentaje elevado de sustancias volátiles, ya que en este caso se debe utilizar otro proceso. El método de pesada consiste en pesar un trozo de madera a un contenido de humedad X, para posteriormente someterla a temperaturas de 103 ± 2 °C, hasta obtener un peso constante (Díaz, 2005).

Este método tiene desventajas, ya que es un método destructivo, teniendo que cortar la madera que se desea estudiar y la obtención de resultados no es inmediata, porque el tiempo mínimo requerido dependerá de la evaporación total de humedad de la madera (Díaz, 2005).

Cuando el contenido de humedad es modificado directamente varían las dimensiones, las que se ven incrementadas mientras mayor sea la densidad de la madera. El método de secado en estufa o pesada, es el más exacto y confiable (Díaz, 2005).

El contenido de humedad influye directamente en las características de comportamiento de la madera en los procesos tales como el aserrado, desenrollo, cepillado, encolado, barnizado (Jiménez *et al.*, 1996).

h. Densidad

Silva (2006), menciona que la densidad de la madera es la relación entre la masa y el volumen. La densidad depende de la especie y es muy variable.

Según Campos (2006), la densidad, está descrita como la característica física más importante de la madera, y dentro de los criterios más usados para determinar la calidad

de la madera. Existe variación de la densidad de la madera a diferentes niveles de altura y en diámetro; además del tamaño de las fibras, espesor de la pared celular, tipo y diámetro de las células, la edad de los árboles y la interacción con el medio ambiente.

Cuando la madera alcanza su estado seco, su densidad indica la cantidad aproximada de espacios libres en las cavidades celulares disponibles para almacenar líquidos, es decir, cuando mayor es la amplitud de estas cavidades menor será su densidad y mayor la absorción que pueda lograr la madera (Aróstegui, 1984) citado por (Vizcarra, 1998) menciona que el sistema de clasificación simple y práctico empleado, corresponde a la agrupación de las maderas según su densidad básica (DB), debido a su importancia en el uso.

Es importante conocer la densidad, ya que de ella depende en gran parte el comportamiento de la madera, su adaptabilidad a eventuales tratamientos y modificaciones, así como la posibilidad de utilización que ofrece.

La densidad es el cociente entre la masa y el volumen de la madera, la cual varía con la humedad, es decir, cuando la humedad crece, la densidad también (Díaz, 2005).

Tabla 2. Clasificación de la madera según la densidad básica

Clase	Rango (g/cm³)
Muy baja (MB)	Menos de 0,3
Baja (B)	De 0,31 a 0,40
Media (M)	De 0,41 a 0,60
Alta (A)	De 0,61 a 0,80
Muy alta (MA)	Más de 0,81

Fuente: (Vizcarra, 1998) citado por (Rivera, 2014).

2. Propiedades químicas

a. **Potencial Hidrógeno (pH)**

El valor pH es una característica que tiene influencia en varios campos del aprovechamiento de la madera: el pH influye en la corrosión de metales en contacto con ella, en la fijación de determinados preservantes químicos, en la coloración de algunas maderas expuestas a la radiación solar, en la fijación de lacas y barnices sobre su superficie y en el fraguado de colas y adhesivos, ya sea en madera sólida o en forma de chapas o partículas para la producción de tableros. La necesidad de conocer esta importante característica indujo a realizar el presente estudio apuntando fundamentalmente a las maderas más abundantes en los renovales de la provincia de Valdivia, considerando su posible utilización como materia prima en la fabricación de tableros de partículas (Albin, 1975).

El pH de las partículas de la madera influye en el fraguado de los adhesivos, sobre todo en el fraguado del adhesivo más usado en este tipo de industria: la urea-formaldehído. Para disminuir el tiempo de prensado de los tableros, que permite aprovechar mejor la capacidad de la prensa, se agrega catalizadores al adhesivo, por ejemplo, sales de amonio, que aceleran el fraguado de la resina. Estas sales reaccionan ácidamente y bajan el pH de la mezcla de adhesivo a un valor previamente determinado entre 5 y 1, según la rapidez que se desee en el fraguado (Albin, 1975).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

A. CARACTERIZACIÓN DEL LUGAR

1. Localización del lugar

La obtención de las muestras de madera se lo hizo en la hacienda Los Ángeles perteneciente a la empresa NOVOPAN DEL ECUADOR ubicada en el sector Fumisa, cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos y el análisis del contenido de humedad, densidad y pH se llevó a cabo en el laboratorio de química de la Facultad de Recursos Naturales de la ESPOCH ubicada en la Panamericana Sur km. 1,5 de la ciudad de Riobamba provincia de Chimborazo

2. Ubicación geográfica

Coordenadas proyectadas UTM. Zona 17 Sur. Datum WGS 84

X: 9928620

Y: 665952

Altitud: 332 msnm

3. Clasificación ecológica

BsTc01- Bosque siempreverde de tierras bajas del Chocó Ecuatorial (MAE, 2013)

4. Características climáticas

El Cantón Buena Fe se localiza al centro-norte de la región litoral del Ecuador cuenta con una temperatura media anual de 23 °C y la precipitación media anual es de 1867 mm (Proaño, 2013)

B. MATERIALES Y EQUIPOS

1. Materiales para campo

Libreta de campo, lápiz, GPS, segueta, motosierra, forcípula, cámara fotográfica, barreno.

2. Materiales de laboratorio

Estufa, balanza, pie de rey, cápsulas, desecador, probeta 500 mm, aguja

3. Materiales de oficina

Computador, programa InfoStat 2018, impresora, internet.

4. Material genético

Madera de *Eucalyptus urograndis*

C. METODOLOGÍA

1. Inventario sistemático determinando las muestras de estudio

a. Selección y georreferenciación del área de estudio

Se realizó una visita a la zona de estudio y se tomó las coordenadas del mismo para determinar el área a intervenir y se elaboró el mapa, posteriormente se seleccionaron las parcelas y los árboles para su apeo

b. Analizar las tablas volumétricas

Con los datos proporcionados del DAP y los datos tomados de altura en el apeo de los árboles se realizaron las tablas volumétricas de cada una de las parcelas de las diferentes procedencias aplicando la ecuación 1 según (Smalian)

Ecuación 1
$$V = \frac{3,1416}{4} * \frac{(D1+D2)^2 * l}{2}$$

Dónde:

V = Volumen de la madera en metros cúbicos

D1 = Diámetro mayor en metros

D2 = Diámetro menor en metros

l = Altura en metros

2. Contenido de humedad, densidad y potencial hidrogeno de *Eucalyptus urograndis*

a. Selección de los árboles

Los criterios de selección para una madera libre de defectos para realizar los diferentes ensayos fueron: presentar características fitosanitarias buenas, árboles sanos, tener el tronco recto, lo más cilíndricos posibles y ser representativos de la plantación forestal.

Dependiendo de los valores obtenidos de las tablas volumétricas se selecciona los árboles con un diámetro promedio y diámetro máximo de cada procedencia, para realizar su apeo y tomar los datos de altura

b. Actividades para la obtención de las trozas

Se realizó el apeo del árbol con la utilización de la motosierra y posteriormente se procedió a obtener trozas 0,5 m desde el DAP hacia arriba y otra troza de 0,5 m desde la altura comercial hacia abajo

Las trozas fueron etiquetadas con la siguiente codificación:

Cuadro 1. Codificación para las trozas en campo.

CODIFICACIÓN	PROCEDENCIA	DIÁMETRO	ALTURA
L1 \bar{x} DAP	1	\bar{x}	DAP – A1
L1 \bar{x} HC			HC - A2
L1>DAP		>	DAP – A1
L1>HC			HC – A2
L2 \bar{x} DAP	2	\bar{x}	DAP – A1
L2 \bar{x} HC			HC - A2
L2>DAP		>	DAP – A1
L2>HC			HC – A2
L3 \bar{x} DAP	3	\bar{x}	DAP – A1
L3 \bar{x} HC			HC - A2
L3>DAP		>	DAP – A1
L3>HC			HC – A2
L4 \bar{x} DAP	4	\bar{x}	DAP – A1
L4 \bar{x} HC			HC - A2
L4>DAP		>	DAP – A1
L4>HC			HC – A2
L5 \bar{x} DAP	5	\bar{x}	DAP – A1
L5 \bar{x} HC			HC - A2
L5>DAP		>	DAP – A1
L5>HC			HC – A2

L1= Procedencia 1

A1= Altura 1

DAP= Diámetro a la altura del pecho

HC= Diámetro a la altura comercial

\bar{x} = Árbol con DAP promedio

>=Árbol con DAP máximo

c. Preparación de las probetas

Para la preparación de las probetas fueron consideradas la cantidad y tamaño de muestras necesarias para lograr resultados estadísticamente confiables, las probetas tienen un tamaño de 3 x 4 x 7 cm y aserrín para las pruebas de pH (Anexo 1).

Con la ayuda de una canteadora se realizó el cuadrado de las tozas para continuar con la sierra circular de mesa para obtención de las trozas y el aserrín.

Las probetas y el aserrín se identificarán con la siguiente codificación:

Cuadro 2. Codificación para las probetas para análisis de contenido de humedad y densidad

CODIFICACIÓN	PROCEDENCIA	DIÁMETRO	ALTURA	REPETICIÓN	CODIFICACIÓN DE LAS TROZAS
1	1	\bar{x}	DAP – A1	1	$L1\bar{x}DAP$
2				2	$L1\bar{x}DAP$
3			HC – A2	1	$L1\bar{x}HC$
4				2	$L1\bar{x}HC$
5		>	DAP – A1	1	$L1>DAP$
6				2	$L1>DAP$
7			HC – A2	1	$L1>HC$
8				2	$L1>HC$
9	2	\bar{x}	DAP – A1	1	$L2\bar{x}DAP$
10				2	$L2\bar{x}DAP$
11			HC – A2	1	$L2\bar{x}HC$
12				2	$L2\bar{x}HC$
13		>	DAP – A1	1	$L2>DAP$
14				2	$L2>DAP$
15			HC – A2	1	$L2>HC$
16				2	$L2>HC$
17	3	\bar{x}	DAP – A1	1	$L3\bar{x}DAP$
18				2	$L3\bar{x}DAP$
19			HC – A2	1	$L3\bar{x}HC$
20				2	$L3\bar{x}HC$
21		>	DAP – A1	1	$L3>DAP$
22				2	$L3>DAP$
23			HC – A2	1	$L3>HC$
24				2	$L3>HC$
25	4	\bar{x}	DAP – A1	1	$L4\bar{x}DAP$
26				2	$L4\bar{x}DAP$
27			HC – A2	1	$L4\bar{x}HC$
28				2	$L4\bar{x}HC$
29		>	DAP – A1	1	$L4>DAP$
30				2	$L4>DAP$
31			HC – A2	1	$L4>HC$
32				2	$L4>HC$
33	5	\bar{x}	DAP – A1	1	$L5\bar{x}DAP$
34				2	$L5\bar{x}DAP$
35			HC – A2	1	$L5\bar{x}HC$
36				2	$L5\bar{x}HC$
37		>	DAP – A1	1	$L5>DAP$
38				2	$L5>DAP$
39			HC – A2	1	$L5>HC$
40				2	$L5>HC$

L1= Procedencia 1

\bar{x} DAP= Diámetro a la altura del pecho

\bar{x} = Árbol con DAP promedio

A1= Altura DAP

HC= Diámetro a la altura comercial

>=Árbol con DAP máximo

A2= Altura Comercial

Cuadro 3. Codificación para el aserrín para análisis de pH.

CODIFICACIÓN	PROCEDENCIA	DIÁMETRO	ALTURA	REPETICIÓN	CODIFICACIÓN DE LAS TROZAS
1	1	\bar{x}	DAP – A1	1	L1 \bar{x} DAP
2				2	L1 \bar{x} DAP
3			HC – A2	1	L1 \bar{x} HC
4				2	L1 \bar{x} HC
5		>	DAP – A1	1	L1>DAP
6				2	L1>DAP
7			HC – A2	1	L1>HC
8				2	L1>HC
9	2	\bar{x}	DAP – A1	1	L2 \bar{x} DAP
10				2	L2 \bar{x} DAP
11			HC – A2	1	L2 \bar{x} HC
12				2	L2 \bar{x} HC
13		>	DAP – A1	1	L2>DAP
14				2	L2>DAP
15			HC – A2	1	L2>HC
16				2	L2>HC
17	3	\bar{x}	DAP – A1	1	L3 \bar{x} DAP
18				2	L3 \bar{x} DAP
19			HC – A2	1	L3 \bar{x} HC
20				2	L3 \bar{x} HC
21		>	DAP – A1	1	L3>DAP
22				2	L3>DAP
23			HC – A2	1	L3>HC
24				2	L3>HC
25	4	\bar{x}	DAP – A1	1	L4 \bar{x} DAP
26				2	L4 \bar{x} DAP
27			HC – A2	1	L4 \bar{x} HC
28				2	L4 \bar{x} HC
29		>	DAP – A1	1	L4>DAP
30				2	L4>DAP
31			HC – A2	1	L4>HC
32				2	L4>HC
33	5	\bar{x}	DAP – A1	1	L5 \bar{x} DAP
34				2	L5 \bar{x} DAP
35			HC – A2	1	L5 \bar{x} HC
36				2	L5 \bar{x} HC
37		>	DAP – A1	1	L5>DAP
38				2	L5>DAP
39			HC – A2	1	L5>HC
40				2	L5>HC

L1= Procedencia 1
A2= Altura Comercial
 \bar{x} = Árbol con DAP promedio

A1= Altura DAP
DAP= Diámetro altura del pecho

HC= Diámetro altura comercial
>=Árbol con DAP máximo

d. Determinación del contenido de humedad, densidad y pH

1) Contenido de humedad

El contenido de humedad se lo realizó basado en la Norma ASTM D 4442 “Standard Test Methods for Direct Moisture Content Measurement of Wood and Wood-Base Materials” que requiere probetas de (3 x 4 x 7) cm.

Las probetas generadas se midieron inicialmente en condición verde, se pesaron con una balanza digital OHAUS con precisión de 0.01 g. y finalmente se deshidrataron en la estufa con temperatura 103° C y cada 3 horas se realizaba su respectiva medición, hasta que no presento cambios significativos en cuanto a peso y volumen

Según Cuevas (2003) citado por Díaz (2005), el contenido de humedad de la madera se calcula con la utilización de la ecuación 2

$$\text{Ecuación 2} \quad CH = \frac{Pv - Ps}{Ps} * 100$$

Donde:

CH: Contenido de humedad, %.

Pv: Peso en verde al momento de la prueba (gr).

Ps: Peso seco después de la prueba (gr).

