



Instituto de
Posgrado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN GESTIÓN SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS NATURALES

**SELECCION DEL ÁRBOL SOBRESALIENTE EN *Eucalyptus spp.* POR
SUS CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS Y PARAMÉTRICAS CON FINES
DE OBTENER GERMOPLASMA EN LA PARROQUIA SAN MATEO,
PROVINCIA DE ESMERALDAS**

**Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magister en
Gestión Sustentable de Recursos Naturales**

DIRECTOR:

ING. HUGO PAREDES RODRÍGUEZ M.Sc.

AUTOR:

ING. MILLER MAURICIO FLORES REINOSO

IBARRA – ECUADOR

2019

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Por el presente hago constar que he leído el Proyecto de Tesis de Maestría, presentado por el ciudadano MILLER MAURICIO FLORES REINOSO, para optar por el Grado de Magister den Gestión Sustentable de Recursos Naturales, cuyo título es: SELECCION DEL ÁRBOL SOBRESALIENTE EN *Eucalyptus spp.* POR SUS CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS Y PARAMÉTRICAS CON FINES DE OBTENER GERMOPLASMA EN LA PARROQUIA SAN MATEO, PROVINCIA DE ESMERALDAS.

En la ciudad de Ibarra, a 01 días del mes de octubre del 2019



Ing. Hugo Paredes R. MsC.

C. I: 1600285702

APROBACIÓN DEL JURADO

SELECCION DEL ÁRBOL SOBRESALIENTE EN *Eucalyptus spp.* POR SUS CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS Y PARAMÉTRICAS CON FINES DE OBTENER GERMOPLASMA EN LA PARROQUIA SAN MATEO, PROVINCIA DE ESMERALDAS.

Por: Miller Mauricio Flores Reinoso

Trabajo de grado aprobado en nombre de la Universidad Técnica del Norte por el siguiente Jurado, a los 01 días del mes de octubre del 2019



Ing. Hugo Paredes Rodríguez MsC.



Ing. Carlos Arcos Unigarro MsC.

DEDICATORIA

A mi madre Ana Luisa.

A Juan Ignacio.

Con hojas de roble



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1001281516		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Flores Reinoso Miller Mauricio		
DIRECCIÓN:	Cristóbal Colón 601 y Modesto Jaramillo		
EMAIL:	miller_floresrey@hotmail.com		
TELÉFONO FIJO:	062920462	TELÉFONO MÓVIL:	0992060733
DATOS DE LA OBRA			
TÍTULO:	SELECCIÓN DEL ÁRBOL SOBRESALIENTE EN <i>Eucaliptus spp.</i> POR SUS CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS Y PARAMÉTRICAS CON FINES DE OBTENER GERMOPLASMA EN LA PARROQUIA SAN MATEO, PROVINCIA DE ESMERALDAS		
AUTOR:	Flores Reinoso Miller Mauricio		
FECHA:	2019/10/01		
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO			
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO		
TÍTULO POR	MAGISTER EN GESTION SUSTENTABLE DE		

EL QUE OPTA:	RECURSOS NATURALES
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Hugo O. Paredes R. MsC.

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es la titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

En la ciudad de Ibarra, a los 01 días del mes de octubre del 2019

EL AUTOR

Miller Mauricio Flores Reinoso

C.I.: 1001281516

ÍNDICE DE CONTENIDOS

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Miller Mauricio Flores Reinoso

..... ii

APROBACIÓN DEL JURADO	iii
DEDICATORIA	iv
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
GLOSARIO DE TÉRMINOS	xii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xvi
CAPITULO I	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Contextualización del problema	1
1.2 Problema de investigación	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos.....	2
1.4 Preguntas de investigación.....	3
1.5 Justificación	3
CAPÍTULO II.....	5
2 MARCO TEÓRICO	5
2.1 Deforestación	5
2.2 Plantaciones forestales sostenibles	6
2.3 Clones ⁷	
2.4 Gases efecto Invernadero	10

2.5	Captura de carbono	11
2.6	VARIABLES FENOTÍPICAS.....	12
2.7	Finalidad de la selección.....	13
2.8	VARIABLES CUANTITATIVAS	15
2.9	VARIABLES CUALITATIVAS	15
CAPÍTULO III.....		16
3	MARCO METODOLÓGICO	16
3.1	Descripción del área de estudio	16
3.1.1	Localización del área de estudio	16
3.1.2	Ubicación geográfica del área de estudio.....	17
3.2	Tipo y diseño de la investigación.....	17
3.2.1	Tipo de Investigación	17
3.2.2	Método de investigación	17
3.2.3	Procedimiento de la investigación.....	17
3.3	Objetivo 1	18
3.4	Objetivo 2	18
3.5	Objetivo 3	20
3.6	Consideración de Bioética	20
CAPÍTULO IV		21
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
4.1	Identificación de la masa boscosa.....	21
4.1.1	Identificación de áreas diferentes en el sitio de estudio	21
4.1.2	Características de suelo diferentes	22

4.2	Características cualitativas de la muestra	25
4.3	Inventario Forestal	25
4.4	Características cuantitativas de los árboles.....	26
4.5	Resumen de los árboles favorecidos	33
CAPITULO V		34
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
5.1	Conclusiones	34
5.2	Recomendaciones	34
6	BIBLIOGRAFIA.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Contenido de (MO) y (N) por Rodal.	23
Tabla 2 Coeficientes de variación del total de los seleccionados y de cada uno de los lotes.	27
Tabla 3 Estadístico de los árboles seleccionados Rodal 1	28
Tabla 4 Determinación de la regresión aplicable, concordante con la diferencia	29
Tabla 5 Coeficiente de determinación.	30
Tabla 6 Distribución DAP.	31
Tabla 7 Distribución del Volumen.	31

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Plantación Eucalyptus spp.2006 Mutile</i>	<i>9</i>
<i>Figura 2. Plantación de clones Mutile.....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3. Área de plantación clones 2011 El Tigre - Mutile.....</i>	<i>10</i>
<i>Figura 4. Área de Estudio zona de Mutile</i>	<i>16</i>
<i>Figura 5. Lotes o Rodales del área de estudio</i>	<i>21</i>
<i>Figura 6. Dendrograma (cluster) vinculación media por grupos de N en ppm.</i>	<i>24</i>
<i>Figura 7. Dendrograma con vinculación media por grupos de MO%.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 8. Histograma de la distribución por Diámetros.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 9. Histograma de la distribución de Volumen.</i>	<i>28</i>
<i>Figura 10. Regresiones aplicadas. Lineal, Potencial, Exponencial X=DAP.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 11. Dendrograma de los 16 árboles de Eucalyptus spp. mediante distancias</i> <i>Euclidianas o parentesco entre posibles parejas diamétricas.</i>	<i>31</i>
<i>Figura 12. Dendrograma de los 16 árboles de Eucalyptus spp. usando distancias</i> <i>Euclidianas (Cluster) o parentesco entre posibles parejas.....</i>	<i>32</i>

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Clon: Material vegetal producto de una mata madre (ortet) genéticamente iguales.

Ortet: Planta madre.

Diámetro a la altura del pecho: Diámetro del árbol a 130 cm de la base.

Gases Efecto Invernadero: Gases en suspensión en la atmosfera que provocan el efecto invernadero.

Altura total: Medida del árbol desde la base hasta su ápice.

Deforestación: Pérdida de bosque por medios antrópicos.

Forestación: Repoblación con especies forestales.

Rodal: Parte de una masa boscosa.

Dendrograma: Grafico con distancias Euclidianas para determinar el parentesco.

Germoplasma: Material vegetal con poder de germinación.

Volumen: Cuantificación de cantidad de materia vegetal.

Fenotípicas: Características de un árbol por su forma visible.

Genotípicas: Características genéticas de un individuo.

Copa: Follaje del árbol

Rectitud: Condición vertical del fuste del árbol.

Bosque: Área que tiene más de 0,5 ha, dotadas de árboles superiores a 5 m y una cubierta de docel superior al 10%.

Factor de forma: Parámetro de ajuste aplicado a la conicidad del árbol, llamado también coeficiente mórfico.

Diámetro de copa: Diámetro de la copa del árbol.

C: Carbono.

DAP: Diámetro a la altura del pecho, a 1,30 m.

GEI: Gases Efecto Invernadero.

Ht: Altura total del árbol.

Dh: Distancia horizontal.

Tg: Tangente

V: Volumen.

f: Factor de forma

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

PFC: Plantaciones Forestales Comerciales.

CO₂: Dióxido de Carbono.

MFS: Manejo Forestal Sustentable.