2) Densidad

La determinación de la densidad se lo realizo mediante la Norma ASTM D2395 “Standard Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood-Based Materials” que requiere probetas de (3 x 4 x 7) cm.

Con las probetas obtenidas se realizó la medición de volumen utilizando dos métodos, el primero utilizando un pie de rey para tomar las medidas de (L x A x E) y el segundo con una probeta aforada de 500 ml realizando una inmersión en algunos casos con la ayuda de una aguja y tomando la medición. La toma de datos para el peso se lo realizo con una balanza digital OHAUS con precisión de 0.01 g.

Densidad en verde (Dv)

Ecuación 3
$$Dvx = \frac{Pvx}{Vvx} \quad (\text{Cisternas, 1994}).$$

Donde:

Dv: Densidad en verde, (gr/cm³)

Pv: Masa verde promedio, (gr)

Vv: Volumen verde promedio, (cm³)

Densidad en seco (Ds)

Ecuación 4
$$Dsx = \frac{Psx}{Vsx} \quad (\text{Cisternas, 1994}).$$

Donde:

Ds: Densidad en seco, (gr/cm³)

Ps: Masa seca promedio, (gr)

Vs: Volumen seco promedio, (cm³)

Densidad básica (Db)

Ecuación 5
$$Dbx = \frac{Psx}{Vvx} \quad (\text{Cisternas, 1994}).$$

Donde:

Db: Densidad en seco, (gr/cm³)

Ps: Masa seca promedio, (gr)

Vv: Volumen verde promedio, (cm³)

3) Determinación del pH

Para la determinación del pH se realizó la trituration de la probeta y se tomó 10 gr del aserrín el cual se colocó en vasos estériles y se aforo con agua destilada hasta 50 ml se agitó por media hora, se esperó a que se decante y se tomó la medición con un pH metro HANNA

e. **Diseño experimental**

Una vez obtenido los datos en laboratorio se aplicó el diseño completamente al azar (DCA) con dos repeticiones, la cual se realizó utilizando el programa InfoStat versión 2018

1) **Análisis estadístico**

Cuadro 4. Esquema de análisis de varianza

Fuentes de variación	Grados de libertad
Procedencias	4
Altura toma de muestras	1
Procedencia* Altura toma de muestras	4
Error	10
Total	19
CV%	

CV%= Coeficiente de variación

2) **Análisis funcional**

Se determinó el coeficiente de variación en porcentaje

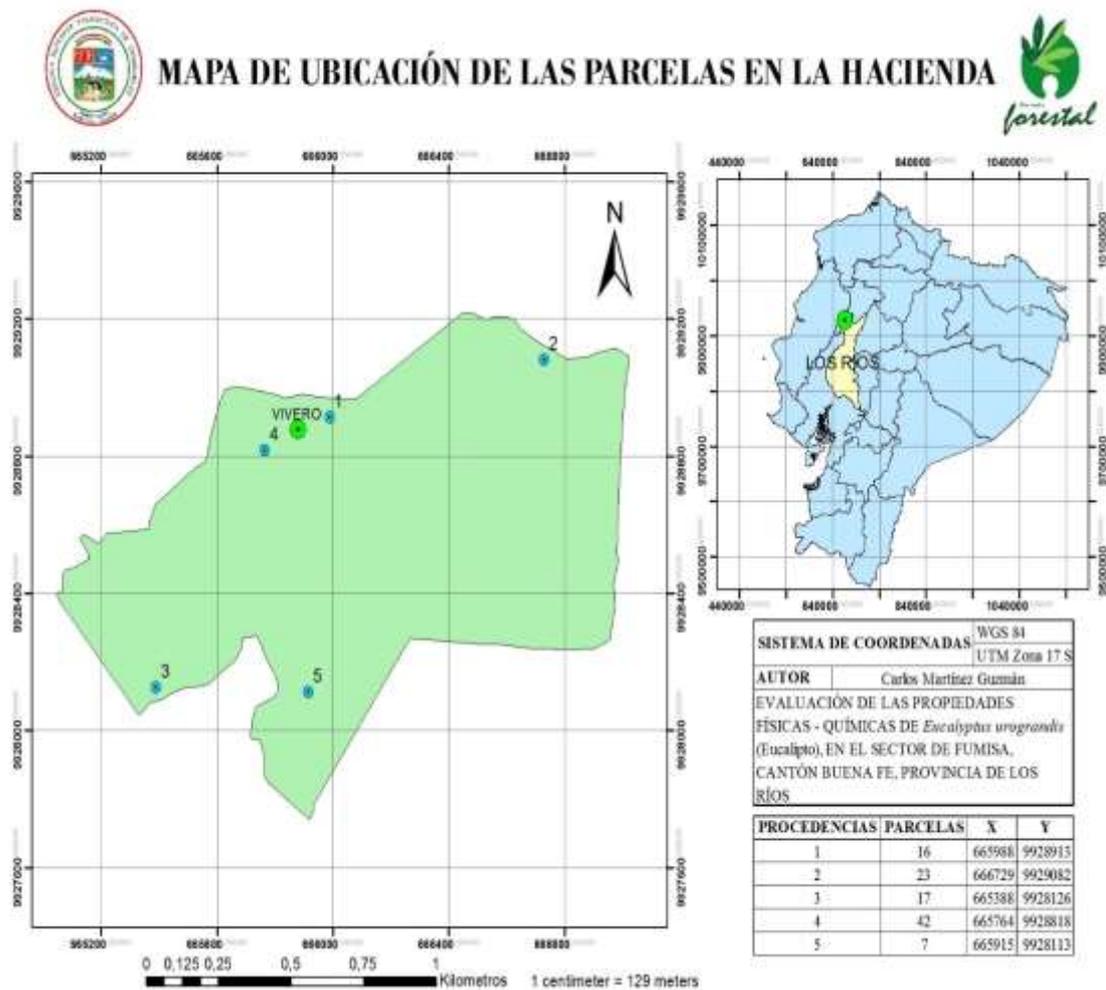
Se realizó la separación de medias según Duncan al 5 %

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó la georreferenciación del área en estudio, la selección de las parcelas y ubicación de los árboles para la obtención de las muestras o probetas

A. GEORREFERENCIACIÓN DEL ÁREA

Figura 1. Mapa de ubicación de las parcelas en la hacienda Los Ángeles



B. TABLAS DE DIÁMETROS

Tabla 3. Diámetros inferiores, promedios y máximos por parcela de las cinco procedencias de *Eucalyptus urograndis*

Procedencias	Parcelas	DAP mínimo (cm)	DAP Promedio (cm)	Altura árbol DAP promedio apeado	Volumen Árbol promedio apeado (m ³)	DAP máximo (cm)	Altura árbol DAP máximo apeado	Volumen Árbol máximo apeado (m ³)
1	16	1,50	7,40	14.6	0,04	11,10	15.9	0,08
	21	1,00	3,00			6,70		
	29	1,00	4,00			8,40		
2	22	1,30	7,03			10,20		
	23	2,10	6,60	15.0	0,04	11,30	16,9	0,09
3	1	2,10	6,90			11,70		
	3	1,00	5,90			10,10		
	4	2,40	5,90			10,30		
	11	2,50	8,30			13,00		
	12	1,00	7,70			12,90		
	17	1,70	7,90	15.5	0,05	18,40	17,8	0,19
	19	1,00	6,90			22,00		
	20	2,50	7,80			12,20		
	26	2,30	7,80			11,10		
	27	1,00	7,90			12,30		
	28	1,20	5,20			12,50		
	31	1,30	7,70			14,40		
	34	2,60	8,60			11,70		
	35	2,40	7,50			16,00		
36	2,40	7,90			11,90			
37	1,00	7,30			11,80			

	38	1,00	6,40			10,70		
	39	2,20	7,90			38,00		
	40	1,70	8,30			35,00		
	46	1,00	6,80			11,00		
4	2	1,40	7,40			11,30		
	6	2,20	7,70			10,90		
	15	1,80	7,60			12,00		
	25	1,00	7,00			12,40		
	32	1,20	6,40			12,20		
	33	3,80	8,10			11,90		
	41	1,00	7,07			37,00		
	42	3,90	7,20	15,3	0,04	14,20	16.4	0,12
	43	3,40	7,20			12,50		
5	7	1,20	7,50			13,70		
	8	0,90	4,60			9,30		
	9	1,20	6,70	14,7	0,04	12,50	15.0	0,09
	10	2,20	7,10			11,90		
	13	0,50	3,80			6,90		
	18	1,50	7,90			26,00		
	44	1,10	4,40			10,30		
	45	1,00	7,30			18,30		

Las parcelas seleccionadas fueron aquellas que están marcadas para obtener las muestras.

C. CONTENIDO DE HUMEDAD

Cuadro 5. Promedio de contenido de humedad seco al horno cada 3 horas

CODIFICACIÓN	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	15 horas	18 horas
	CH (%)	CH (%)	CH (%)	CH (%)	CH(%)	CH (%)
L1 \bar{x} A1	22,53	46,69	79,78	135,97	184,95	188,38
L1 \bar{x} A2	23,35	46,97	68,85	130,21	185,34	187,28
L1> A1	25,76	48,81	74,42	117,88	154,47	157,20
L1>A2	38,23	60,95	93,55	124,66	150,94	154,26
L2 \bar{x} A1	21,98	43,68	73,87	102,56	133,88	135,86
L2 \bar{x} A2	26,11	44,36	68,09	95,29	110,32	113,54
L2>A1	17,14	30,26	33,33	69,94	101,74	103,89
L2>A2	20,63	41,97	44,97	98,08	125,44	129,55
L3 \bar{x} A1	29,63	52,03	63,18	98,84	120,65	123,15
L3 \bar{x} A2	22,71	47,70	55,60	108,68	137,92	142,10
L3>A1	19,62	37,63	58,92	97,60	152,41	156,06
L3>A2	22,03	43,94	62,91	106,19	141,26	145,12
L4 \bar{x} A1	32,12	48,91	70,91	131,62	176,19	178,35
L4 \bar{x} A2	22,53	46,24	128,14	155,41	179,23	182,59
L4>A1	20,97	37,59	40,26	92,29	134,08	138,82
L4>A2	21,72	40,53	45,33	93,26	121,00	124,35
L5 \bar{x} A1	20,04	42,65	60,44	124,28	168,46	171,93
L5 \bar{x} A2	24,72	46,82	58,66	118,33	148,95	150,75
L5>A1	20,37	36,12	49,91	95,30	149,29	150,87
L5>A2	28,73	54,04	66,96	118,61	141,04	142,48

L1= Procedencia 1

\bar{x} = Árbol con diámetro Promedio

>= Árbol con diámetro Máximo

A1= Altura DAP

A2= Altura Comercial

1. Contenido de humedad seco al horno para árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis*

Para el análisis de datos se empleó el programa InfoStat 2018, en el que se obtuvo los siguientes valores:

Cuadro 6. Análisis de varianza para el contenido de humedad seco al horno para los árboles promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

F.V.	S.C.	G.L.	C.M.	FISHER		SIGNIFICANCIA
				Calc.	0,05	
Procedencia	12626,95	4	3156,74	0,0002	16,64	Ns
Altura toma de muestras	18,28	1	18,28	0,7626	0,10	*
Procedencia* Altura toma de muestras	271,91	4	67,98	0,8323	0,36	*
Error	1896,59	10	189,66			
Total	14813,76	19				
CV	8,75					

FV.= Fuente de variación

CV%= Coeficiente de Variación %

S.C.= Suma de cuadrados

G.L.= Grados de libertad

C.M.= Cuadrado medio

Calc.= Calculado

Ns= No significativo

*= Significativo

En el análisis de varianza para el contenido de humedad de las probetas del árbol promedio de las cinco procedencias (Cuadro 7), se registraron diferencias significativas en la interacción procedencia por altura de toma de muestras; debido a que los valores calculados son mayores a los valores tabulados. Por lo cual se procedió a realizar la separación de medias, mediante la prueba de Duncan al 5 %. El coeficiente de variación registrado fue de 8,75%

Cuadro 7. Separación de medias según Duncan a 5% para el contenido de humedad seco al horno para los árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

ALTURA DE TOMA DE MUESTRAS	PROCEDENCIAS	MEDIA(%)	RANGO
Altura DAP	P2	124,18	A
Altura Comercial	P2	125,22	A
Altura DAP	P3	132,47	A
Altura Comercial	P3	132,79	A
Altura Comercial	P5	153,71	AB
Altura DAP	P5	168,97	BC
Altura Comercial	P4	179,14	BC
Altura DAP	P4	181,79	BC
Altura DAP	P1	184,33	BC
Altura Comercial	P1	191,33	C

P1= procedencia 1

Mediante la prueba de Duncan al 5 % para el contenido de humedad de los árboles con diámetros promedio (Cuadro 8), para la interacción altura de la toma de muestras por la procedencia se obtuvo 4 rangos de significancia (A, AB, BC, C); ubicándose en el rango A la procedencia 2 con una media de 124,18 en las muestras tomadas de A1; y en el rango C la procedencia 1 con una media de 191,33 en las muestras tomadas en la altura comercial.

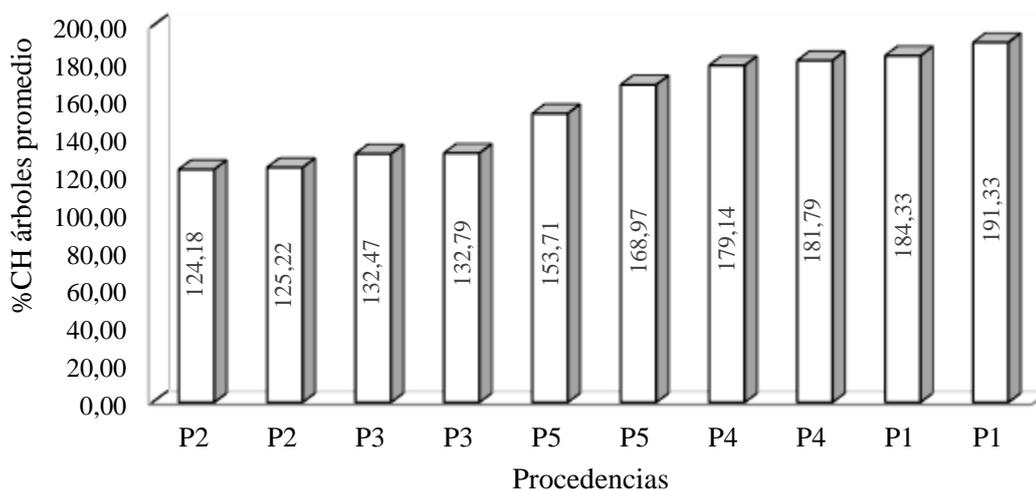


Gráfico 1. Comparación de medias para el contenido de humedad seco al horno para los árboles promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

Con los resultados obtenidos en el gráfico 1 se muestra que existe una diferencia de 67,15% entre las procedencias 2 y 1; para el contenido de humedad seco al horno para árboles con diámetro promedio.