MAG: Ministerio de Agricultura y Ganadería.

MAGAP: Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.

SIGTIERRAS: Sistema Nacional de Información y Gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica.

NH₄: Metano.

N₂O: Óxido nitroso.

CER's: Certificado de Reducción de Emisiones.

USD\$: Dólares Americanos.

SINAGAP: Sistema de Información Nacional de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca.

MO: Materia orgánica.

N: Nitrógeno.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA

“SELECCION DEL ÁRBOL SOBRESALIENTE EN *Eucalyptus spp.* POR SUS
CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS Y PARAMÉTRICAS CON FINES DE OBTENER
GERMOPLASMA EN LA PARROQUIA SAN MATEO, PROVINCIA DE
ESMERALDAS”

Autor: Miller Mauricio Flores Reinoso

Tutor: Ing. Hugo Paredes Rodríguez M.Sc.

Año: 2019

RESUMEN

La demanda de madera en el país y el mundo es cada día mayor, este es un producto usado tanto en la industria, estabilización de suelos y servicios ambientales, dando abasto a un sinnúmero de necesidades y puede mantener en muchas zonas una dinámica económica productiva.

En la provincia de Esmeraldas hay plantaciones de *Eucalyptus spp* desde el año 2000 y una de las zonas en las cuales perdura esta especie es la zona de Mutile, cantón Esmeraldas, con una superficie de 280 ha, sitio en el cual se desarrolla la investigación. En la actualidad hay interés de generar bosques de altos rendimientos, el país tiene la posibilidad de encontrar árboles que son favorecidos en esta zona, por su buen desarrollo y poder de adaptabilidad en medios hostiles.

En el área de estudio se determinan 45 individuos que por su forma óptima son catalogados como de alta importancia fenotípica, resaltando la importancia de la calidad de suelo en el cual se desarrollan, se evalúa sus características paramétricas e identificamos ocho árboles que en las peores condiciones de crecimiento, los mejores tanto en forma, cuanto en volumen, y se espera que al tener plantaciones futuras con material mejorado los rendimientos en corto tiempo se logre el volumen con un incremento de entre el 25 al 50%.

Palabras clave:

Madera, industria, germoplasma, carbono, protección.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA

“SELECTION OF OUTSTANDING EUCALYPTUS TREE *Eucalyptus spp.* FOR ITS PHENOTYPIC AND PARAMETRIC CHARACTERISTICS, FOR THE PURPOSE OF OBTAINING GERMPLASM. SAN MATEO ESMERALDAS STATE”

Author: Miller Mauricio Flores Reinoso

Tutor: Ing. Hugo Paredes Rodríguez M.Sc.

Year: 2019

ABSTRACT

The demand of wood in the country and the world is increasing every day, this is a product used in industry, soil stabilization and environmental services, supplying a myriad of needs and maintaining a productive economic dynamic in many areas.

In Esmeraldas state there are plantations of *Eucalyptus spp.* since 2000 and one of the areas in which this species persists is the area of Mutile, Esmeraldas, with an area of 280 ha, place in which we develop our research. At present there is interest in generating high yield forests, we have the possibility of finding trees that are favored in this area, due to their good development and adaptability in hostile environments.

In the study area we determined 45 individuals who, due to their optimal form, are classified as having high phenotypic importance, we emphasize the importance of the soil quality in which they are developed, we evaluate their parametric characteristics and we identify eight trees that under the worst growth conditions, the best both in form, and in

volume, hoping that having future plantings with improved material yields in short time will achieve volume with an increase of between 25 to 50%.

Keywords:

Wood, industry, germplasm, carbon, protection.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos a nivel mundial es la lucha contra la pérdida de las tierras por degradación (PNUD, 2019), transformándose en un aporte importante en la fuente de ingresos del bosque, al ser parte de un medio armónico articulado a un servicio: aire, amortiguamiento al cambio climático, captura de Carbono o generadores de materia prima, al formar masas boscosas, se puede mejorar la parte económica al sector, especialmente en áreas destruidas producto del incremento en las actividades agropecuarias y deforestación. La FAO promueve el manejo de los recursos de una forma sostenible, como los relacionados al suelo, bosques y deterioro de la tierra orientados a una gobernanza adecuada para propiciar la conservación y el desarrollo (PNUD, 2019)

2.1 Contextualización del problema

El Ecuador, y específicamente Esmeraldas desde la óptica forestal es una zona con gran potencial, 50 años atrás Esmeraldas estuvo poblada de bosque nativo, sin embargo con el incremento de la frontera agropecuaria ha mermado este recurso, tal es así, que según datos del Ministerio de Ambiente (MAE), la tasa de deforestación a nivel nacional es de 65880 ha/año, de las cuales, 12485 ha corresponden a Esmeraldas, con estos antecedentes, el repoblar con masas boscosas, sean con fines industriales, protección, captura de carbono, entre otros, es importante para el adelanto forestal del país, si uno de los mecanismos para este fin es desarrollar programas de reforestación, es viable mediante selección de árboles superiores, extraer germoplasma y propagarlos. Además, una forma de mermar la fuerte presión sobre el bosque nativo es la implementación de plantaciones forestales (FAO, 2016).

El pone énfasis en favorecer ciertas características al momento de la selección, estas tienen que estar relacionadas directamente con el objetivo en el programa de mejora genética

al cual se pretenda llegar. Definidos estos, se analiza la parte financiera en aras de tener repercusión en el producto final esperado. Por ejemplo, en una actividad productiva maderera, la variable que exhibe mayor relevancia en términos económicos es el rendimiento volumétrico, como la manera de satisfacer la demanda a nivel nacional y global tanto en productos como en servicios (Ipinza *et al.*, 1998) (FAO, 2014b)

2.2 Problema de investigación

El seleccionar árboles sobresalientes de eucalipto en una zona de Esmeraldas, es importante, por ser una especie nueva e introducida en la zona en el año 2000 y no se ha realizado una investigación específica sobre individuos adaptados con fines de propagación. La especie investigada se la considera de rápido crecimiento, con posibilidades de desarrollarse en suelos de no muy buena calidad, esto hace que sea atractiva con algunos fines; sean: Protección, estabilización de suelos, industriales y captura de carbono de una forma eficiente.

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Determinar árboles sobresalientes en la especie Eucalipto por sus características fenotípicas y paramétricas con la finalidad de obtener germoplasma.

2.3.2 Objetivos específicos

- Determinar las características fenotípicas de la muestra.
- Selección de individuos para la propagación mediante el uso de variables paramétricas
- Señalar y sugerir los árboles sobresalientes con fines de captura de carbono y propagación industrial.

2.4 Preguntas de investigación

- ¿Existen ensayos sobre mejoras genéticas en las plantaciones forestales de esta especie en esta parroquia?
- ¿Es factible que con este estudio se sugiera propagar árboles y realizar plantaciones forestales mejoradas con diferentes fines?

2.5 Justificación

Los beneficios que se obtiene con este trabajo es determinar árboles con aptitudes favorecidas con proyección a propagación, y poner a disposición la información de individuos con estas características para el sector forestal ecuatoriano. Además, según la (FAO, 2016), una forma de disminuir la fuerte presión sobre el bosque nativo es la implementación de plantaciones forestales de altos rendimiento (FAO, 2016).

Al generar masas boscosas con rendimientos aceptables, se asegura al sector forestal el material para la transformación industrial y tecnológica, favorecen la generación de riqueza y elevan el nivel de vida quienes conforman de la población. por lo que, el Gobierno Nacional, por medio del Ministerio de Agricultura Ganadería pone en marcha el “Programa de Incentivos Económicos para Reforestación con fines comerciales”, cuyo propósito es el de recuperar áreas forestales y la conservación de los bosques nativos en todo el territorio ecuatoriano (MAG, 2014).

En la última década en la provincia de Esmeraldas hay un evidente interés por desarrollar la silvicultura clonal en *Eucalyptus spp.*, debido a sus ventajas principalmente de sanear problemas de enfermedades, producción y heterogeneidad de las masas boscosa, haciendo de esta actividad un recurso sostenible (Xavier y Silva, 2010), desde el año 2000 en la zona partió el proyecto de desarrollar plantaciones forestales de *Eucalyptus spp.* con una proyección de 10.500 has (Ecológica, 2000), es una especie nueva y con potencial para a futuro satisfacer diferentes ámbitos productivos en la demanda nacional.

La importancia de identificar árboles con fines de propagación en función de su adaptabilidad, es dable por cuanto en la provincia existen plantaciones con más de 15 años y no se dispone de información de prácticas de selección para prácticas de clonación de *Eucalyptus spp.* en esta provincia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

3.1 Deforestación

En la década de los 1990s, la deforestación promedio anual es de 129150 ha/año, entre los períodos 1990 a 2000 el 97,5% fue para las transformación a actividades agropecuarias (Sierra, 2013), Zuñiga (1995). Se refiere que en 1995 la deforestación estaba en 106000 ha/año (Zuñiga, 1999), en 2015 se estima en 47500 ha/año, lo que ha mermado en un 45% en los últimos 20 años, mas, la principal causa de la deforestación en América Latina es la agricultura comercial (FAO, 2016).

La disminución de la deforestación se estima hoy en día que es por el buen Manejo Forestal Sustentable (MFS) amparado en una normativa forestal, de las buenas prácticas de conservación en los proyectos agroindustriales y forestales, tal es así que en el año 2000 Eucapacific tenía como patrimonio 10500 ha entre sus bienes y como plantaciones instaladas de eucalipto 4500 ha, lo que muestra un buen criterio en la instalación de plantaciones forestales comerciales (PFC) al dejar 6000 ha como áreas de protección.

En la década de los 1990s, en los ejes viales Esmeraldas-Santo Domingo de los Tsachilas-Guayaquil y Santo Domingo de los Tsachilas-Portoviejo son los que mayor tasa de deforestación tienen en relación al resto del país, el 90% de las zonas que han perdido su área boscosa se encuentra a menos de 10 km de una vía, aunque, también existe una coincidencia ligada inversamente a desarrollo económico y a la distribución, creando un comportamiento social en el uso de suelo (Sierra, 2013).

En estos tres ejes viales, que son los mayores asentamientos humanos en la zona rural y el área de mayor demanda de tierras agrícolas por parte de los colonos, se desarrolla una infraestructura vial interna perpendicular al eje principal, lo que ocasiona deforestación y

cambio de uso de suelo, la mayoría de estos son realizados de una forma desordenada y sin lineamientos técnicos.

La deforestación también aporta con el incremento de Gases Efecto Invernadero (GEI) y una de las formas para mermar las emisiones de gases en el mundo es generar un recurso que capture Carbono (C) en el menor tiempo posible, con un efecto amigable con el ambiente y en sitios que sean poco productivos en términos agropecuarios. Según la (FAO, 2018), se puede detener la deforestación mediante una gestión sostenible, recuperar áreas degradadas, así como también incrementar la superficie de bosques (FAO, 2018, pág. 18) crear plantaciones forestales comerciales (PFC) es una alternativa amigable (Hernandez-Ramos *et al.*, 2017).

El CO₂ desde el año 2001 al 2011 se ha incrementado en un 14%, ocurre particularmente en los países que se encuentran en vías de desarrollo y esto por la expansión agrícola (FAO, 2014a). Cuando se habla de bosques y cambio climático, es prudente discernir. Por un lado, las alteraciones que se producen en el clima y afectan directamente a los bosques por los cambios en las temperaturas anuales medias que son más elevadas, además de la modificación pluvial y al aumento en la frecuencia de fenómenos climáticos extremos (FAO, 2008), razones suficientes para la generación de programas forestales con mejoramiento, aprovechar la experticia nacional en proyectos de adaptación con especies forestales que tienen valor comercial a nivel local e internacional (Sánchez *et al.*, 2015).

3.2 Plantaciones forestales sostenibles

Las plantaciones forestales son masas boscosas, generalmente conformadas por una sola especie, de composición uniformes (Evans, 1988), provocadas por efectos antrópicos; si estos están instalados en suelos pobres, con rendimientos aceptables producto de una mejora por selección, es de esperarse a futuro un rédito económico (Ipinza *et al.*, 1998).

En Europa hay técnicas de ordenación con rotaciones de 40 a 100 años en coníferas, en los Estados Unidos las rotaciones están de 20 a 40 años, mientras que, en el Ecuador se puede lograr rotaciones de 6 a 20 años, lo que dan un mayor aporte ambiental y financiero (FAO, 1981), en el área de estudio hay 280 ha, con una cantidad de 287 árboles/ha y un volumen promedio por árbol de 0,85 m³.

Si el fin es obtener buenos rendimientos volumétricos, se debe contemplar el volumen total del árbol, más que el diámetro y la altura total (Hernandez-Ramos et al., 2017), lo que representa un proyecto sostenible apoyado con la certificación que promueve un manejo forestal social, ambiental y económicamente responsables (Van-Dam, 2003).

El tener a disposición especies seleccionadas y evaluadas, con la finalidad de extraer germoplasma para obtener un grupo de individuos idénticos genéticamente en el caso de clonar, como ramita o vástago, son plantitas cultivadas vegetativamente o también, simplemente son partes trasplantadas del mismo individuo (Martínez y Fernández, 2004) (Trujillo, 2005). Suplir las demandas de madera al generar bosques por medios que mermen la presión en el bosque nativo será un paso agigantado en la región y el país.

3.3 Clones

La clonación es un proceso que se origina por la duplicación idéntica de un genotipo, señala que no debe ser tratado como un programa de mejoramiento genético, sino como una estrategia a un programa cuya finalidad es la mejora, capturando de la manera más rápida la mayor parte de la diversificación genética (Carpineti, 2005).

Los programas de clonación son legales y útiles en todo el mundo, con la ventaja de que por medio de esta técnica de propagación es evidente la capacidad de rescatar y transferir el potencial genético de su planta madre (ortet) (Gutierrez *et al.*, 2005), además, por este medio sintetizamos el interés del fin al aumentar el volumen y pronto podría ayudar a resolver muchos de los problemas del siglo XXI, desde la captura de carbono en el menor tiempo

posible, mermar la presión sobre el bosque nativo, abastecer la demanda de combustible de una forma sostenible y la conservación genética a largo plazo (Leahy, 2015) (FAO, 1981) (Detrinidad, 1993). La capacidad que tiene un árbol seleccionado a la supervivencia y adaptación en sitios que están sobre-pastoreados o degradados, hace que este tenga un alto valor económico y ecológico.

La tarea de mejorar las plantaciones forestales con la selección, no es más que una habilidad de reconocer, aislar y estudiar los individuos adecuados para su propagación y utilizar este material como un recurso renovable; son fáciles de cultivar, proteger, tolerantes a la falta de nutrientes, requieren pocos fertilizantes y son resistentes a la falta de agua (FAO, 1981).

Se puede tener rendimientos de 30 m³/ha/año en plantaciones forestales como madera maciza o como el mejor fijador de dióxido de carbono (CO₂) (Norverto, 2006). Sin descartar que a mayor volumen mayor producción de madera, asociando siempre en las buenas prácticas de mejora y manejo. En la naturaleza hay frecuentes demostraciones de clonación, estolones, bulbos, y que originan individuos idénticos a sí mismos (Trujillo, 2005), acompañado de continuos avances tecnológicos y programas en propagación forestal en todo el mundo (Libby y Rauter, 1984) (Sigaud, 1997). Lo ideal para llegar a la cosecha es cuando la tasa anual de crecimiento deja de ser superior al incremento medio año (Christersson y Verma, 2007).

Es amigable ambientalmente que por métodos de mejora se pueda obtener buenos rendimientos volumétricos acortando el tiempo de cosecha, no obstante, por ningún concepto se tiene que descuidar las buenas prácticas en el desarrollo de la plantación, tal es así que dentro de las labores pre y post plantación se debe detallar absolutamente todas las actividades como la fertilización y aplicación de herbicidas; generalmente prácticas que requieren de cuidado silvicultural hasta que las copas hayan cerrado su cobertura y cumplan

las veces de sombra e impidan la proliferación de sotobosque no beneficioso para su desarrollo normal.



Figura 1. Plantación Eucalyptus spp.2006 Mutile



Figura 2. Plantación de clones Mutile

El área de estudio es una zona en la cual las prácticas agropecuarias se han desarrollado por más de 50 años, por lo que es indispensable pensar hoy en día sobre la posibilidad de crear masas boscosas con material seleccionado para el abastecimiento industrial de madera, capturar carbono, y protección en un corto tiempo, sin descuidar el ámbito ecológico, económico, social.

Plantar bosques implica una serie de actividades que van desde la pre plantación hasta la cosecha, interrelacionada y enlazada con una serie de actividades indirectas de servicios

futuros. De una u otra forma dinamizan el sector forestal y crean experticia en un medio que posiblemente no es propio de la zona.