2. **Contenido de humedad seco al horno para árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis***

Cuadro 8. Análisis de varianza para el contenido de humedad seco al horno para los árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

FV	S.C	GL	CM	FISHER		SIGNIFICANCIA
				Calc.	0,05	
Procedencia	4065,84	4	1016,46	0,0031	8,40	Ns
Altura toma de muestras	9,94	1	9,94	0,7803	0,08	*
Procedencia* Altura toma de muestras	53,09	4	13,27	0,9763	0,11	*
Error	1210,02	10	121,00			
Total	5338,89	19				
CV	7,84					

FV.= Fuente de variación

CV%= Coeficiente de Variación %

S.C.= Suma de cuadrados

G.L.= Grados de libertad

C.M.= Cuadrado medio

Calc.= Calculado

Ns= No significativo

*= Significativo

Según el análisis de varianza para el contenido de humedad de *Eucalyptus urograndis* (Cuadro 9), se presentaron diferencias significativas para la altura de toma de muestras y la interacción procedencia por altura de toma de muestras; debido a que los valores calculados son mayores a los valores tabulados. El coeficiente de variación registrado fue de 7,84%.

Posteriormente se realizó la separación de medias

Cuadro 9. Separación de medias según Duncan a 5% para el contenido de humedad seco al horno para los árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

ALTURA DE TOMA DE MUESTRAS	PROCEDENCIAS	MEDIA(%)	RANGO
Altura Comercial	P2	114,72	A
Altura DAP	P2	118,72	A
Altura DAP	P3	130,33	AB
Altura Comercial	P3	132,84	AB
Altura DAP	P5	145,44	B
Altura Comercial	P5	127,91	B
Altura Comercial	P4	148,03	B
Altura DAP	P4	153,15	B
Altura Comercial	P1	154,28	B
Altura DAP	P1	157,18	B

P1= procedencia 1

Mediante la separación de medias según Duncan al 5 % en el contenido de humedad seco al horno para árboles con diámetro mayor se obtuvo tres rangos de significancia (A, AB, B); ubicándose en el rango A la procedencia 2 con una media de 114,72 para las muestras tomadas al DAP y en el rango B la procedencia 1 con una media de 157,18 para las muestras tomadas al DAP.

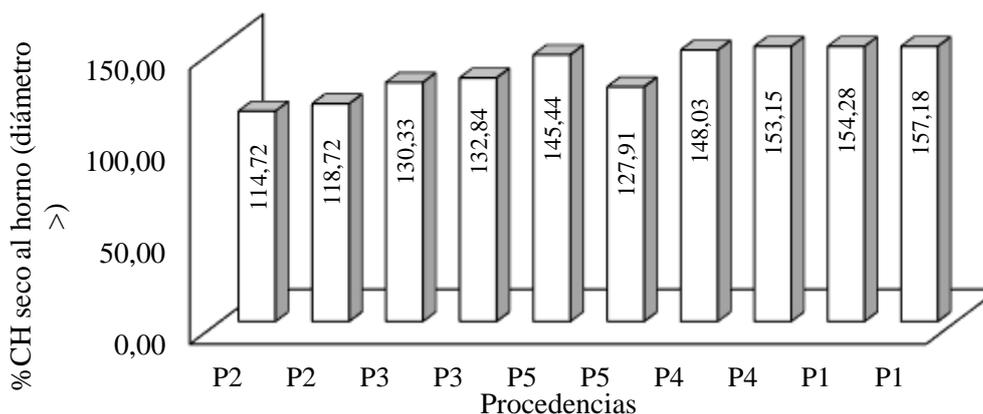


Gráfico 2. Comparación de medias para el contenido de humedad seco al horno para los árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

El gráfico 2 indica que existe una diferencia de 42,46 % entre árboles de la procedencia 2 y procedencia 1; en cuanto al contenido de humedad seca al horno de árboles con diámetro máximo

Cuadro 10. Promedio de contenido de humedad seco al aire a los 60 días

CODIFICACIÓN	I (%)
L1 \bar{x} A1	152,51
L1 \bar{x} A2	148,67
L1>A1	112,90
L1>A2	94,42
L2 \bar{x} A1	104,62
L2 \bar{x} A2	94,54
L2>A1	93,67
L2>A2	96,79
L3 \bar{x} A1	86,45
L3 \bar{x} A2	111,50
L3>A1	156,56
L3>A2	116,42
L4 \bar{x} A1	142,99
L4 \bar{x} A2	138,88
L4>A1	127,15
L4>A2	94,79
L5 \bar{x} A1	127,71
L5 \bar{x} A2	126,84
L5>A1	123,04
L5>A2	130,90

L1= Procedencia 1

A1= Altura DAP

A2= Altura Comercial

\bar{x} = Árbol con diámetro Promedio

>= Árbol con diámetro Máximo

A1= Altura DAP

A2= Altura Comercial

3. Contenido de humedad seco al aire para árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis*

Cuadro 11. Análisis de varianza para el contenido de humedad seco al aire para los árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

FV	S.C	GL	CM	FISHER		SIGNIFICANCIA
				Calc.	0,05	
Procedencia	9114,99	4	2278,75	0,0011	18,89	Ns
Altura toma de muestras	31,00	1	31,00	0,6232	0,26	*
Procedencia* Altura toma de muestras	318,05	4	79,51	0,6343	0,66	*
Error	1206,49	10	120,65			
Total	10670,53	19				
CV		8,91				

FV.= Fuente de variación

CV%= Coeficiente de Variación %

S.C.= Suma de cuadrados

G.L.= Grados de libertad

C.M.= Cuadrado medio

Calc.= Calculado

Ns= No significativo

*= Significativo

Según el análisis de varianza para el contenido de humedad seco al aire para árboles con diámetro promedio de cinco procedencias se obtuvieron diferencias significativas en la altura de muestras y la procedencia por altura de muestras; debido a que los valores calculados son mayores a los valores tabulados.

Por lo cual se realizó la separación de medias. Con un coeficiente de variación de 8,91 %

Cuadro 12. Separación de medias según Duncan a 5% para el contenido de humedad seco al aire para los árboles promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

ALTURA DE TOMA DE MUESTRAS	PROCEDENCIAS	MEDIA(%)	RANGO
ALTURA COMERCIAL	P2	96,00	A
ALTURA COMERCIAL	P3	98,49	A
ALTURA DAP	P3	99,47	A
ALTURA DAP	P2	100,97	A
ALTURA DAP	P5	118,42	AB
ALTURA COMERCIAL	P5	136,14	BC
ALTURA COMERCIAL	P4	140,04	BC
ALTURA DAP	P4	141,84	BC
ALTURA DAP	P1	149,35	C
ALTURA COMERCIAL	P1	151,83	C

P1= procedencia 1

De acuerdo a la separación de medias según Duncan al 5 % para el contenido de humedad seco al aire para árboles promedio se registró 4 rangos de significancia. En el rango A se ubicó la procedencia 2 con una media de 96,00; en el rango C se colocó la procedencia 1 con una media de 151,83 (muestra de la altura comercial)

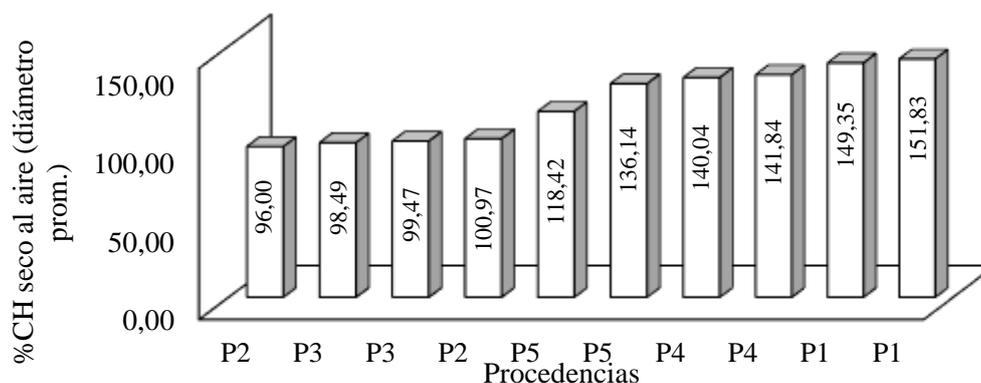


Gráfico 3. Comparación de medias para el contenido de humedad seco al aire para los árboles promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

El gráfico 3 indica que existe una diferencia de 55,83 % entre árboles con diámetro promedio de la procedencia 2 y la procedencia 1.

4. **Contenido de humedad seco al aire para árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis***

Cuadro 13. Análisis de varianza para el Contenido de Humedad seco al aire para los árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

FV	S.C	GL	CM	FISHER		SIGNIFICANCIA
				CALC.	0,05	
Procedencia	4560,39	4	1140,10	0,04	3,66	Ns
Altura toma de muestras	82,26	1	82,26	0,62	0,26	*
Procedencia* Altura toma de muestras	25,71	4	6,43	0,99	0,02	*
Error	3113,44	10	311,34			
Total	7781,79	19				
CV	15,39					

FV.= Fuente de variación

CV%= Coeficiente de Variación %

S.C.= Suma de cuadrados

G.L.= Grados de libertad

*= Significativo

C.M.= Cuadrado medio

Ns= No significativo

Calc.= Calculado

Según el análisis de varianza para el contenido de humedad seco al aire de árboles con diámetro mayor se registró diferencias significativas para la altura de toma de muestras y la procedencia por la altura de toma de muestras; debido a que los valores calculados son mayores a los valores tabulados. Con un coeficiente de variación de 15,39%. Por lo cual se procedió a la separación de medias

Cuadro 14. Separación de medias según Duncan a 5% para el Contenido de Humedad secado al aire para los árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

ALTURA DE TOMA DE MUESTRAS	PROCEDENCIAS	MEDIA(%)	RANGO
ALTURA COMERCIAL	P2	93,42	A
ALTURA DAP	P2	97,04	AB
ALTURA COMERCIAL	P1	101,34	AB
ALTURA DAP	P1	105,99	AB
ALTURA COMERCIAL	P4	110,22	AB
ALTURA DAP	P4	111,72	AB
ALTURA COMERCIAL	P5	122,94	AB
ALTURA DAP	P5	131,00	AB
ALTURA COMERCIAL	P3	135,26	AB
ALTURA DAP	P3	137,72	B

P1= procedencia 1

De acuerdo a la separación de medias según Duncan al 5 % para el contenido de humedad seco al aire se determinó tres rangos de significancia (A, AB, B); en el rango A se ubicó la parcela 2 con una media de 93,42 en la muestra tomada al DAP y en el rango B se encontró la procedencia 1 con una media de 137,72 en la muestra tomada en la altura comercial

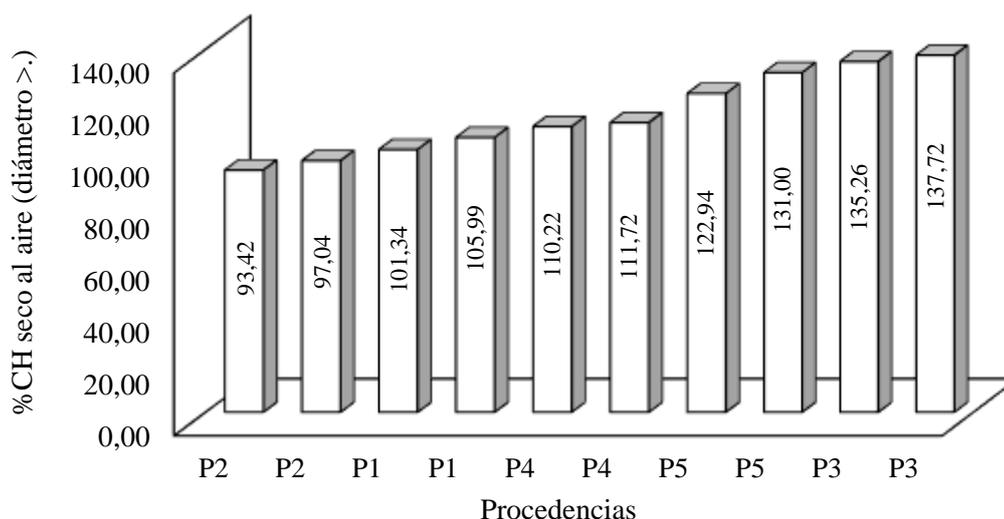


Gráfico 4. Comparación de medias para el contenido de humedad seco al aire para los árboles máximo de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

El gráfico 4 muestra la diferencia que existe entre los árboles con diámetro máximo de la procedencia 2 con la procedencia 3; la cual difiere en un 44,30 %

Con los resultados obtenidos en la presente investigación se determina que el contenido de humedad varía de acuerdo al tiempo y temperatura al cual son sometidos las probetas como lo manifiesta (Silva, 2006) que el contenido de humedad probablemente presenta cambios sensibles que puede aumentar o disminuir de acuerdo con las modificaciones de la temperatura y humedad del aire.

El contenido de humedad en los eucaliptos colorados en estado verde es mayor al 100% (INTA, 2012), si se compara con los resultados de esta investigación se determinó que el porcentaje de humedad que se perdió en las probetas fue de 124,18%, probablemente este contenido de humedad se debe a varios factores, entre ellos la época de apeo de los árboles y la procedencia.

D. DENSIDAD

Cuadro 15. Promedio de densidad en verde, seca al horno y al aire

CODIFICACIÓN	DENSIDAD VERDE (gr/cm ³)	DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	DENSIDAD BÁSICA (gr/cm ³)
L1 \bar{x} A1	1,00	0,41	0,35
L1 \bar{x} A2	1,00	0,42	0,35
L1>A1	0,94	0,43	0,37
L1>A2	0,96	0,44	0,38
L2 \bar{x} A1	0,94	0,45	0,40
L2 \bar{x} A2	0,94	0,52	0,44
L2>A1	1,04	0,61	0,51
L2>A2	1,06	0,56	0,46
L3 \bar{x} A1	0,97	0,52	0,44
L3 \bar{x} A2	1,08	0,52	0,44
L3>A1	0,95	0,45	0,37
L3>A2	1,00	0,50	0,41
L4 \bar{x} A1	1,01	0,43	0,36
L4 \bar{x} A2	1,01	0,43	0,36
L4>A1	1,06	0,53	0,44
L4>A2	1,06	0,56	0,47
L5 \bar{x} A1	1,03	0,46	0,38
L5 \bar{x} A2	1,06	0,51	0,43
L5>A1	1,00	0,48	0,40
L5>A2	1,07	0,52	0,44

L1= Procedencia 1

\bar{x} = Árbol con diámetro Promedio

>= Árbol con diámetro Máximo

A1= Altura DAP

A2= Altura Comercial

1. **Densidad en verde para árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis***

Cuadro 16. Análisis de varianza para la densidad verde de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

FV	S.C	GL	CM	FISHER		SIGNIFICANCIA
				Calc.	0,05	
Procedencia	0,02	4	0,01	0,04	3,89	Ns
Altura toma de muestras	3,2E-04	1	3,2E-04	0,63	0,24	*
Procedencia* Altura toma de muestras	6,8E-04	4	1,7E-04	0,97	0,13	*
Error	0,01	10	1,3E-03			
Total	0,03	19				
CV	4,00					

FV.= Fuente de variación

S.C.= Suma de cuadrados

C.M.= Cuadrado medio

Ns= No significativo

CV%= Coeficiente de Variación %

G.L.= Grados de libertad

Calc.= Calculado

*= Significativo

Mediante el análisis de varianza para la densidad verde de los árboles promedio de *Eucalyptus urograndis* se registró diferencias significativas en la altura de tomas de muestras y la interacción procedencia por la altura de toma de muestras; debido a que los valores calculados son mayores a los valores tabulados. Con un coeficiente de variación de 4,00 %. Por lo cual se procedió a la separación de medias.

Cuadro 17. Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad verde de los árboles promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

ALTURA DE TOMA DE MUESTRAS	PROCEDENCIAS	MEDIA(g/cm ³)	RANGO
ALTURA COMERCIAL	P2	0,84	A
ALTURA DAP	P2	0,86	AB
ALTURA DAP	P1	0,90	ABC
ALTURA COMERCIAL	P1	0,90	ABC
ALTURA COMERCIAL	P4	0,91	ABC
ALTURA DAP	P4	0,92	ABC
ALTURA DAP	P3	0,92	ABC
ALTURA COMERCIAL	P3	0,93	BC
ALTURA COMERCIAL	P5	0,94	BC
ALTURA DAP	P5	0,95	C

P1= procedencia 1

Mediante la prueba de Duncan al 5% para la densidad en verde de árboles con diámetro promedio se obtuvo 5 rangos de significancia (A, AB, ABC, BC, C); ubicándose en el rango A la procedencia 2 con una media de $0,84 \text{ g/cm}^3$ y en el rango C la procedencia 5 con una media de $0,95 \text{ g/cm}^3$

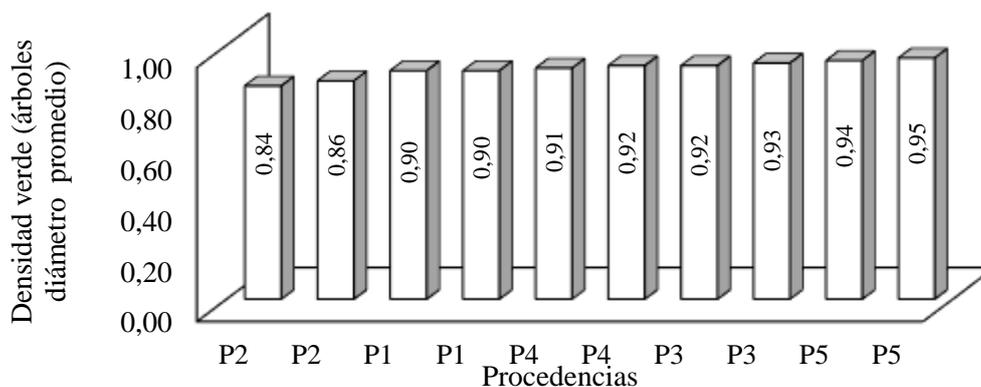


Gráfico 5. Comparación de medias para la densidad verde para los árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

El gráfico 5 indica que la procedencia 2 se diferencia de la procedencia 4 en un 0,11%, en la densidad verde de árboles con diámetros promedio.

2. Densidad en verde de árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis*

Cuadro 18. Análisis de varianza para la densidad en verde con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

FV	S.C	GL	CM	FISHER		SIGNIFICANCIA
				Calc.	0,05	
Procedencia	0,03	4	0,01	0,00	12,64	Ns
Altura toma de muestras	4,0E-04	1	4,0E-04	0,45	0,63	Ns
Procedencia* Altura toma de muestras	3,2E-04	4	8,0E-05	0,97	0,12	*
Error	0,01	10	6,4E-04			
Total	0,04	19				
CV	2,78					

FV.= Fuente de variación
CV%= Coeficiente de Variación %
S.C.= Suma de cuadrados

Ns= No significativo
Calc.= Calculado
*= Significativo

G.L.= Grados de libertad
C.M.= Cuadrado medio

En el análisis de varianza para la densidad verde de árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis* se determinó diferencias significativas; debido a que los valores calculados son mayores a los valores tabulados, por lo cual no se realizó la separación de medias. Se registró un coeficiente de variación de 2,78 %

Cuadro 19. Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad verde de los árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis*

ALTURA DE TOMA DE MUESTRAS	PROCEDENCIAS	MEDIA(g/cm ³)	RANGO
ALTURA DAP	P2	0,85	A
ALTURA COMERCIAL	P2	0,86	A
ALTURA DAP	P3	0,88	AB
ALTURA COMERCIAL	P3	0,88	ABC
ALTURA DAP	P5	0,93	BCD
ALTURA COMERCIAL	P1	0,94	CD
ALTURA COMERCIAL	P5	0,94	CD
ALTURA DAP	P1	0,95	D
ALTURA DAP	P4	0,95	D
ALTURA COMERCIAL	P4	0,97	D

P1= procedencia 1

Mediante la prueba de Duncan al 5% para la densidad en verde de árboles con diámetro promedio se obtuvo 7 rangos de significancia (A, AB, ABC, BCD, CD, D); ubicándose en el rango A la procedencia 2 con una media de 0,85 g/cm³ y en el rango C la procedencia 5 con una media de 0,97 g/cm³

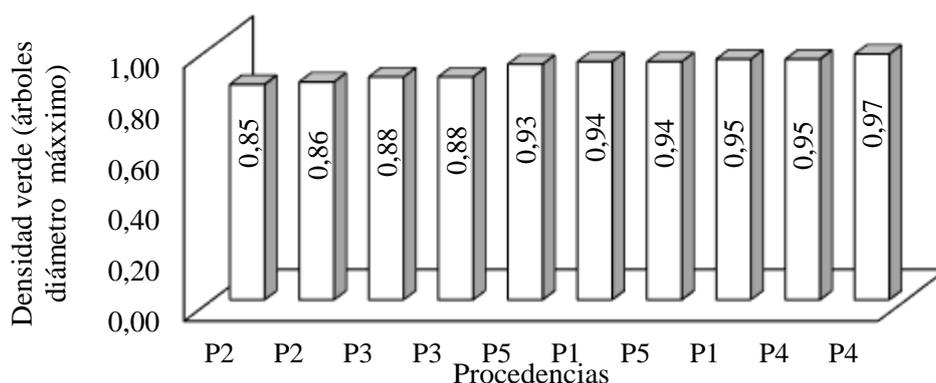


Gráfico 6. Comparación de medias para la densidad verde para los árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

El gráfico 6 indica que los árboles con diámetros máximo de la procedencia 2 difiere en un 0,12% de la procedencia 4

3. Densidad seca al horno para árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis*

Cuadro 20. Análisis de varianza para la densidad seca al horno de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

FV	S.C	GL	CM	FISHER		SIGNIFICANCIA
				Calc.	0,05	
Procedencia	0,03	4	0,01	0,0096	6,07	Ns
Altura toma de muestras	1,2E-04	1	1,2E-04	0,7510	0,11	*
Procedencia* Altura toma de muestras	9,0E-04	4	2,2E-04	0,9374	0,19	*
Error	0,01	10	1,20E-04			
Total	0,04	19				
CV	7,36					

FV.= Fuente de variación

CV%= Coeficiente de Variación %

S.C.= Suma de cuadrados

G.L.= Grados de libertad

C.M.= Cuadrado medio

Calc.= Calculado

Ns= No significativo

*= Significativo

Según el análisis de varianza para la densidad seca al horno de árboles con diámetro promedio se registró diferencias significativas en la altura de toma de muestras y la procedencia por la altura de toma de muestras; debido a que los valores calculados son mayores a los valores tabulados. Por lo cual se realizó la separación de medias. Con un coeficiente de variación de 7,36 %

Cuadro 21. Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad seca al horno de los árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

ALTURA DE TOMA DE MUESTRAS	PROCEDENCIAS	MEDIA (g/cm ³)	RANGO
ALTURA DAP	P2	0,41	A
ALTURA COMERCIAL	P2	0,42	AB
ALTURA COMERCIAL	P3	0,43	AB
ALTURA DAP	P3	0,44	ABC
ALTURA DAP	P5	0,47	ABC
ALTURA DAP	P1	0,48	ABC
ALTURA COMERCIAL	P1	0,48	ABC
ALTURA COMERCIAL	P5	0,50	BC
ALTURA COMERCIAL	P3	0,52	C
ALTURA DAP	P3	0,52	C

P1= procedencia 1

Mediante la separación de medias según Duncan al 5 % se registró rangos de significancia (A, AB, ABC, BC, C); ubicándose en el rango A la procedencia 2 con una media de 0,41 g/cm³ y en el rango C la procedencia 3 con una media de 0,52 g/cm³

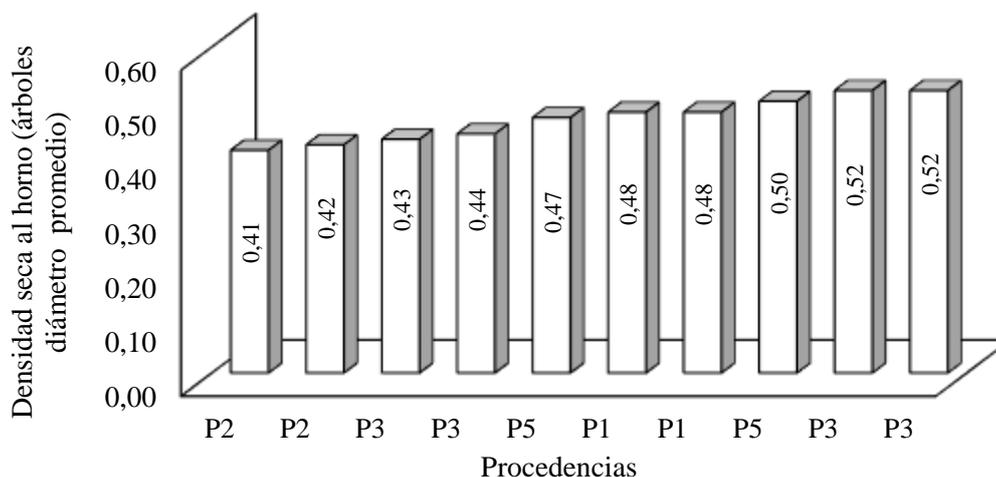


Gráfico 7. Comparación de medias para la densidad seca al horno de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

El gráfico 7 indica que los árboles con diámetros promedio de la procedencia 2 difiere en un 0,11 % de la procedencia 3

4. **Densidad seca al horno para árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis***

Cuadro 22. Análisis de varianza para la densidad seca al horno de árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

FV	S.C	GL	CM	FISHER		SIGNIFICANCIA
				Calc.	0,05	
Procedencia	0,05	4	0,01	0,0030	15,40	Ns
Altura toma de muestras	5,0E-04	1	5,0E-04	0,4634	0,58	Ns
Procedencia* Altura toma de muestras	2,0E-04	4	5,0E-05	0,9927	0,06	*
Error	0,01	10	8,60E-04			
Total	0,06	19				
CV	5,80					

FV.= Fuente de variación

CV%= Coeficiente de Variación %

S.C.= Suma de cuadrados

G.L.= Grados de libertad

C.M.= Cuadrado medio

Calc.= Calculado

Ns= No significativo

*= Significativo

Según el análisis de varianza para la densidad seca al horno de árboles con diámetro máximo se registró diferencias significativas en la procedencia por altura de tomas de muestras; debido a que los valores calculados son mayores a los valores tabulados. Por cuanto se realizó la separación de medias. Se obtuvo un coeficiente de variación de 5,80 %

Cuadro 23. Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad seca al horno de los árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

ALTURA DE TOMA DE MUESTRAS	PROCEDENCIAS	MEDIA (g/cm ³)	RANGO
ALTURA DAP	P2	0,44	A
ALTURA COMERCIAL	P2	0,44	A
ALTURA DAP	P3	0,46	A
ALTURA COMERCIAL	P3	0,48	AB
ALTURA DAP	P5	0,49	AB
ALTURA COMERCIAL	P5	0,51	AB
ALTURA DAP	P4	0,54	BC
ALTURA COMERCIAL	P4	0,55	BC
ALTURA DAP	P1	0,58	C
ALTURA COMERCIAL	P1	0,59	C

P1= procedencia 1

De acuerdo a la separación de medias según Duncan al 5 % se determinó 4 rangos de significancia (A, AB, BC, C); ubicándose en el rango A la procedencia 2 con una media de 0,44 g/cm³ y en rango C la procedencia 1 con una media de 0,59 g/cm³

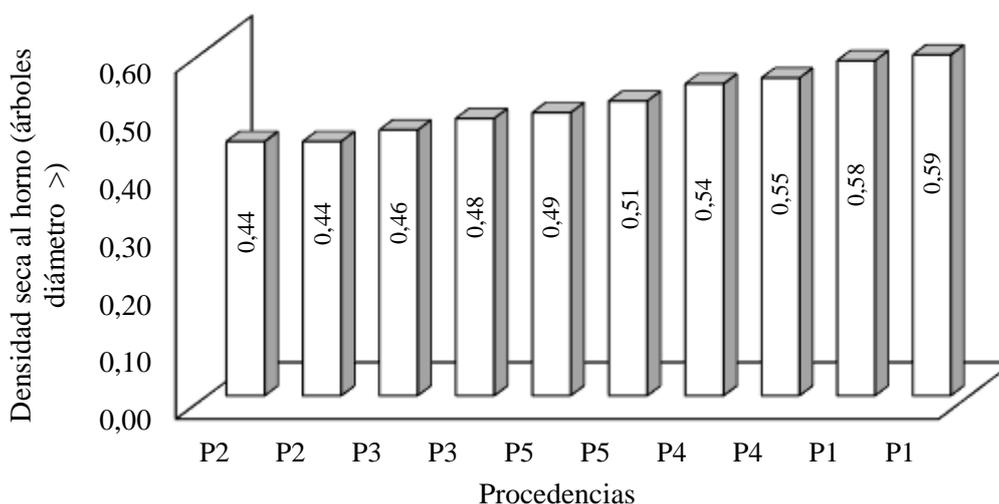


Gráfico 8. Comparación de medias para la densidad seca al horno de árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

El gráfico 8 muestra la diferencia que existe entre la procedencia 2 y procedencia 1; la cual difiere una de la otra en un 0,15 %

5. Densidad seca al aire de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis*

Cuadro 24. Análisis de varianza para la densidad seca al aire de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

FV	S.C	GL	CM	FISHER		SIGNIFICANCIA
				Calc.	0,05	
Procedencia	0,04	4	0,01	<0,0001	49,34	Ns
Altura toma de muestras	2,0E-05	1	2,0E-05	<0,0001	0,10	Ns
Procedencia* Altura toma de muestras	1,6E-03	4	4,1E-04	0,7583	2,04	*
Error	2,0E-03	10	2,0E-04			
Total	0,04	19				
CV	2,93					

FV.= Fuente de variación

CV%= Coeficiente de Variación %

S.C.= Suma de cuadrados

G.L.= Grados de libertad

C.M.= Cuadrado medio

Calc.= Calculado

Ns= No significativo

*= Significativo

Mediante el análisis de varianza para la densidad seca al aire de árboles con diámetro promedio se determinó que existen diferencias significativas en la procedencia por la altura de toma de muestras; debido a que los valores calculados son mayores a los valores tabulados. Por lo cual se procedió a la separación de medias. Con un coeficiente de variación de 2,93 %.