Figura 3. Área de plantación clones 2011 El Tigre - Mutile

Las tierras apropiadas para realizar estas plantaciones preferiblemente son aquellas en las cuales las prácticas agrícolas ya no son económicamente viables, por su marcada explotación agropecuaria, por lo que se considera las más adecuadas a las tierras tropicales y degradadas, en las que la producción y la silvicultura de rotación corta facilita la protección de bosques naturales, supliendo las necesidades de recursos madereros (Christersson y Verma, 2007).

El desarrollar una plantación, con un gran número de clones, es seguro por una parte mantiene una cantidad renovada de material, como también de una diversidad genética; este número debe ser proporcional a los trastornos que estos deberán sobrellevar en su lugar definitivo (Gutierrez *et al.*, 2005), (Carpineti, 2005), la posibilidad que se desarrollen de mejor forma es mayor, mientras más alta sea la interacción entre genotipo-ambiente asociado con el medio de donde se encuentra el ortet.

3.4 Gases efecto Invernadero

En el mundo el cambio climático es resultado del incremento de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI), están dispersos en la atmósfera, alteran el balance energético

y provocan una disminución en la pérdida de calor (Martínez y Fernández, 2004), son los que absorben la radiación infrarroja en la atmósfera, atrapa y eleva la temperatura de la superficie terrestre (Snyder, *et al.*, 2008), sin descartar que las prácticas agrícolas están vistas como una actividad en la cual se emiten tres gases contaminantes, CO₂ generado por la industria, óxido nitroso (N₂O) generado por la agricultura y metano (NH₄) que es producto de la actividad pecuaria (Snyder *et al.*, 2008).

En el proceso de cambio climático, en la actualidad se mira en el bosque como una alternativa de solución al tenerlo como almacenamiento y fijador de CO₂, mientras estos estén en el proceso de crecimiento y en su restitución natural siempre que mantengan su estado (Bravo, 2007). El tener bosque como sumidero es una de las opciones aplicables en la captura de carbono, y aportar con la disminución de GEI del planeta, no sin antes tener claro el alcance y en donde se desarrolla el proyecto.

3.5 Captura de carbono

Se estima que los bosques sobre la tierra conforman el 29% y contienen el 60% de carbono, además que en el suelo de los bosques a una profundidad de un metro representa el 36% del total, el bosque de la Amazonía contiene 305 t/C/ha, el 28% está en el suelo y cualquier cambio genera un dinamismo en el carbono provocado por prácticas agrícolas (Robert, 2002).

El bosque, además de la madera, genera con el paso de los años captura y almacena carbono en la biomasa, contribuyen de una manera considerable sobre el cambio climático (FAO, 2008), si se complementa a esto la posibilidad de condicionar para hacerlo de una forma más rápida mediante selección de árboles con características especiales para un fin específico o una capacidad de adaptación en terrenos marginales y condiciones adversas (Sotolongo, *et al.*, 2005), no obstante, en la actualidad existe interés en desarrollar plantaciones forestales encaminados a ser depósitos de carbono, así como buenos

productores de materia prima en la región de estudio; sin embargo, la falta de interés en generar áreas forestales adecuadas a estos fines tiene controversias internacionales relacionados con los mecanismos de aplicación e instrumentos de aplicación.

En la actualidad la venta de bonos de carbono disponibles en el mercado abierto puede subvencionar en un 20% de los costos en la instalación de la plantación y en un 40% de los costos de la operación. Sin embargo, si el fin es venta de bonos de carbono, el rendimiento con la finalidad de que el proyecto sea viable tiene que ser en alrededor de los 40 m³/ha/año, lo que representa la tenencia de un bosque de alta productividad (Seppänen, 2002), como el costo unitario de Certificado de Reducción de Emisiones CER´s tiene un valor de entre 3 a 16 Euros (Ramírez, 2015), la fluctuación es alta pero no deja de ser un aliciente en el costo de plantación inicial, lo que representa un incentivo de entre USD\$ 430 a 860 por ha, valores que pueden ser utilizados en mantenimientos.

El MAG con el proyecto de incentivos forestales reconoce un valor de USD\$ 2150 por ha para realizar la plantación en eucalipto (MAG, 2014), desembolsados periódicamente conforme esté el avance de la plantación, al momento esta entidad del estado cumple las funciones de registrar las solicitudes que aplican para realizar plantaciones, mientras el estado da paso para continuar con este proyecto forestal.

3.6 Variables fenotípicas

La diversidad genética es el pedestal de los organismos capacitados para adaptarse a cambios en el medio ambiente en el cual se desarrolla, aquellas que tienen poca variación genética serán más vulnerables a plagas o enfermedades (Krutovskii, 2001), las plantaciones forestales producto de mejoras genéticas, se agrupan en tres grandes grupos y cada una con sus objetivos:

- a) Restauración o paisajismo.
- b) Máxima producción de biomasa por área.

c) Altos rendimientos en volumen por árbol.

(Vallejos *et al.*, 2010).

Es decisión del investigador destacar la característica, que generalmente es el volumen, por lo que el seleccionar, mejorar la genética implica elegir, y evaluar individuos en una zona en donde se adapta esta especie; la selección de árboles favorecidos es el proceso mediante el cual a partir de una población se escogen los mejores, según los rasgos objeto de mejoramiento para formular o dar origen a una masa forestal en condiciones diferentes (Ipinza *et al.*, 1998), como áreas marginales, brindando oportunidades sobresalientes de las cuales es factible utilizar su potencial genético aprovechando que se encuentran sometidos a presiones de adaptabilidad especial (Schreiner, 1968).

Según el MAG tiene que cumplir las siguientes características:

- Deben ser dominantes, en casos justificados pueden ser árboles codominantes.
- Tener un diámetro superior al promedio del lote o rodal.
- Presentar un fuste recto, cilíndrico y sin bifurcaciones.
- Presentar buen estado fitosanitario y vigorosidad.
- Copa uniforme y balanceada.
- Ramas con diámetro pequeños con un ángulo lo más cercano a los 90° (MAG, 2016).

3.7 Finalidad de la selección

El fin es llegar a determinar los árboles con características sobresalientes en base a ciertas características fenotípicas especiales del individuo, estas se reflejan en las ganancias genéticas con rendimientos superiores en las siguientes generaciones en ambientes limitantes y diferentes (Ipinza *et al.*, 1998) (Moraes *et al.*, 2015), tomando en cuenta que en plantaciones con una sola especie existen alteraciones ambientales que afectan el fenotipo, necesario seccionar el área, tomando como criterio fertilidad, drenaje, pendiente. Pues, no hay razón para que en sitios limitantes haya carencia de individuos con genotipos superiores

(Ipinza, 1997), seleccionado el individuo, marcar, geo referenciar y registrar en un número no menor de 30 (MAG, 2016), sin embargo, no hay una respuesta fehaciente de cuantos y cuál es el número específico de clones a utilizar en la plantación, una estimación en relación de la experiencia, conocimiento de rotación de cosecha, manejo y variabilidad genética orientarán en las respuestas (Gutierrez *et al.*, 2005).

En el proceso de selección del árbol sobresaliente, no es mandante la progenie a la cual pertenecen (Moraes *et al.*, 2015), el mejorador tiene los mecanismos de selección de ganancia, y con la creación de nuevas plantaciones producto de este material seleccionado se puede evaluar las progenies, rendimientos, ganancias en comparación con rodales puros de plantaciones con material conocido, sobre todo bajo la observación de condiciones climáticas y edáficas más representativas para la manifestación fenotípica de esta especie (Schlatter y Steuer, 2005), en el mundo una de las especies que más se produce por estaquillas es la especie subtropical *Eucalyptus grandis*, logrando que estos clones sean idénticos al ortet, pues, estos son portadores del mismo genotipo que se activa por condiciones ambientales (Gutierrez *et al.*, 2005).

Al obtener árboles seleccionados, será decisión del técnico la forma a propagar, tal es así, que en un programa cuyo fin sea el de generar cobertura se tomará la variable copa o cobertura de influencia como la más importante, en un programa de obtención de volumen se tomará como variable importante la madera sólida, acompañado de la técnica de propagación adecuada, sea por medio de semilla, clones o meristemos.

El tiempo de respuesta al objetivo es uno de los factores que poco se mencionan, pero es importante en esta práctica, es uno de los elementos cruciales en la parte industrial, ya que se calcula el tiempo de retorno con el beneficio cuantificado en madera; en menor escala en la parte de conservación, en la que es más tolerante pero sin perder de vista la eficiencia en el objetivo trazado. Tal es así que por ejemplo: Para uso en captura de carbono y la

industria papelera será importante el volumen sólido y no será trascendente la forma del árbol, para la industria de aglomerados es el volumen antes que la forma, para madera de enchapados la forma del árbol y la conicidad son cruciales.

Estos parámetros, tiene relación directa con la vigorosidad de la copa, sanidad y cobertura, esto indica que tan pronto cierren sus copas, se refleja en la disminución de los mantenimientos en el sotobosque. La capacidad de poda natural identifica que tan eficiente es el árbol a perder las ramas, que a futuro generará madera no útil y será material de desperdicio en el bosque.

3.8 Variables cuantitativas

Según Lind (2012). Son variables cuantitativas, cuando los datos que se estudian son de una forma numérica (Lind *et al.*, 2012), en esta investigación las variables usadas para operaciones como el DAP, altura y diámetro de copa que se obtuvo de una medición física de los árboles seleccionados, lo que le cataloga como una variable cuantitativa continua (Lind *et al.*, 2012).

3.9 Variables cualitativas

Son variables cualitativas de naturaleza no numérica, se los conoce también como atributo, puede ser clasificada en distintas categorías y no sujetas a un orden (Lind *et al.*, 2012). En esta investigación los atributos usados son: Rectitud, forma de copa y capacidad de poda.

En cada uno de estas propiedades, el técnico investigador tiene la potestad de destacar condiciones y características de una forma subjetiva pero concordante para alcanzar el objetivo deseado.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

4.1 Descripción del área de estudio

La hacienda Mútila, tiene una superficie es de 1159 ha en la cual las prácticas agropecuarias son comunes por más de 40 años, en el año 2002 cambió el uso de suelo y se plantaron 584,82 ha de bosque con la especie *Eucalyptus spp.*, en la actualidad existen 280 has de bosque, sitio en el cual se realiza esta investigación.

4.1.1 Localización del área de estudio

El área de estudio, está ubicada entre las comunidades El Tigre y Las Minas, zona de Mutile, parroquia San Mateo, cantón Esmeraldas, provincia de Esmeraldas. Tiene una temperatura es de 25,6 °C. Su precipitación anual es 738 mm (INAMHI, 2015) (CLIMATE-DATA.ORG, 2019)

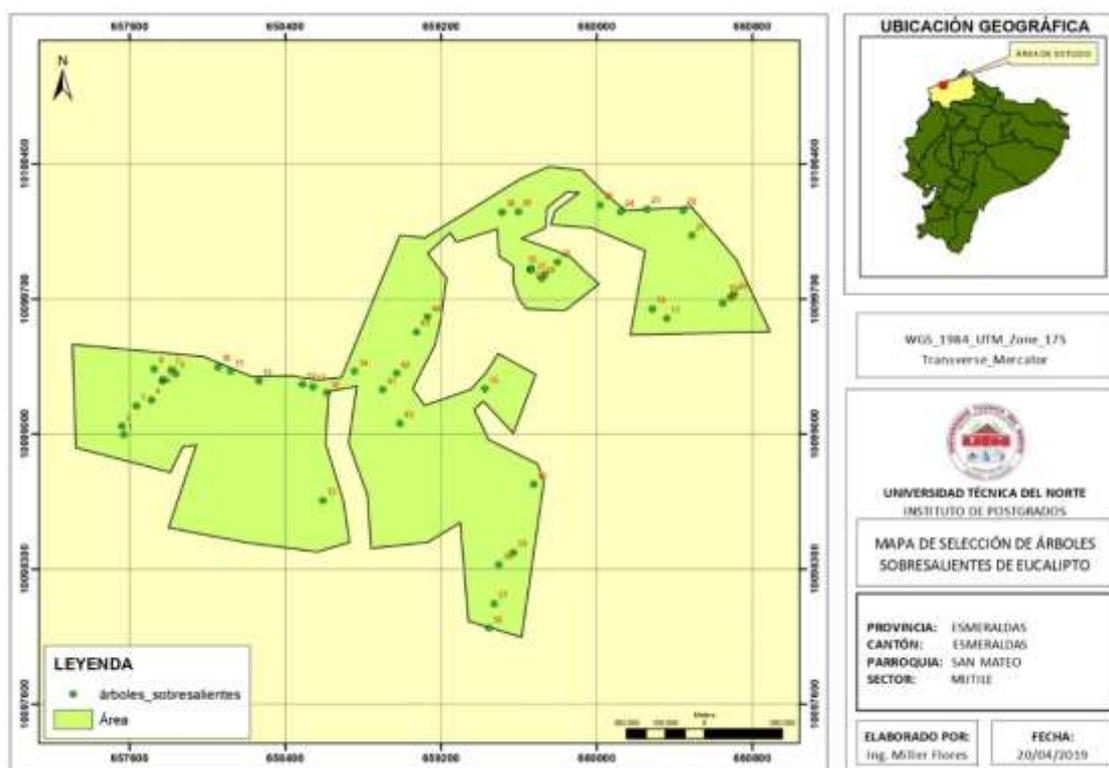


Figura 4. Área de Estudio zona de Mutile

4.1.2 Ubicación geográfica del área de estudio

Mutile se encuentra a 20 km de la ciudad de Esmeraldas, a 6 km de la Universidad Luis Vargas Torres y a 5 km del río Esmeraldas. Está en las coordenadas 17N 658878 -10098973 WGS 84, a una altitud entre 180 a 300 msnm. Como zona de vida se la cataloga según Holdridge: Bosque seco Tropical (bs-T).

4.2 Tipo y diseño de la investigación

4.2.1 Tipo de Investigación

Esta investigación es no experimental, se sustenta en la toma de datos de variables mensurables: DAP, altura total, volumen, diámetro de copa. Además se realizó toma de datos por observaciones de características no mensurables: Rectitud, Capacidad de poda natural, Forma de copa.

4.2.2 Método de investigación

El método que aplica es el método directo con variables cualitativas y cuantitativas.

4.2.3 Procedimiento de la investigación

En esta investigación, se recopila información de tipo digital (SAS Planet, 2016) (Landsat/Copernicus, 2018) para verificar en campo parámetros de exactitud y correspondencia espacial del área boscosa de estudio, que en este estudio es la hacienda “Mutile”.

Se determina el rumbo a seguir, de Oeste a Este, estableciendo líneas entre sí a una distancia de 30 metros cada una.

Por las condiciones topográficas del bosque, se seccionan en tres lotes y se realiza un análisis de suelos en cada uno de los lotes para establecer las condiciones de fertilidad.

4.3 Objetivo 1

- Se realiza un recorrido general para una selección preliminar de los árboles por sus características fenotípicas, teniendo como referencia un plano.
- Se identifican sistemáticamente los árboles sobresalientes de una forma visual; en una matriz se registra las características fenotípicas sobresalientes de cada uno de los individuos. Anexo 10.

Rectitud

Para esto se aplica un rango de calificación de 1 a 4

- 1.- Árbol con torceduras más que leve.
- 2.- Árbol recto, con más de una torcedura leve.
- 3.- Árbol recto, con una leve torcedura.
- 4.- Árbol perfectamente recto.

Capacidad de poda

Es la capacidad que tiene el árbol para deshacerse de sus ramas bajas. Para esto se aplica un rango de calificación de 1 a 3.

- 1.- Árbol con mala capacidad de poda.
- 2.- Árbol con mediana capacidad de poda.
- 3.- Árbol con buena capacidad de poda.

Forma de copa

Es calificada subjetivamente desde el punto de vista del técnico.

- 1.- En base al diámetro de la copa: 0 a 5 puntos, por sus características visibles.

4.4 Objetivo 2

- Con la identificación de los árboles, se geo-referencian, se marcan y se toman datos cuantitativos de cada uno.
- Inventario forestal

Con la finalidad de determinar las existencias en el número de árboles y el volumen en el predio se realiza un inventario forestal, con un número de 41 parcelas distribuidas en el predio, sobrepasando a las 28 recomendadas por el MAG en predios de sobre las 110,01 has (MAG, 2017).

- Diámetro a la Altura del Pecho (DAP). Es la medida del diámetro del fuste del árbol a la altura del pecho (1.30m desde su base).
- Altura Total (Ht). - Es la distancia en el tronco de un árbol desde el nivel de su base hasta el meristema apical o ápice del árbol. Se aplica la siguiente fórmula usando como instrumento un clinómetro.

$$Ht = Tg. \text{ de } \angle * Dh$$

Donde:

Ht = Altura total (m)

Dh = Distancia horizontal (m)

Tg = Tangente del ángulo

- Volumen.

Se utilizará la siguiente fórmula:

$$V = DAP^2 * 0,7854 * Ht * f$$

Donde:

DAP = Diámetro a la altura del pecho (1,30 m.)