Cuadro 25. Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad seca al aire de los árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

ALTURA DE TOMA DE MUESTRAS	PROCEDENCIAS	MEDIA (g/cm ³)	RANGO
ALTURA DAP	P2	0,43	A
ALTURA COMERCIAL	P2	0,43	A
ALTURA DAP	P4	0,44	A
ALTURA COMERCIAL	P4	0,45	AB
ALTURA DAP	P1	0,48	BC
ALTURA COMERCIAL	P5	0,48	BC
ALTURA DAP	P1	0,51	C
ALTURA COMERCIAL	P5	0,51	C
ALTURA DAP	P3	0,55	D
ALTURA COMERCIAL	P3	0,56	D

P1= procedencia 1

De acuerdo a la separación de medias según Duncan al 5 %, se registró 5 niveles de información (A, AB, BC, C, D) en el rango A se ubicó la procedencia 2 con una media de 0,43 (g/cm³) y en el rango D la procedencia 3 con una media de 0,56 (g/cm³)

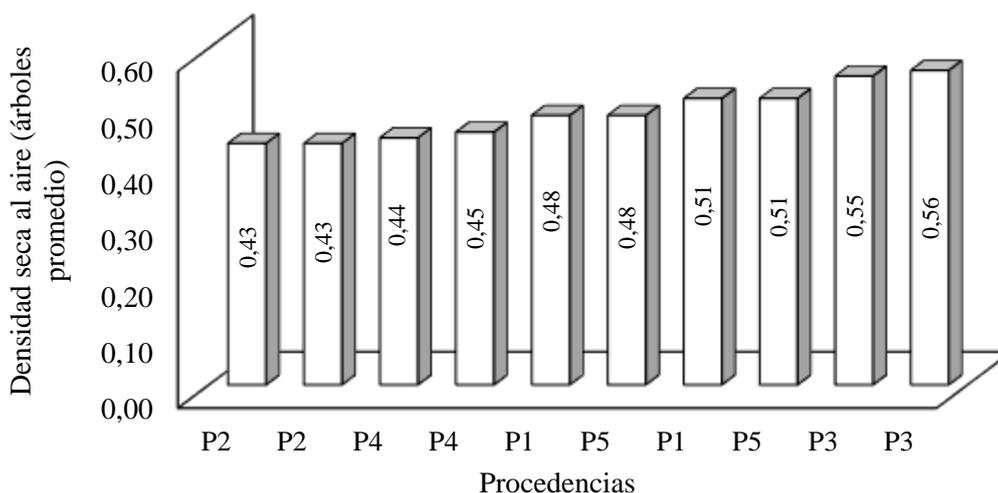


Gráfico 9. Comparación de medias para la densidad seca al aire de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis*.

El gráfico 9 indica la diferencia que existe entre la procedencia 2 y la procedencia 3; la misma que difiere en un 0,13 %.

6. **Densidad seca al aire de árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis***

Cuadro 26. Análisis de varianza para la densidad seca al aire de árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis* de cinco procedencias

FV	S.C	GL	CM	FISHER		SIGNIFICANCIA
				Calc.	0,05	
Procedencia	0,05	4	0,01	0,0108	5,86	Ns
Altura toma de muestras	9,8E-04	1	9,8E-04	0,5020	0,49	*
Procedencia* Altura toma de muestras	1,7E-04	4	4,3E-05	0,9990	0,02	*
Error	0,02	10	2,0E-03			
Total	0,07	19				
CV	8,71					

FV.= Fuente de variación

CV%= Coeficiente de Variación %

S.C.= Suma de cuadrados

G.L.= Grados de libertad

C.M.= Cuadrado medio

Calc.= Calculado

Ns= No significativo

*= Significativo

En el análisis de varianza para la densidad seca al aire de árboles con diámetro máximo se registró diferencias significativas en la altura de toma de muestras y en la procedencia por altura de muestras; debido a que los valores calculados son mayores a los valores tabulados. Con un coeficiente de variación de 8,71 %.

Cuadro 27. Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad seca al aire de los árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis*

ALTURA DE TOMA DE MUESTRAS	PROCEDENCIAS	MEDIA (g/cm ³)	RANGO
ALTURA DAP	P2	0,46	A
ALTURA DAP	P2	0,47	A
ALTURA COMERCIAL	P3	0,47	A
ALTURA COMERCIAL	P3	0,48	AB
ALTURA DAP	P5	0,49	ABC
ALTURA COMERCIAL	P5	0,51	ABC
ALTURA DAP	P4	0,55	ABC
ALTURA COMERCIAL	P4	0,56	ABC
ALTURA DAP	P1	0,59	BC
ALTURA COMERCIAL	P1	0,60	C

P1= procedencia 1

Una vez realizada la separación de medias según Duncan al 5 % se determinaron 5 rangos de significancia; ubicándose en el rango A la procedencia 2 con una media de $0,46 \text{ g/cm}^3$ y en el rango C la procedencia 1 con una media de $0,60 \text{ g/cm}^3$

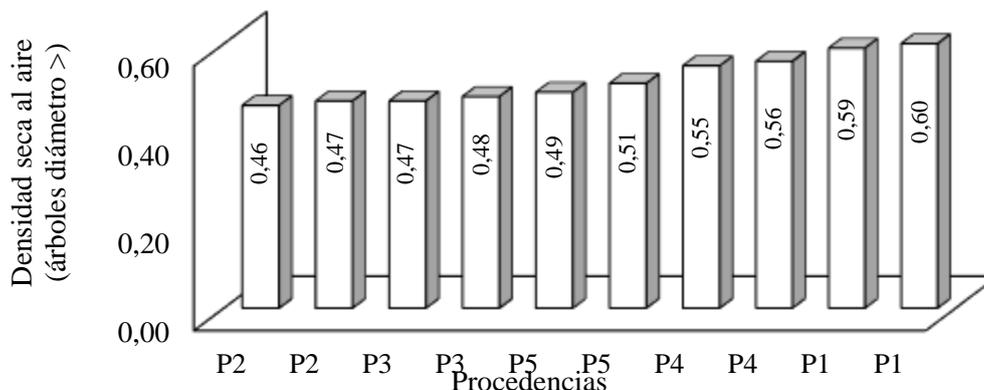


Gráfico 10. Comparación de medias para la densidad seca al aire de árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis*

Según el gráfico 10 se aprecia que la diferencia que existe entre la procedencia 2 y la procedencia 1 en la densidad seca al aire de árboles con diámetro máximo es de 0,14 %

7. Densidad básica de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis*

Cuadro 28. Análisis de varianza para la densidad básica de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis*

FV	S.C	GL	CM	FISHER		SIGNIFICANCIA
				Calc.	0,05	
Procedencia	0,03	4	0,01	0,0210	9,36	Ns
Altura toma de muestras	5,0E-06	1	5,0E-06	0,9331	0,01	*
Procedencia* Altura toma de muestras	8,7E-04	4	2,2E-04	0,8568	0,32	*
Error	0,01	10	6,7E-04			
Total	0,03	19				
CV	6,59					

FV.= Fuente de variación
S.C.= Suma de cuadrados
C.M.= Cuadrado medio
Ns= No significativo

CV%= Coeficiente de Variación %
G.L.= Grados de libertad
Calc.= Calculado
*= Significativo

Una vez realizado el análisis de varianza para la densidad básica de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis* se determinó que existen diferencias significativas en la altura de toma de muestras y la procedencia por la altura de toma de muestras; debido a que los valores calculados son mayores a los valores tabulados. Obteniendo un coeficiente de variación de 6,59 %. Por lo cual se realizó la separación de medias.

Cuadro 29. Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad básica de los árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis*

ALTURA DE TOMA DE MUESTRAS	PROCEDENCIAS	MEDIA (g/cm ³)	RANGO
ALTURA COMERCIAL	P2	0,35	A
ALTURA DAP	P2	0,35	A
ALTURA DAP	P4	0,36	AB
ALTURA COMERCIAL	P4	0,36	AB
ALTURA DAP	P5	0,39	ABC
ALTURA COMERCIAL	P1	0,42	BC
ALTURA COMERCIAL	P5	0,42	BC
ALTURA DAP	P1	0,43	C
ALTURA COMERCIAL	P3	0,44	C
ALTURA DAP	P3	0,44	C

P1= procedencia 1

Mediante la prueba de Duncan al 5 % se determinó 5 rangos de significancia (A, AB, ABC, BC, C); en el rango A se encontró la procedencia 2 con una media de 0,35 g/cm³ mientras que en el rango C se ubicó la procedencia 3 con una media de 0,44 g/cm³.

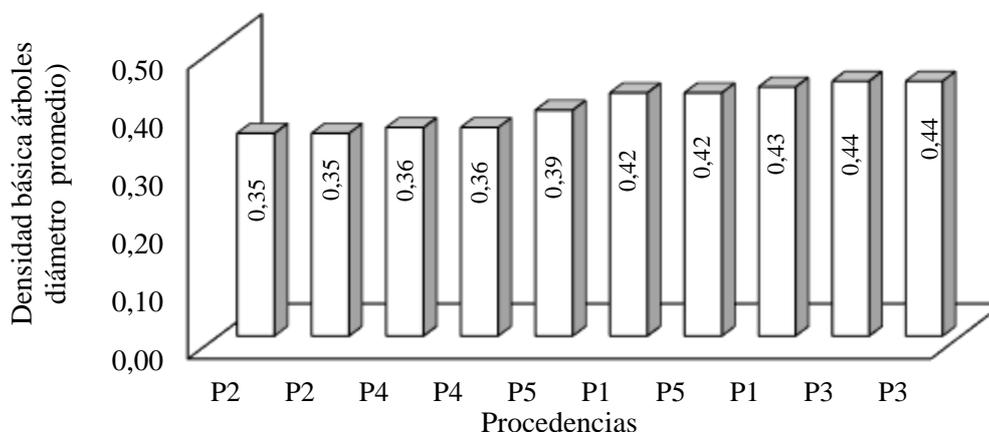


Gráfico 11. Comparación de medias para la densidad básica de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis*

El gráfico 11 indica la diferencia que existe entre la procedencia 2 y la procedencia 3; las cuales difieren una de la otra en un 0,09 %.

8. Densidad básica para árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis*

Cuadro 30. Análisis de varianza para la densidad básica de árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis*

FV	S.C	GL	CM	FISHER		SIGNIFICANCIA
				Calc.	0,05	
Procedencia	0,04	4	0,01	0,0007	12,31	Ns
Altura toma de muestras	2,5E-04	1	2,5E-04	0,5713	0,34	*
Procedencia* Altura toma de muestras	8,0E-05	4	2,0E-05	0,9982	0,03	*
Error	0,01	10	7,1E-04			
Total	0,04	19				
CV	6,30					

FV.= Fuente de variación

CV%= Coeficiente de Variación %

S.C.= Suma de cuadrados

C.M.= Cuadrado medio

Ns= No significativo

*= Significativo

G.L.= Grados de libertad

Según el análisis de varianza para la densidad básica de árboles con diámetro máximo se determinó que existe diferencias significativas en la altura de toma de muestras y la procedencia por la altura de muestras; debido a que los valores calculados son mayores a los valores tabulados. Obteniendo un coeficiente de variación de 6,30 %

Cuadro 31. Separación de medias según Duncan al 5 % para la densidad básica de los árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis*

ALTURA DE TOMA DE MUESTRAS	PROCEDENCIAS	MEDIA (g/cm ³)	RANGO
ALTURA COMERCIAL	P2	0,37	A
ALTURA DAP	P2	0,38	A
ALTURA DAP	P3	0,39	A
ALTURA COMERCIAL	P3	0,40	A
ALTURA DAP	P5	0,42	AB
ALTURA COMERCIAL	P5	0,43	ABC
ALTURA COMERCIAL	P4	0,46	BC
ALTURA DAP	P4	0,46	BC
ALTURA COMERCIAL	P1	0,48	C
ALTURA DAP	P1	0,49	C

P1= procedencia 1

Según la separación de medias con Duncan al 5 % se registró 5 rangos de significancia; en el rango A se encontró la procedencia 2 con una media de 0,37 g/cm³ y en el rango C se ubicó la procedencia 1 y una media de 0,41 g/cm³

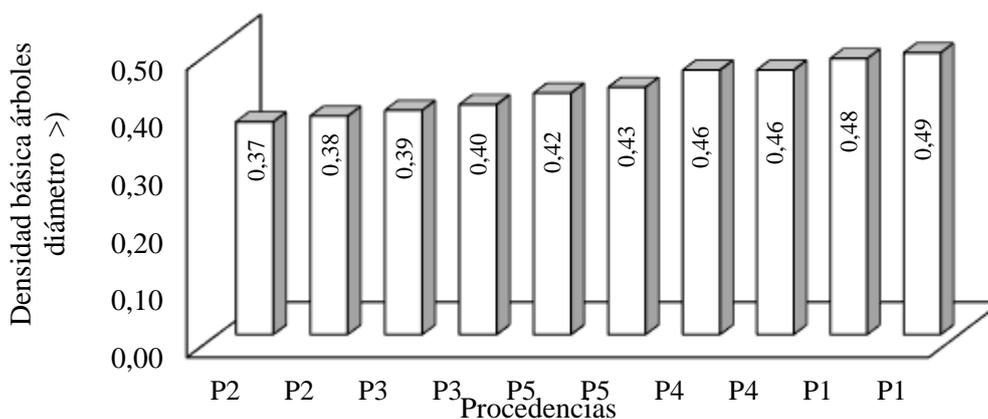


Gráfico 12. Comparación de medias para la densidad básica de árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis*

En el gráfico 12 se muestra que la procedencia 2 difiere de la procedencia 1 en un 0,12% de la densidad básica de árboles con diámetro mayor

La densidad en verde obtenida en la presente investigación fue de $0,84 \text{ g/cm}^3$; si se compara con los datos obtenidos por (Juera, 2015) quien trabajo en *Eucalyptus saligna* de una edad de 9 años en una zona de transición obtuvo $0,84 \text{ g/cm}^3$ probablemente esto se atribuye a que las plantaciones más jóvenes en la región costa tienen mayor densidad a una menor edad

La densidad básica obtenida en la presente investigación fue de $0,37 \text{ g/cm}^3$ lo cual indica que la madera en estudio tiene una densidad baja según la clasificación de (Vizcarra, 1988 citado por Rivera, 2014); si se compara con los resultados obtenidos por (Games, 2009) quien trabajó con la especie *Calycophyllum spruceanum* "Capirona" fue de $0,65 \text{ g/cm}^3$, estos superan a los valores que determinamos en el trabajo; probablemente se atribuye a que es diferente región, condiciones climáticas y especie

Los valores obtenidos para la densidad de *Eucalyptus urograndis* son menores a 1 g/cm^3 , los cuales son menores a la densidad del agua.