V = Volumen (m³)

0,7854 = constante de $\pi/4$

Ht = Altura total (m)

f = Factor de forma (0,7)

Diámetro de copa

Dc = Es la medida proyectada de la copa del árbol al piso.

- Análisis de suelos.

En cada uno de los rodales identificados se realiza el análisis de suelos tomando cinco sub-muestras en cada rodal, se homogeniza y se extrae una muestra final.

4.5 Objetivo 3

- Trabajo de gabinete de todos los datos obtenidos en la selección.
- Análisis de las variables cuantitativas de los árboles favorecidos y el análisis estadístico.

4.6 Consideración de Bioética

La oportunidad de estudiar la especie *Eucalyptus spp.* con la finalidad de poder plantear alternativas de repoblación local y regional generar interés, razón por la cual, con el permiso del propietario el Sr. Ing. Diego Hernández Carvajal, todos los datos, metodologías y decisiones en esta investigación están enmarcados en la buena fe del investigador, para con el dueño de la propiedad y con el país.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Identificación de la masa boscosa

Con el uso de imágenes satelitales como herramienta de soporte, se toma las coordenadas en puntos referenciales para delimitar el área boscosa y desarrollar el estudio. Si en la provincia de Esmeraldas se plantó entre el año 1998 al 2005 una superficie de 5500 ha, una de las áreas remanentes de bosque de *Eucalyptus spp.*, es la zona de Mútile.

5.1.1 Identificación de áreas diferentes en el sitio de estudio

Mediante la inspección de campo, y por observación directa se determina seccionar la totalidad del bosque por el cambio en la abundancia vegetal y taxonomía de suelo, se obtiene: Lote 1 con 102,30 ha, Lote 2 con 110,50 ha y Lote 3 con 67,20 ha. En estos rodales se toman cinco sub-muestras, se homogenizan y se extraen una muestra por cada rodal para el correspondiente análisis de suelo.



Figura 5. Lotes o Rodales del área de estudio

Fuente: SAS Planet (2016).

Cuando existe un uso intensivo o la práctica agrícola de ciclo corto como maíz, generalmente los rendimientos son buenos en los primeros años después de la deforestación (Acuña *et al.*, 1992). Cambio que es notorio en la zona, detectando el mayor uso de suelo

para producción pecuaria en el Lote 1, este fenómeno se da por encontrarse próximo al camino público y presta facilidad para extracción de productos, lo que es opuesto con el Lote 3, que es el más alejado y no presta las condiciones estratégicas para desarrollar con facilidad alguna actividad productiva, y la frecuencia de intervención sobre esta zona es menor; dando como resultado que en los lotes más alejados la condición productiva del suelo es mejor.

5.1.2 Características de suelo diferentes

Si las características del suelo cambian, tanto por las condiciones taxonómicas, cuanto por la calidad del sitio observado, se espera un resultado reflejado en la vegetación. Se entiende que la calidad de sitio es la capacidad en la productividad de esta área reflejada en el producto final que en este estudio es el volumen de una masa forestal al llegar a culminar su turno e iniciar la cosecha (Martínez-Zurimendi *et al.*, 2015), se decide lotizar la totalidad en tres secciones, esto para tener un mejor detalle en cada uno de los lotes de estudio y que los seleccionados correspondan a una zona atípica resaltando las cualidades cuantitativas y cualitativas.

Lote 1. Según SINAGAP (2015), Orden Inceptisol + Entisol. Suborden Tropept + Orthent con pH que oscilan entre 6,6 a 7,4. (SINAGAP, 2015) (SIGTIERRAS, 2017) Suelos con un grado de desarrollo pobre y poco desarrollado. En el análisis de suelo se reporta un contenido de Materia Orgánica (MO) de 2,9% descrito como bajo en el laboratorio de análisis de suelos. Según Suquilanda (2017). La MO está conformada por residuos vegetales y animales, si a esto sumamos la humedad, la temperatura, el aire y los microorganismos se genera el humus que es un estado mejorado de la MO, como un coloide de naturaleza lignoprotéica que mejoran las condiciones físico-químicas de los suelos (MAG, Manejo agroecológico de los suelos, 2017, pág. 38). El contenido de Nitrógeno (N) es de 3,71 ppm., clasificado como bajo según el análisis de laboratorio de suelos. En cuanto al pH se reporta 6,94 lo que es

prácticamente neutro, y denota estar dentro de los parámetros del análisis taxonómico de suelos.

Lote 2. Orden Entisol. Suborden Orthent. De textura arcillosa, con un pH que se encuentra entre 5,6 a 6,5 y de textura arcillosa (SINAGAP, 2015) (SIGTIERRAS, 2017). En el análisis de suelo se reporta un contenido de (MO) de 4,75%, (N) 36,34 ppm., descritos como medios, pH de 6,16 lo que representa ser un suelo ligeramente ácido, encontrándose dentro de los parámetros del análisis taxonómico de suelos.

Lote 3. Orden Inceptisol (Alfisol). Suborden Tropept (Udalf). Suelos ligeramente ácidos, con un pH de entre 5,6 A 6,5 (SINAGAP, 2015) (SIGTIERRAS, 2017). En el análisis de suelos se reporta un contenido de (MO) de 5,35% descrito como alto, contenido de (N) 13,44 ppm., descrito como bajo, un pH de 6,08 que representa ser un suelo ligeramente ácido.

Conforme el análisis de suelo en laboratorio, el Lote 1 tiene el menor contenido de Materia Orgánica (MO) 2,9%, y Nitrógeno (N) 3,71 ppm., catalogados como bajos según el reporte de análisis.

Tabla 1 *Contenido de (MO) y (N) por Rodal.*

	LOTE 1	LOTE 2	LOTE3	
Materia Orgánica	2,90	4,75	5,35	%
Nitrógeno	3,71	36,34	13,44	ppm

Fuente: Análisis de suelos anexos 4,5,6.

El aporte de MO a lo largo del tiempo está relacionado a eventos edáficos, fluviales, climáticos, tratamientos silvi-culturales (Zambony y Aceñolaza, 2004). No obstante, si la MO cumple una actividad importante en el desarrollo de las plantas, en este estudio se busca particularidades opuestas, si el fundamento principal es encontrar árboles con características nobles que hayan crecido y adaptado bajo condiciones extremas (Murillo *et al.*, 2013) y diferentes. Extremas por las condiciones de sitio poco favorables y diferentes ya que es una especie nueva en la zona y su procedencia no es conocida.

El Lote 1, por sus condiciones desfavorables expuestas en la Tabla 1., se cataloga como el área más adecuada para analizar, seleccionar y sugerir árboles a propagar, diferenciándose de los otros rodales como el Lote 2 y Lote 3 que está en un sitio más favorable para el crecimiento de los árboles, por su mayor contenido de N y MO.

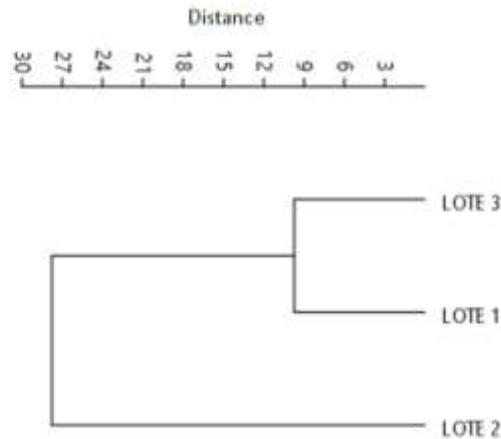


Figura 6. Dendrograma (cluster) vinculación media por grupos de N en ppm.

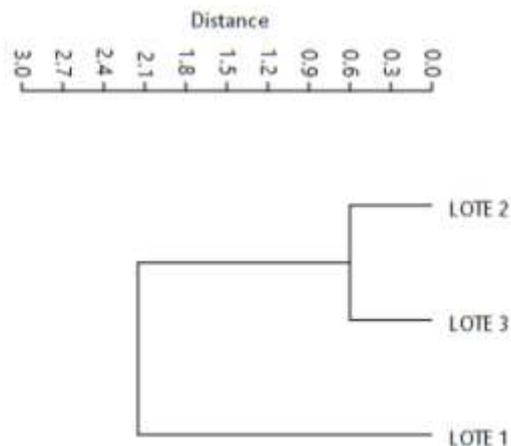


Figura 7. Dendrograma con vinculación media por grupos de MO%

Mediante el análisis Cluster por conglomerados jerárquicos en cuanto al contenido (N) de Lote 1 (L1) es de 3,71 ppm catalogado en el análisis de suelos como el más bajo, seguido por el Lote 3 (L3) 13,44 ppm, por lo que se agrupan al tener distancias cortas entre sí, el Lote 2 (L2) 36,34 ppm tiene mayor contenido de (N) y se grafica como aislado, particularidad que sobresale diferenciando de los Lotes 1 y 3.

El contenido de (MO) 2,9% entre los tres lotes, el Lote 1, es el de más bajo porcentaje, sobresaliendo del resto y aislándolo de los otros.

Con estas características del análisis, el ensayo se fortalece al determinar que el Lote 1 posee las características más adecuadas para la selección de individuos con la finalidad de propagar

5.2 Características cualitativas de la muestra

Esta forma de evaluar es subjetiva (Ipinza *et al.*, 1998) en la que las atribuciones están sujetas a los intereses de la investigación y del técnico; por lo que, en las 280 hectáreas que tiene el bosque en estudio se determinaron 45 árboles con características fenotípicas superiores, la determinación de los árboles seleccionados se fundamentó en la puntuación registrada más alta, desglosada de la siguiente manera: Rectitud 4 puntos, capacidad de poda 3 puntos y forma de copa 5 puntos; haciendo de estos un total de 12 puntos. Adaptado de (Ipinza *et al.*, 1998). Todos los árboles que no llegaron a la puntuación óptima fueron descartados, y no registrados, logrando llegar a la selección de árboles óptima en una característica específica. Con la práctica de seleccionar se pretende obtener la mayor ganancia, mediante un control de crecimiento vegetativo con bancos clonales, para formación de plantaciones modelo acordes a los intereses del mejorador (Lopez, 2010).

5.3 Inventario Forestal

Al disponer datos de inventario forestal, a los 4 años 95,78 m³/ha, a los 7 años 133,99 m³/ha y a los 16 años 244,14 m³/ha (Proporcionados Familia Hernández, 2018), con la mejora genética de los bosques, con solo acortar el tiempo de rotación es factible mejorar la producción y se puede obtener un sostenido abastecimiento de madera, consiguiendo llegar de 30 a 40 m³/ha/año. A los 16 años en el bosque producto de semilla tenemos 244,14 m³/ha, con un incremento medio anual IMA de 15,26 m³/ha/año, es factible llegar a 30,51 m³/ha/año en 8 años; que es el turno de cosecha con un incremento del 25 a 50% en su volumen (Penagos, *et al.*, 2006) con un programa de mejora. Si el interés es obtener buenos

rendimientos volumétricos en plantaciones clonales, se debe contemplar con mayor énfasis en el volumen total del árbol, más que el diámetro y la altura total (Hernandez-Ramos *et al.*, 2017).

Con el mismo número de árboles, 287 árboles/ha, a la misma edad, pero con mejora, se considera individuos con un volumen de 1,248 m³, se incrementa en un 31,89% el volumen, además, en las futuras plantaciones es inevitable mantener actualizados los datos de crecimiento, la reposición de un material vegetal nuevo y del monitoreo permanente de las prácticas silvícolas usadas; esto será de utilidad para estimar los tiempos, volúmenes e inversión futura (Hernandez-Ramos *et al.*, 2017).

5.4 Características cuantitativas de los árboles

Al realizar el análisis de suelos se determina que el Lote 1 tiene las peores condiciones de fertilidad, se toma como referencia al contenido de M.O. y N. con relación a los Lotes 1 y Lote 2. De los 45 árboles seleccionados; los 16 individuos que se ubican en el Lote 1 son los más relevantes por sus condiciones diferentes para la extracción de germoplasma. Con estos datos realizamos los análisis estadísticos en DAP, altura y volumen. El Coeficiente de Variación, (CV). Según Sánchez (2011). Aporta como una manera de evaluar resultados obtenidos y analizar el grado de precisión (Sánchez, 2011) 14,34% en DAP y 17,18% en altura, se encuentran dentro de los parámetros aceptables y dentro del área de estudio especificada. En el Lote 2, los CV son los más bajos, 11,06% en DAP y 11,61% en altura.

Estos datos revelan que en el Lote 2 existe mayor uniformidad, tanto en DAP como en altura de los árboles, catalogando por la calidad de sitio como la mejor por el mayor contenido de MO y N.

Tabla 2 *Coefficientes de variación del total de los seleccionados y de cada uno de los lotes.*

	DAP	H	DIAM-CO	VOL
TOTAL	17,979	30,239	32,227	61,058
LOTE 1	14,347	17,182	26,431	38,908
LOTE 2	11,064	11,615	39,944	31,165
LOTE 3	17,200	7,637	12,302	46,035

En la totalidad del área, el coeficiente de variación (CV) 61,05% está en el volumen, y se debe a que esta característica combina las dos variables DAP y altura en una sola; los valores extremos son 1,24 y 9,65 m³, representa una amplia variación fenotípica en el crecimiento de los árboles, a la vez que existe un fuerte indicativo de mejorar la productividad de las áreas forestales si se desarrolla un programa genético de selección y propagación (Balcorta y Vargas, 2004). En el Rodal 1 el CV es de 38,90% en el volumen, lo que indica que también existe variación para la característica volumen y es viable la aplicación del programa con material mejorado y cuya ganancia sea mucho mayor (Ledig, 1997).

Los resultados emiten un (CV) 61,05% en la totalidad de los árboles, hace referencia Balcorta y Vargas (2004), de una manifestación de iniciar un programa genético de mejoramiento; lo que se expresa la existencia de diversidad en los individuos en cuanto a la variable volumen; sumado a esto la condición de suelo pobre producto de la deforestación y una fuerte intervención agropecuaria por más de 50 años; se intensifica la posibilidad de desarrollar masas forestales adaptadas a medios hostiles.

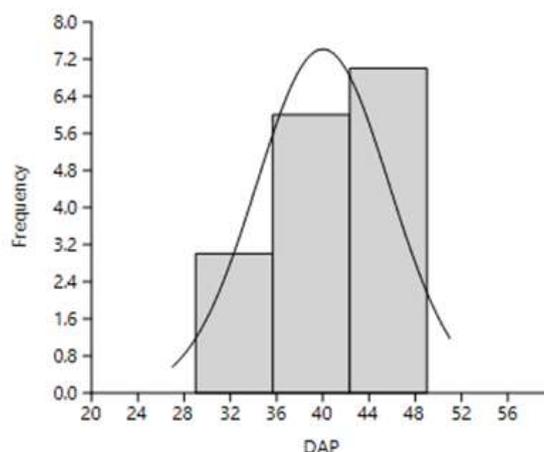


Figura 8. Histograma de la distribución por Diámetros.

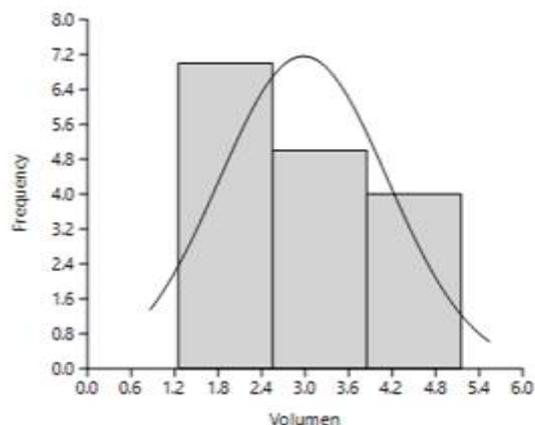


Figura 9. Histograma de la distribución de Volumen.

La distribución en el histograma en cuanto al DAP muestra tres grupos, en donde, el 44% son diámetros superiores a la media, en cuanto al Volumen, el 50% son superiores a la media, codificados 7,8,9,10,11,31,32,33, resaltando el volumen como la variable más importante (Hernandez-Ramos et al., 2017).

Tabla 3 Estadístico de los árboles seleccionados Rodal 1

	DAP	H	DIAM-CO	VOL
N	16	16	16	16
Min	29	25	5	1,248
Max	49	43	15	5,148
Sum	640	519	165	47,63
Mean	40	32,438	10,313	2,977
Std. error	1,435	1,393	0,681	0,290
Stand. dev	5,739	5,573	2,726	1,158
Coeff. var	14,347	17,182	26,431	38,908

El coeficiente de variación en los datos analizados en el Rodal 1 en cuanto a DAP con 14,35% y altura con 17,18% exteriorizan estar dentro de los rangos aceptables, más, el valor en volumen de 38,91% muestran la variabilidad en volumen, como también la factibilidad de levantar un programa de mejora genética, optimizar la variable volumen con la finalidad de obtener ganancia genética por medio de árboles sobresalientes.