E. POTENCIAL HIDRÓGENO (pH)

Cuadro 32. Promedio de pH

CODIFICACIÓN	pH
L1 \bar{x} A1	6,00
L1 \bar{x} A2	6,10
L1>A1	5,96
L1>A2	5,03
L2 \bar{x} A1	4,19
L2 \bar{x} A2	4,83
L2>A1	4,77
L2>A2	5,83
L3 \bar{x} A1	5,42
L3 \bar{x} A2	5,40
L3>A1	5,35
L3>A2	5,55
L4 \bar{x} A1	6,57
L4 \bar{x} A2	7,03
L4>A1	5,21
L4>A2	5,45
L5 \bar{x} A1	6,22
L5 \bar{x} A2	6,50
L5>A1	5,65
L5>A2	5,76

L1= Procedencia 1

\bar{x} = Árbol con diámetro Promedio

>= Árbol con diámetro Máximo

A1= Altura DAP

A2= Altura Comercial

1. **Potencial Hidrógeno (pH) para árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis***

Cuadro 33. Análisis de varianza para el pH de árboles promedio de *Eucalyptus urograndis*

FV	S.C	GL	CM	FISHER		SIGNIFICANCIA
				Calc.	0,05	
Procedencia	12,75	4	3,19	<0,0001	43,64	Ns
Altura toma de muestras	0,00012	1	0,00012	<0,0001	0,00170	Ns
Procedencia* Altura toma de muestras	0,01	4	0,00027	0,9678	0,04	*
Error	0,73	10	0,07	0,9970		
Total	13,49	19				
CV	4,64					

FV.= Fuente de variación

S.C.= Suma de cuadrados

C.M.= Cuadrado medio

Ns= No significativo

CV%= Coeficiente de Variación %

G.L.= Grados de libertad

Calc.= Calculado

*= Significativo

Según el análisis de varianza para la determinación del (pH) para los árboles con diámetros promedio se registró diferencia significativa en la procedencia por la altura de toma de muestras; debido a que los valores calculados son mayores a los valores tabulados. Por lo cual se procedió a separar las medias.

Con un coeficiente de variación de 4,64%

Cuadro 34. Separación de medias según Duncan al 5 % para el pH de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis*

ALTURA DE TOMA DE MUESTRAS	PROCEDENCIAS	MEDIA(pH)	RANGO
ALTURA DAP	P2	4,50	A
ALTURA COMERCIAL	P2	4,52	A
ALTURA DAP	P3	5,41	B
ALTURA COMERCIAL	P3	5,42	B
ALTURA DAP	P1	6,01	BC
ALTURA COMERCIAL	P1	6,10	C
ALTURA DAP	P5	6,34	CD
ALTURA COMERCIAL	P5	6,38	CD
ALTURA DAP	P4	6,78	D
ALTURA COMERCIAL	P4	6,82	D

P1= procedencia 1

Una vez realizada la separación de medias según Duncan al 5 % se determinó que existen 6 rangos de significancia para el pH de árboles promedio (A, B, BC, C, CD, D); en el rango A está la procedencia 2 con una media de 4,50 y en el rango D se ubicó la procedencia 4 con una media de 6,82 de pH.

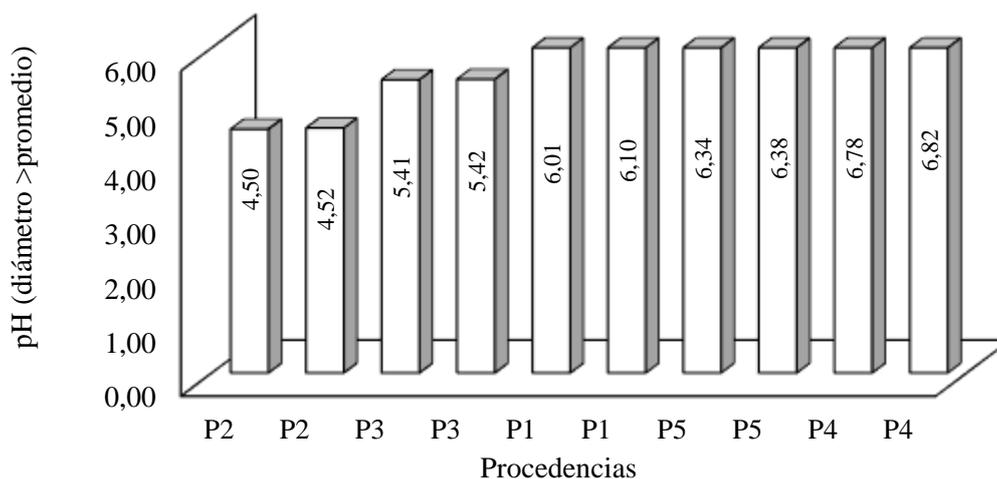


Gráfico 13. Comparación de medias para el pH de árboles con diámetro promedio de *Eucalyptus urograndis*

En el gráfico 13 se aprecia la diferencia que existe entre la procedencia 2 y la procedencia 4 en cuanto al pH, la misma que es de 3,32 %.

2. **Potencial Hidrógeno (pH) para árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis***

Cuadro 35. Separación de medias según Duncan al 5 % para el pH de árboles con diámetro máximo de *Eucalyptus urograndis*

FV	S.C	GL	CM	FISHER		SIGNIFICANCIA
				Calc.	0,05	
Procedencia	0,4	4	0,05	0,7507	0,48	Ns
Altura toma de muestras	5,0E-04	1	0,10	0,9621	2,4E-03	Ns
Procedencia* Altura toma de muestras	2,70E-03	4	0,00050	>0,9999	3,1E-03	Ns
Error	2,11	10	0,00066			
Total	2,52	19	0,21			
CV	8,42					

FV.= Fuente de variación

Ns= No significativo

CV%= Coeficiente de Variación %

S.C.= Suma de cuadrados

C.M.= Cuadrado medio

G.L.= Grados de libertad

Calc.= Calculado

Una vez realizada el análisis de varianza para el pH de los árboles con diámetro máximo se registró que no existen diferencias significativas; debido a que los valores calculados no son mayores a los valores tabulados por lo cual no se realizó la separación de medias. Con un coeficiente de variación de 8,42 %

El pH de las partículas de la madera influye en el fraguado de los adhesivos, sobre todo para disminuir el tiempo de prensado de los tableros, que permite aprovechar mejor la capacidad de la prensa (Rüdiger, 1975). El pH obtenido fue de 4,5 es decir es ácido lo cual sería ideal para la fragua de los adhesivos

Con los resultados obtenidos en la presente investigación tomando los valores significativos correspondientes a la procedencia 2 (pH = 4,50), si se compara con los resultados de (Martínez, et al. 2006), quien alcanzó un pH de 5,37 en *E. camaldulensis* probablemente esta diferencia se atribuye a varios factores, entre ellos: las condiciones climáticas de la zona de corta de los árboles, la edad de la plantación, la especie, el tipo de suelo y condiciones edáficas. Además, este valor es similar al obtenido en la procedencia 3 en el cual se registró un pH de 5,41

Cuadro 36. Comparación de la densidad calculado con volumen por inmersión y volumen con pie de rey

PROBETAS	CODIFICACIÓN	POR INMERSIÓN	PIE DE REY	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	CV (%)
1	L1 \bar{x} A1	0,99	0,98	0,007	0,62
2	L1 \bar{x} A1	1,01	1,01	0,000	0,02
3	L1 \bar{x} A2	0,99	1,00	0,007	0,34
4	L1 \bar{x} A2	1,02	0,99	0,021	1,80
5	L1> A1	0,99	0,95	0,029	2,97
6	L1> A1	0,96	0,93	0,022	2,00
7	L1>A2	0,93	0,93	0,000	0,10
8	L1>A2	1,01	0,98	0,021	1,75
9	L2 \bar{x} A1	0,90	0,92	0,016	1,82
10	L2 \bar{x} A1	0,97	0,95	0,015	1,21
11	L2 \bar{x} A2	1,00	0,98	0,014	0,76
12	L2 \bar{x} A2	0,95	0,90	0,038	3,73
13	L2>A1	1,06	1,04	0,013	1,19
14	L2>A1	1,03	1,03	0,000	0,15
15	L2>A2	1,11	1,06	0,033	3,20
16	L2>A2	1,10	1,06	0,026	2,51
17	L3 \bar{x} A1	1,00	0,97	0,022	2,02
18	L3 \bar{x} A1	1,01	0,98	0,021	2,14
19	L3 \bar{x} A2	1,08	1,08	0,000	0,01
20	L3 \bar{x} A2	1,08	1,07	0,007	0,19
21	L3>A1	0,96	0,95	0,007	0,29
22	L3>A1	0,98	0,95	0,022	2,71
23	L3>A2	1,03	0,99	0,028	2,51
24	L3>A2	1,00	1,01	0,007	0,56
25	L4 \bar{x} A1	1,04	1,02	0,014	1,37
26	L4 \bar{x} A1	1,01	1,00	0,007	1,22
27	L4 \bar{x} A2	0,97	1,01	0,029	2,66
28	L4 \bar{x} A2	1,01	1,01	0,000	0,15
29	L4>A1	1,07	1,05	0,013	1,26
30	L4>A1	1,04	1,07	0,020	1,95
31	L4>A2	1,08	1,05	0,020	2,12
32	L4>A2	1,10	1,07	0,020	1,98
33	L5 \bar{x} A1	1,06	1,04	0,013	1,09
34	L5 \bar{x} A1	1,05	1,02	0,020	2,11
35	L5 \bar{x} A2	1,08	1,07	0,007	0,64
36	L5 \bar{x} A2	1,03	1,06	0,020	2,31
37	L5>A1	1,02	1,00	0,014	1,72
38	L5>A1	1,02	1,01	0,007	0,81
39	L5>A2	1,04	1,06	0,013	0,78
40	L5>A2	1,05	1,08	0,020	1,53

L1= Procedencia 1; \bar{x} = Árbol con diámetro Promedio;>= Árbol con diámetro Máximo; A1= Altura DAP; A2= Altura Comercial

El cuadro 36 indica la densidad de los árboles con diámetro promedio y diámetro máximo de las cinco procedencias de *Eucalyptus urograndis* calculado según la norma ASTM D2395-07a con volumen por inmersión y medido con pie de rey se determinó la desviación estándar y el coeficiente de variación con la finalidad de conocer la homogeneidad de los datos. Según (Galindo, 2015) establece que hasta un 7.00% de coeficiente de variación es aceptado como homogéneo y el valor obtenido en la presente investigación fue de 3,73 % como máximo el valor de coeficiente de variación, por tanto, estos valores son homogéneos y están dentro del rango establecido

VI. CONCLUSIONES

Al finalizar la investigación podemos concluir que:

1. El inventario se realizó en cada una de las parcelas con las procedencias previamente establecidas en el cual se hizo una selección de los arboles tomando en cuenta el diámetro mínimo de 5 cm en la altura comercial.
2. Las muestras se analizaron en el laboratorio obteniendo los siguientes resultados en cuanto a contenido de humedad seco al horno, nos muestra resultados significativos para la procedencia 2 en arboles promedio, la cual tiene una diferencia de 67,15 % de pérdida de humedad en comparación a la procedencia 1 y de igual manera la procedencia 2 en arboles con diámetro máximo que difiere en 42,46% de la procedencia 1.

En el contenido de humedad seco al aire se obtuvo que la procedencia 2 es significativa para árboles promedio con una diferencia de 55,83 % de la procedencia 1 y para árboles con diámetro máximo la procedencia 2 tiene una variación de 44,30 % de la procedencia 1.

Con los resultados obtenidos para la densidad verde para árboles con diámetro promedio se determina que existe una diferencia de $0,11 \text{ g/cm}^3$ entre la procedencia 2 y la procedencia 1.

Para la densidad seca al horno y seca al aire prevalece la procedencia 2 del resto de procedencias en estudio, obteniendo que las probetas secas al aire son más densas que las probetas secas al horno, tanto en árboles con diámetro promedio y con diámetro máximo.

En cuanto a la densidad básica de árboles con diámetros promedio se obtuvo una diferencia de $0,09 \text{ g/cm}^3$ entre la procedencia 2 y la procedencia 3; en árboles con diámetro máximo la diferencia es de $0,12 \text{ g/cm}^3$ entre la procedencia 2 y procedencia 1.

Los valores resultantes en cuanto al pH de la madera de *Eucalyptus urograndis* va desde ácido a neutro, indicando que el pH de los árboles de la procedencia 2 es el más ácido con 4,5 en árboles con diámetro promedio.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la presente investigación las propiedades físicas-químicas en estudio (Contenido de humedad, densidad y pH) de *Eucalyptus urgrandis* varían entre procedencias, cumpliéndose la hipótesis alternante y desestimando la hipótesis nula.

VII. RECOMENDACIONES

- 1.** Se recomienda realizar investigaciones similares considerando la edad de los árboles, y la época de recolección de muestras debido a que las condiciones climáticas influyen en la determinación del contenido de humedad y por ende la densidad de la madera
- 2.** Continuar con la investigación para determinar la edad adecuada para el mejor aprovechamiento de la plantación
- 3.** Realizar investigaciones sobre pH en árboles de *Eucalyptus urograndis* de edades jóvenes para tener una base de datos y sean fuentes de comparación

VIII. RESUMEN

La presente investigación propuso: evaluar las propiedades físicas - químicas de *Eucalyptus urograndis* (Eucalipto), en el sector Fumisa, cantón Buena Fe, provincia de Los Ríos; donde se realizó la georreferenciación del área de estudio para la selección de las parcelas considerando los diámetros promedio y máximo de cada una de las cinco procedencias; las trozas se obtuvieron a la altura del DAP y altura comercial, posteriormente se realizó probetas de 3x4x7 (cm), resultando ocho probetas por cada árbol de las cuales se utilizaron 4 para contenido de humedad seco al horno el cual se realizó a una temperatura 103°C con intervalos de 3 horas, dando un total de 6 mediciones hasta que la diferencia entre medidas no varíe significativamente, las mediciones se realizaron cuando las probetas alcanzaban la temperatura ambiente; y 4 para seco al aire las mismas que se colocaron a temperatura ambiente por 60 días. Se determinó la densidad en verde, seca al horno, seca al aire y la densidad básica. Para la determinación del pH se recogió el aserrín mismo que fue mezclado con agua destilada y para su lectura en el pH metro. Además, se realizó una comparación entre la densidad obtenida por inmersión y medida con pie de rey digital. Obteniendo resultados significativos en la procedencia 2 para contenido de humedad, densidad y pH

Palabras clave: PROPIEDADES FÍSICAS - QUÍMICAS - CONTENIDO DE HUMEDAD DE LA MADERA- TECNOLOGÍA DE LA MADERA.



IX. ABSTRACT

The current research work proposed to evaluate the physical-chemical properties of *Eucalyptus urograndis* (Eucalyptus) of Fumisa, located in the Buena Fe County, Los Ríos Province through the georeferencing about the study area for the selection of plots considering the average and maximum diameters of each of the five provenances. The pieces of wood were obtained at the height of the DAP and commercial height. After that, it made samples of 3x4x7 (cm), obtaining eight test tubes for each tree of which, 4 were used for drying moisture content in the furnace that was made at a temperature of 103°C with intervals of 3 hours, giving a total of 6 measurements until the difference between measurements does not vary significantly. The measurements were made when the test tubes reached room temperature for 60 days. On the other hand, it determined the density in green, dried in the furnace, air dried and basic density. To determine the pH, it collected the wood sawdust which was mixed with distilled water and for its reading at the pH meter. In addition, it made a comparison between the density obtained by immersion and measured with digital measuring caliper obtaining results in provenance 2 for moisture content, density and pH.

Key words: PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES, WOOD MOISTURE CONTENT, WOOD TECHNOLOGY



X. BIBLIOGRAFÍA

1. Albin, R. (1975). *Determinación del pH en diversas especies de los renovales de la provincia de Valdivia*. Bosque,1, 3-4. Valdivia - Chile.
2. Ananías R. (1992). *Física de la madera*. Departamento de Ingeniería en Maderas. Universidad del Bio-Bio. Chile. p. 41
3. Aróstegui A. (1982). *Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de madera peruanas*. Documento de trabajo N° 2. Proyecto PNUD/FAO7PER/81/002. Lima - Perú. p. 57
4. Basse, K. (1992). *Estudio y elaboración de fichas técnicas de especies de importancia forestal en zonas tropicales*. Madrid - España. p. 243
5. Campbell, P., Comiskey, F., Dallmeier, P., Nuñez., H., Beltran, S., Baldeon, W., & Nauray, R. (2002). *Modified Whittaker plots as an assessment and monitoring tool for vegetation in a lowland tropical rainforest*. *Environmental Monitoring and Assessment*. p. 120
6. Campos E. (2006). *Variación de la densidad básica de la madera, en siete familias de Larix decidua Miller*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Forestales. Valdivia. Fecha de consulta: 10 de marzo de 2018. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/fifc186v/doc/fifc186v.pdf>.
7. Caillez, F. (1980). *Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos*. Roma: IT, FAO. p. 33
8. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. (1994). *Eucalyptus grandis Hill ex Maid, Especie de árbol de uso múltiple en américa central*. Costa Rica. Proyecto disseminación del cultivo de árboles de

uso múltiple. Informe Técnico N° 235. Colección de Guías Silviculturales N° 15. p. 34

9. Cisternas, P. (1994). *Conversión de densidades de la madera*. Ciencia e investigación forestal, 8(2), 300-315.
10. Comiskey, J., Dallmeier, F., & Mistry, S. (1999). *Protocolo de muestreo de vegetación para la Selva Maya*. Monitoreo biológico en la Selva Maya. US Man and the Biosphere, Tropical Ecosystem Directorate y Wildlife Conservation Society. Guatemala. pp. 18-27
11. Cuevas E. (2003). *Propiedades físicas y mecánicas de la madera*. Material de apoyo en propiedades físicas y mecánica. (Tesis de grado. Ingeniero en Industrias de la Madera). Universidad de Talca. Escuela de Ingeniería en Industrias de Madera. p. 68. Fecha de consulta: 06 de abril de 2017. Disponible en: dspace.otalca.cl/retrieve/6282/diaz_mendez.pdf.
12. Dauber, E. (1995). *Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento*. Santa Cruz. Bol, Proyecto BOLFOR.
13. Díaz, P. (2005). *Evaluación de propiedades físicas y mecánicas de madera de Nothofagus glauca (Hualo) proveniente de la zona de Cauquenes* (Tesis de grado. Ingeniero en industrias de la Madera). Universidad de Talca - Chile. Fecha de consulta: 01 de abril de 2017. Disponible en: http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/2305/1/diaz_mendez.pdf
14. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2006). *Evaluación de recursos forestales mundiales*. FRA 2005. Estudio FAO Montes. Roma. p. 147
15. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (1981). *El eucalipto en la repoblación forestal*. p. 776. Fecha de consulta: 22 de abril de 2017. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/018/ac459s/ac459s.pdf>

16. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Argentina. (2012). *Manual para Productores de Eucalipto en la Mesopotamia Argentina. Propiedades de la madera de eucalipto*. 1995 publicación original. Fecha de consulta: 07 de febrero de 2017. Disponible en: http://inta.gob.ar/documentos/manual-para-productores-de-eucaliptos-de-lamesopotamiaargentina1/at_multi_download/file/INTA_manual%20forestal_cap28.pdf.
17. Juella, T. (2015). *Caracterización de las propiedades físicas de la madera e Eucalyptus saligna Smith en la provincia de Loja* (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja. Fecha de consulta: 19 de marzo de 2018. Disponible en: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/11635/1/Tesis%20Gabriela%20Juella%20.pdf>
18. Martínez, N., Pedraza, E., Albarrán, P., Colodette, J., & Rutiaga, J. (2006) *Composición química de cuatro eucaliptos, de una plantación experimental en Morelia - México*. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Apartado Postal 580. C.P. 58000 Morelia – Michoacán - México.
19. Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de clasificación de los ecosistemas del Ecuador Continental*. Subsecretaría de Patrimonio Natural - Quito.
20. Paguay, I. (2013). *Determinación de las propiedades físicas y mecánicas de tres especies forestales andinas: platuquero (Styloceras sp), yagual (Polylepis racemosa), nogal (Juglans neotropica)*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Fecha de consulta: 26 de enero de 2017. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2788/1/33T0109%20PAGUAY%20PAULINA.pdf>

21. Pérez, V. (1983). *Manual de propiedades físicas y mecánicas de maderas chilenas*. Corporación Nacional Forestal. Santiago - Chile.
22. Proaño, P. (2013). *Estudio de impacto ambiental para el diseño definitivo del puente camarones, ubicado sobre el río Quevedo y localizado en la vía Fumisa – Los Vergeles – provincia de Los Ríos*. Quevedo - Ecuador. p. 10. Fecha de consulta: 02 de abril de 2018. Disponible en: https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5890/7/Estudio_de_Impacto_Ambiental.pdf
23. Puchaicela, C. (2013). *Estudio de la estructura anatómica y propiedades físico-mecánicas de cinco especies maderables en bosques secundarios del cantón Zamora*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal). Universidad Nacional de Loja-Loja - Ecuador. p. 161
24. Rivera, S. (2014). *Variación del contenido de humedad y cambio dimensional en Diferentes Alturas de Fuste de Bolaina Blanca (Guazuma crinita Mart.) En la Zona Tingo María*. Perú.
25. Rüdiger Albin, A. (1975). *Determinación del pH en diversas especies de los Bosques renovables de la provincia de Valdivia-Chile*. (Tesis de grado. Ingeniero Forestal) Universidad austral de Chile. Facultad de Ingeniería Forestal. Fecha de consulta: 02 de abril de 2018. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/363867808/INFLUENCIA-DE-LA-ACIDEZ-EN-LA-MADERA-docx>
26. Schönau, A. (1999). *Role of Eucalypt plantations in timber supply and forest conservation in Sub-Saharan Africa*. South African Forestry Journal (República de Sudáfrica) N° 156:(56-60). Presentado en IUFRO World Congress

27. Silva, J. (2006). *Determinación de las características anatómicas y propiedades físicas de la madera de la especie forestal Madero Negro (Tabebuia billbergii) o Guayacán.* (Tesis de grado. Ingeniero forestal). Fecha de consulta: 26 de enero de 2017. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos71/comparacion-caracteristicas-maderamadero-negro/comparacion-caracteristicas-madera-madero-negro2.shtml>

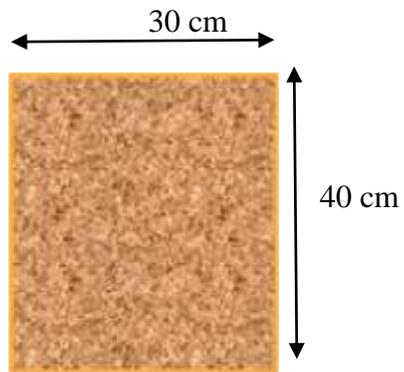
28. Vinueza, M. (octubre de 2012). *Ficha técnica de especies forestales del Ecuador.* Fecha de consulta: 30 de enero de 2017. Disponible en: <http://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-10-eucalipto/>

29. Zavala, M., Sandoval, C. (1997). *Resultados de 10 años de investigación silvicultural del proyecto Madeleña en Honduras.* Turrialba - Costa Rica

XI. ANEXOS

ANEXO 1. Diseño de las probetas de acuerdo a las normas establecidas en la investigación

VISTA FRONTAL



VISTA LATERAL



PERSPECTIVA



ANEXO 2. Pesos de probetas secadas al horno a 103° C cada 3 horas

PROBETAS	CODIFICACIÓN	PV	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	15 horas	18 horas
1	L1 \bar{x} A1	81,90	66,40	55,18	44,09	34,19	28,59	28,29
2	L1 \bar{x} A1	85,20	70,00	58,78	47,12	36,66	30,06	29,66
3	L1 \bar{x} A2	87,46	71,69	60,37	49,38	38,49	31,43	31,33
4	L1 \bar{x} A2	86,70	69,53	58,16	47,66	37,18	29,65	29,35
5	L1>A1	84,01	66,42	55,49	46,15	37,31	32,63	32,53
6	L1>A1	82,66	66,11	56,53	47,79	39,25	32,87	32,27
7	L1>A2	79,01	57,15	50,27	40,10	34,54	31,07	30,85
8	L1>A2	85,54	61,89	51,93	44,79	38,78	34,55	33,89
9	L2 \bar{x} A1	77,02	61,76	52,60	44,75	37,39	32,93	32,51
10	L2 \bar{x} A1	82,30	69,01	58,40	49,72	41,33	35,19	35,05
11	L2 \bar{x} A2	83,63	64,27	56,03	48,64	40,88	39,99	39,55
12	L2 \bar{x} A2	77,58	63,54	55,63	48,81	41,71	36,68	35,98
13	L2>A1	91,07	77,55	70,03	62,97	54,31	45,58	44,82
14	L2>A1	87,44	74,83	67,02	59,96	50,78	42,93	42,74
15	L2>A2	94,17	77,97	65,92	56,04	46,42	40,92	40,20
16	L2>A2	93,11	77,28	66,00	56,96	48,17	42,18	41,41
17	L3 \bar{x} A1	86,61	65,69	56,30	49,63	43,23	39,04	38,62
18	L3 \bar{x} A1	87,06	68,33	57,95	50,76	44,12	39,67	39,21
19	L3 \bar{x} A2	91,60	75,52	62,60	52,76	43,99	38,72	38,06
20	L3 \bar{x} A2	91,52	73,73	61,39	52,51	43,76	38,25	37,58
21	L3>A1	82,40	68,33	59,36	50,66	41,27	31,80	31,35
22	L3>A1	83,71	70,55	61,35	52,44	42,81	34,07	33,58
23	L3>A2	86,38	71,27	60,65	51,21	42,31	36,13	35,48
24	L3>A2	84,89	69,09	58,36	49,37	40,77	34,87	34,40
25	L4 \bar{x} A1	88,34	69,90	57,31	46,30	36,12	30,92	30,67
26	L4 \bar{x} A1	86,24	62,56	60,02	49,66	39,44	32,34	32,10
27	L4 \bar{x} A2	65,03	53,11	44,57	36,35	25,88	23,86	23,60
28	L4 \bar{x} A2	64,73	52,79	44,16	35,46	24,94	22,64	22,35
29	L4>A1	91,97	77,38	68,48	59,58	49,01	39,83	39,11
30	L4>A1	92,48	75,14	65,65	57,25	46,96	38,98	38,14
31	L4>A2	90,92	75,46	65,17	56,11	47,29	41,30	40,32
32	L4>A2	92,76	75,45	65,53	56,60	47,75	41,81	41,56
33	L5 \bar{x} A1	91,26	76,81	65,25	52,73	41,20	34,03	33,47
34	L5 \bar{x} A1	89,44	73,75	61,50	49,47	39,39	33,28	32,98
35	L5 \bar{x} A2	90,46	71,22	59,34	49,20	37,73	34,23	34,10
36	L5 \bar{x} A2	89,22	72,88	63,19	54,29	45,31	38,19	37,77
37	L5>A1	86,73	72,49	63,72	55,24	45,11	35,31	35,05
38	L5>A1	86,61	71,52	63,62	54,04	43,67	34,24	34,06
39	L5>A2	88,73	69,41	58,28	49,25	40,89	36,67	36,45
40	L5>A2	90,62	69,91	58,15	48,86	41,15	37,74	37,52

PV= Peso verde

L1= Procedencia 1

\bar{x} = Árbol con diámetro Promedio

>= Árbol con diámetro Máximo

A1= Altura DAP

A2= Altura Comercial

ANEXO 3. Contenido de humedad secado al horno cada 3 horas

PROBETAS	CODIFICACIÓN	3 horas	6 horas	9 horas	12 horas	15 horas	18 horas
1	L1 \bar{x} A1	23,34	48,42	85,76	139,54	186,46	189,50
2	L1 \bar{x} A1	21,71	44,95	73,81	132,41	183,43	187,26
3	L1 \bar{x} A2	22,00	44,87	65,86	127,23	178,27	179,16
4	L1 \bar{x} A2	24,69	49,07	71,84	133,19	192,41	195,40
5	L1> A1	26,48	51,40	77,46	125,17	157,46	158,25
6	L1> A1	25,03	46,22	71,37	110,60	151,48	156,15
7	L1>A2	38,25	57,17	104,24	128,75	154,30	156,11
8	L1>A2	38,21	64,72	82,85	120,58	147,58	152,40
9	L2 \bar{x} A1	24,71	46,43	83,02	105,99	133,89	136,91
10	L2 \bar{x} A1	19,26	40,92	64,72	99,13	133,87	134,81
11	L2 \bar{x} A2	30,12	49,26	68,38	104,57	109,13	111,45
12	L2 \bar{x} A2	22,10	39,46	67,79	86,00	111,50	115,62
13	L2>A1	17,43	30,04	30,06	67,69	99,80	103,19
14	L2>A1	16,85	30,47	36,59	72,19	103,68	104,59
15	L2>A2	20,78	42,85	46,15	102,87	130,13	134,25
16	L2>A2	20,48	41,08	43,79	93,29	120,74	124,85
17	L3 \bar{x} A1	31,85	53,84	65,02	100,35	121,85	124,26
18	L3 \bar{x} A1	27,41	50,23	61,35	97,33	119,46	122,04
19	L3 \bar{x} A2	21,29	46,33	55,23	108,23	136,57	140,67
20	L3 \bar{x} A2	24,13	49,08	55,97	109,14	139,27	143,53
21	L3>A1	20,59	38,81	61,67	99,66	159,12	162,84
22	L3>A1	18,65	36,45	56,18	95,54	145,70	149,29
23	L3>A2	21,20	42,42	59,93	104,16	139,08	143,46
24	L3>A2	22,87	45,46	65,89	108,22	143,45	146,77
25	L4 \bar{x} A1	26,38	54,14	76,89	144,57	185,71	188,03
26	L4 \bar{x} A1	37,85	43,69	64,92	118,66	166,67	168,66
27	L4 \bar{x} A2	22,44	45,91	125,31	151,28	172,55	175,55
28	L4 \bar{x} A2	22,62	46,58	130,96	159,54	185,91	189,62
29	L4>A1	18,86	34,30	37,46	87,66	130,91	135,16
30	L4>A1	23,08	40,87	43,06	96,93	137,25	142,48
31	L4>A2	20,49	39,51	45,96	92,26	120,15	125,50
32	L4>A2	22,94	41,55	44,70	94,26	121,86	123,20
33	L5 \bar{x} A1	18,81	39,86	55,32	121,50	168,18	172,66
34	L5 \bar{x} A1	21,27	45,43	65,55	127,06	168,75	171,19
35	L5 \bar{x} A2	27,01	52,44	66,46	139,76	164,27	165,28
36	L5 \bar{x} A2	22,42	41,19	50,86	96,91	133,62	136,22
37	L5>A1	19,64	36,11	48,26	92,26	145,62	147,45
38	L5>A1	21,10	36,14	51,55	98,33	152,95	154,29
39	L5>A2	27,83	52,25	66,29	117,00	141,97	143,43
40	L5>A2	29,62	55,84	67,62	120,22	140,12	141,52

L1= Procedencia 1

\bar{x} = Árbol con diámetro Promedio

>= Árbol con diámetro Máximo

A1= Altura DAP

A2= Altura Comercial

ANEXO 4. Densidad seca al horno

DENSIDAD							
PROBETAS	MASA (verde)	MASA (seco)	V. (verde)	V. (seco)	D. VERDE (gr/cm ³)	SECO AL HORNO (gr/cm ³)	DENSIDAD BÁSICA
1	81,90	28,29	83,23	72,45	0,98	0,39	0,34
2	85,20	29,66	84,03	68,84	1,01	0,43	0,35
3	87,46	31,33	87,58	73,34	1,00	0,43	0,36
4	86,70	29,35	87,19	72,66	0,99	0,40	0,34
5	84,01	32,53	88,64	74,37	0,95	0,44	0,37
6	82,66	32,27	88,46	74,68	0,93	0,43	0,36
7	79,01	30,85	84,88	71,82	0,93	0,43	0,36
8	85,54	33,89	87,13	75,51	0,98	0,45	0,39
9	77,02	32,51	83,82	75,54	0,92	0,43	0,39
10	82,30	35,05	86,46	75,97	0,95	0,46	0,41
11	83,63	39,55	84,91	73,96	0,98	0,53	0,47
12	77,58	35,98	86,44	72,27	0,90	0,50	0,42
13	91,07	44,82	87,46	72,06	1,04	0,62	0,51
14	87,44	42,74	84,82	70,67	1,03	0,60	0,50
15	94,17	40,20	88,93	74,22	1,06	0,54	0,45
16	93,11	41,41	88,07	72,38	1,06	0,57	0,47
17	86,61	38,62	89,52	75,74	0,97	0,51	0,43
18	87,06	39,21	88,65	75,30	0,98	0,52	0,44
19	91,60	38,06	85,02	72,38	1,08	0,53	0,45
20	91,52	37,58	85,22	72,87	1,07	0,52	0,44
21	82,40	31,35	86,36	73,13	0,95	0,43	0,36
22	83,71	33,58	88,32	72,36	0,95	0,46	0,38
23	86,38	35,48	87,03	72,01	0,99	0,49	0,41
24	84,89	34,40	84,33	68,31	1,01	0,50	0,41
25	88,34	30,67	86,66	71,55	1,02	0,43	0,35
26	86,24	32,10	86,47	73,33	1,00	0,44	0,37
27	65,03	23,60	64,53	52,29	1,01	0,45	0,37
28	64,73	22,35	63,86	53,64	1,01	0,42	0,35
29	91,97	39,11	87,54	74,41	1,05	0,53	0,45
30	92,48	38,14	86,57	72,57	1,07	0,53	0,44
31	90,92	40,32	86,56	73,42	1,05	0,55	0,47
32	92,76	41,56	86,39	73,80	1,07	0,56	0,48
33	91,26	33,47	87,34	72,67	1,04	0,46	0,38
34	89,44	32,98	87,57	72,86	1,02	0,45	0,38
35	90,46	34,10	84,77	71,83	1,07	0,47	0,40
36	89,22	37,77	84,20	70,17	1,06	0,54	0,45
37	86,73	35,05	87,09	72,30	1,00	0,48	0,40
38	86,61	34,06	85,97	70,93	1,01	0,48	0,40
39	88,73	36,45	84,07	72,86	1,06	0,50	0,43
40	90,62	37,52	84,15	70,25	1,08	0,53	0,45

ANEXO 5. Densidad seca al aire

PROBETAS	CODIFICACIÓN	MASA (seco)	V. (seco)	D. SECO (gr/cm ³)
1	L1 \bar{x} A1	32,83	76,01	0,43
2	L1 \bar{x} A1	32,49	75,57	0,43
3	L1 \bar{x} A2	34,80	82,57	0,42
4	L1 \bar{x} A2	33,21	79,87	0,42
5	L1>A1	34,70	80,01	0,43
6	L1>A1	37,30	79,81	0,47
7	L1>A2	39,68	79,23	0,50
8	L1>A2	38,79	79,02	0,49
9	L2 \bar{x} A1	37,96	79,03	0,48
10	L2 \bar{x} A1	38,25	78,86	0,49
11	L2 \bar{x} A2	38,59	80,63	0,48
12	L2 \bar{x} A2	40,37	77,98	0,52
13	L2>A1	46,02	79,69	0,58
14	L2>A1	46,59	78,87	0,59
15	L2>A2	45,91	77,40	0,59
16	L2>A2	47,06	78,47	0,60
17	L3 \bar{x} A1	43,64	79,78	0,55
18	L3 \bar{x} A1	44,04	79,78	0,55
19	L3 \bar{x} A2	42,45	77,48	0,55
20	L3 \bar{x} A2	43,09	77,53	0,56
21	L3>A1	32,85	78,70	0,42
22	L3>A1	32,47	78,75	0,41
23	L3>A2	37,77	75,41	0,50
24	L3>A2	40,00	75,80	0,53
25	L4 \bar{x} A1	34,39	79,41	0,43
26	L4 \bar{x} A1	35,82	80,96	0,44
27	L4 \bar{x} A2	26,46	59,21	0,45
28	L4 \bar{x} A2	26,94	58,59	0,46
29	L4>A1	38,69	77,94	0,50
30	L4>A1	40,53	77,10	0,53
31	L4>A2	45,23	75,92	0,60
32	L4>A2	44,54	75,89	0,59
33	L5 \bar{x} A1	39,96	76,12	0,52
34	L5 \bar{x} A1	36,36	79,56	0,46
35	L5 \bar{x} A2	39,28	79,10	0,50
36	L5 \bar{x} A2	39,25	77,81	0,50
37	L5>A1	38,57	79,67	0,48
38	L5>A1	41,38	79,68	0,52
39	L5>A2	37,87	76,57	0,49
40	L5>A2	37,93	76,19	0,50

L1= Procedencia 1

\bar{x} = Árbol con diámetro Promedio

>= Árbol con diámetro Máximo

A1= Altura DAP

A2= Altura Comercial

ANEXO 6. Potencial Hidrogeno (pH)

PROBETAS	CODIFICACIÓN	pH
1	L1 \bar{x} A1	5,90
2	L1 \bar{x} A1	6,10
3	L1 \bar{x} A2	6,11
4	L1 \bar{x} A2	6,09
5	L1> A1	5,94
6	L1> A1	5,98
7	L1>A2	5,05
8	L1>A2	5,00
9	L2 \bar{x} A1	4,20
10	L2 \bar{x} A1	4,17
11	L2 \bar{x} A2	4,80
12	L2 \bar{x} A2	4,86
13	L2>A1	4,75
14	L2>A1	4,79
15	L2>A2	5,85
16	L2>A2	5,81
17	L3 \bar{x} A1	5,41
18	L3 \bar{x} A1	5,43
19	L3 \bar{x} A2	5,42
20	L3 \bar{x} A2	5,38
21	L3>A1	5,37
22	L3>A1	5,33
23	L3>A2	5,58
24	L3>A2	5,51
25	L4 \bar{x} A1	6,60
26	L4 \bar{x} A1	6,54
27	L4 \bar{x} A2	7,03
28	L4 \bar{x} A2	7,02
29	L4>A1	5,22
30	L4>A1	5,20
31	L4>A2	5,43
32	L4>A2	5,47
33	L5 \bar{x} A1	6,24
34	L5 \bar{x} A1	6,19
35	L5 \bar{x} A2	6,51
36	L5 \bar{x} A2	6,49
37	L5> A1	5,65
38	L5> A1	5,64
39	L5> A2	5,75
40	L5> A2	5,76

L1= Procedencia 1

\bar{x} = Árbol con diámetro Promedio

>= Árbol con diámetro Máximo

A1= Altura DAP

A2= Altura Comercial

ANEXO 7. Contenido de humedad secado al aire

PROBETAS	CODIFICACIÓN	PESO VERDE (gr)	60 DÍAS (gr)	SECO AL AIRE(gr/cm ³)
1	L1 \bar{x} A1	82,26	32,83	150,56
2	L1 \bar{x} A1	82,67	32,49	154,45
3	L1 \bar{x} A2	86,35	34,80	148,13
4	L1 \bar{x} A2	82,76	33,21	149,20
5	L1> A1	74,83	34,70	115,65
6	L1> A1	78,39	37,30	110,16
7	L1>A2	77,90	39,68	96,32
8	L1>A2	74,68	38,79	92,52
9	L2 \bar{x} A1	78,05	37,96	105,61
10	L2 \bar{x} A1	77,89	38,25	103,63
11	L2 \bar{x} A2	77,46	38,59	100,73
12	L2 \bar{x} A2	76,04	40,37	88,36
13	L2>A1	89,42	46,02	94,31
14	L2>A1	89,93	46,59	93,02
15	L2>A2	91,71	45,91	99,76
16	L2>A2	91,21	47,06	93,82
17	L3 \bar{x} A1	81,72	43,64	87,26
18	L3 \bar{x} A1	81,76	44,04	85,65
19	L3 \bar{x} A2	89,86	42,45	111,68
20	L3 \bar{x} A2	91,06	43,09	111,33
21	L3>A1	84,07	32,85	155,92
22	L3>A1	83,51	32,47	157,19
23	L3>A2	82,91	37,77	119,51
24	L3>A2	85,33	40,00	113,33
25	L4 \bar{x} A1	83,36	34,39	142,40
26	L4 \bar{x} A1	87,25	35,82	143,58
27	L4 \bar{x} A2	63,84	26,46	141,27
28	L4 \bar{x} A2	63,71	26,94	136,49
29	L4>A1	88,86	38,69	129,67
30	L4>A1	91,04	40,53	124,62
31	L4>A2	87,64	45,23	93,77
32	L4>A2	87,22	44,54	95,82
33	L5 \bar{x} A1	83,58	39,96	109,16
34	L5 \bar{x} A1	89,54	36,36	146,26
35	L5 \bar{x} A2	89,43	39,28	127,67
36	L5 \bar{x} A2	88,71	39,25	126,01
37	L5> A1	88,20	38,57	128,68
38	L5> A1	89,96	41,38	117,40
39	L5>A2	88,36	37,87	133,32
40	L5>A2	86,66	37,93	128,47

L1= Procedencia 1

A1= Altura DAP

A2= Altura Comercial

>= Árbol con diámetro Máximo

\bar{x} = Árbol con diámetro promedio

ANEXO 8. Reconocimiento del área de estudio y obtención de las trozas



ANEXO 9. Obtención de las probetas y del aserrín





ANEXO 10. Toma de muestras de suelo y homogenización



ANEXO 11. Secado de probetas en la estufa a 103°C



ANEXO 12. Determinación del pH



ANEXO 13. Probetas secas a aire



ANEXO 14. Determinación de la densidad en 400 ml de agua