Para que los resultados producto de la selección sean relevantes debe existir una variación genética, en donde la variable la cual se pone énfasis cumpla las condiciones heredables y cumpla las expectativas económicas (Ipinza, R.1997), las ganancias no necesariamente se

orientan beneficios económicos como es el caso de las plantaciones industriales, en donde la variable volumen es la más importante al tener mayor volumen de madera sólida, no obstante, obtener ganancias aplicables a actividades ambientales también son relevantes en programas de recuperación de especies, enriquecimiento y mejoramiento de áreas con especies que son de crecimiento que constituyen una opción en captura de carbono, conservación de suelos.

Según Barrios (2014). En la estadística descriptiva en Eucalipto tomado como muestra en Colombia, obtienen valores en el CV de 41,82% en el DAP y 33,87% en altura (Barrios *et al.*, 2014) en el estudio realizado en eucalipto en la zona de Esmeraldas obtenemos el CV de 14,34% en DAP y 17,18 en altura, se corrobora la necesidad de realizar una selección y obtener mejoras en las generaciones siguientes, sujetos a futuras evaluaciones de masas forestales establecidas para continuar los ensayos y correspondientes análisis estadísticos de sus rendimientos.

Tabla 4 Determinación de la regresión aplicable, concordante con la diferencia

NUM ARB	DAP	a) VOL	b) Volumen	c) Volumen	d) Volumen	Diferencia Lineal	Diferencia Potencial	Diferencia Exponen
			Reg.Lineal	Reg.Potencial	Reg.Exponencial			
			$y = 0,1845X - 4,405$	$y = 0,0002X^{2,6021}$	$y = 0,1863e^{0,0674X}$	a-b	a-c	a-d
4	29	1,248	0,946	1,277	1,315	0,303	-0,029	-0,067
5	32	1,689	1,499	1,650	1,610	0,190	0,039	0,079
2	33	1,736	1,684	1,788	1,723	0,053	-0,052	0,014
1	37	1,882	2,422	2,408	2,256	-0,540	-0,526	-0,374
6	38	1,985	2,606	2,581	2,413	-0,621	-0,596	-0,428
13	37	2,258	2,422	2,408	2,256	-0,164	-0,150	0,002
12	39	2,509	2,791	2,761	2,581	-0,282	-0,253	-0,072
3	39	2,760	2,791	2,761	2,581	-0,031	-0,002	0,178
10	44	3,193	3,713	3,780	3,615	-0,520	-0,587	-0,422
33	38	3,334	2,606	2,581	2,413	0,728	0,753	0,921
9	46	3,490	4,082	4,243	4,137	-0,592	-0,753	-0,647
7	43	3,558	3,529	3,560	3,380	0,029	-0,002	0,178
8	47	4,008	4,267	4,487	4,426	-0,259	-0,480	-0,418
31	44	4,045	3,713	3,780	3,615	0,332	0,265	0,429
32	45	4,787	3,898	4,007	3,867	0,890	0,780	0,920
11	49	5,148	4,636	5,001	5,064	0,513	0,147	0,084
					Suma	0,029	-1,446	0,377

En la Tabla 4, por diferencia entre volumen calculado y volumen estimado, se determina la conveniencia del tipo de regresión que mejor se ajusta en este análisis; la regresión

potencial sobreestima con una diferencia en la sumatoria de -1,45 mientras que la regresión exponencial subestima con 0,378 y la regresión lineal con 0,029 es la de menor diferencia; en los tres casos el coeficiente de determinación (R^2) presenta normalidad; es así que regresión lineal $R^2=0,835$ regresión potencial $R^2=0,8817$ y regresión exponencial $R^2=0,8816$.

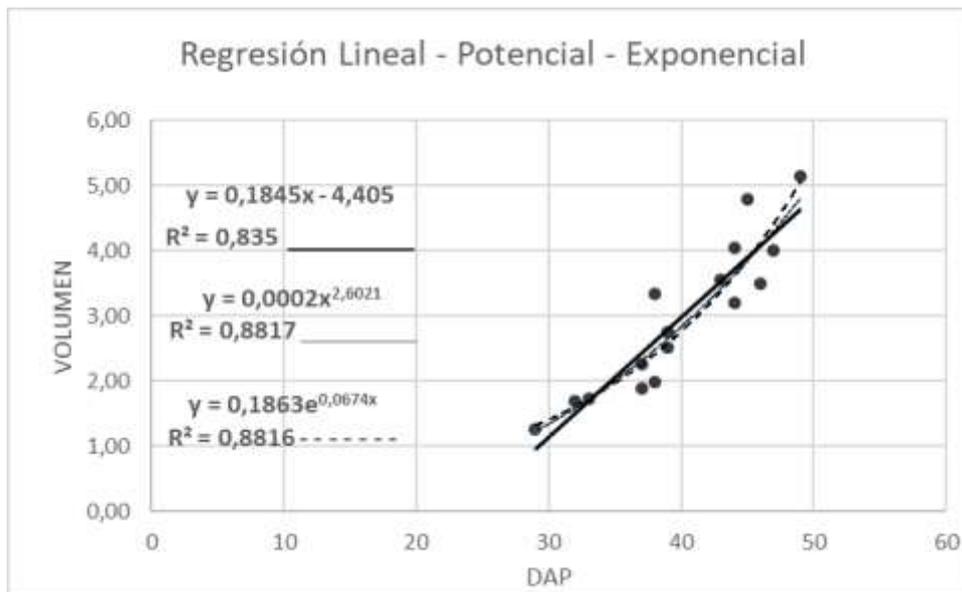


Figura 10. Regresiones aplicadas. Lineal. Potencial, Exponencial X=DAP

Tabla 5 Coeficiente de determinación.

Variable	Slope	Error	Intercept	Error	r	p	R ²
VOL	0,18451	0,021865	-4,4037	0,88298	0,91417	7,31E-07	0,83570679

Fuente: Análisis de datos Lote 1 con PAST 3

Según Lind (2012). Los coeficientes de correlación 0.91 y -0.91 que representa la robustez en la relación lineal entre estas dos variables; que en nuestro estudio es de 0,914 dando sustento a la investigación. Además, describe al coeficiente de determinación como un segmento de la variación total de la variable dependiente que se registra como Y, por la oscilación de la variable dependiente X (Lind et al., 2012). Con un $R^2=0,835$ muestra que el 83,5% del volumen se explica por la variación del DAP. Además me indica un cierto grado de conicidad de los árboles.

Tabla 6 Distribución DAP.

NUM	DAP	VOL
4	29	1,25
5	32	1,69
2	33	1,74
1	37	1,88
13	37	2,26
6	38	1,98
33	38	3,33
3	39	2,76
12	39	2,51
7	43	3,56
10	44	3,19
31	44	4,04
32	45	4,79
9	46	3,49
8	47	4,01
11	49	5,15

Tabla de distribución diámetro a la altura del pecho DAP de 16 árboles del Rodal 1.

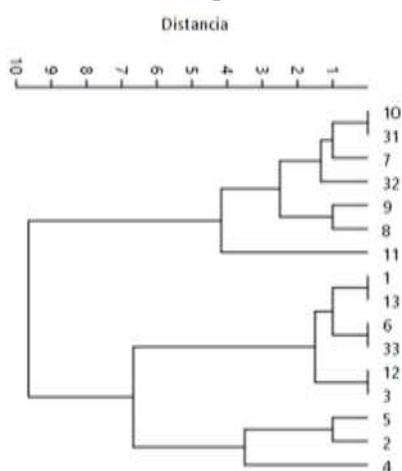


Figura 11. Dendrograma de los 16 árboles de Eucalyptus spp. mediante distancias Euclidianas o parentesco entre posibles parejas diamétricas.

Al generar con cluster conglomerados jerárquicos se agrupan en tres grupos. El primero que contempla los árboles con diámetros superiores que se encuentran entre los 43 a los 49 cm, registrando los números 7,10,31,32,9,8 y 11. En el segundo cluster están los árboles con diámetros que están entre 37 a 39 cm, registrando los números 1,13,6,33,12 y 3. En el tercer cluster de 29 a 33 cm de diámetro, los registrados 5,2 y 4.

Tabla 7 Distribución del Volumen.

NUM	DAP	VOL
4	29	1,25
5	32	1,69
2	33	1,74
1	37	1,88
6	38	1,98
13	37	2,26
12	39	2,51
3	39	2,76
10	44	3,19
33	38	3,33
9	46	3,49
7	43	3,56
8	47	4,01
31	44	4,04
32	45	4,79
11	49	5,15

Tabla de distribución de volumen de 16 árboles del Rodal 1.

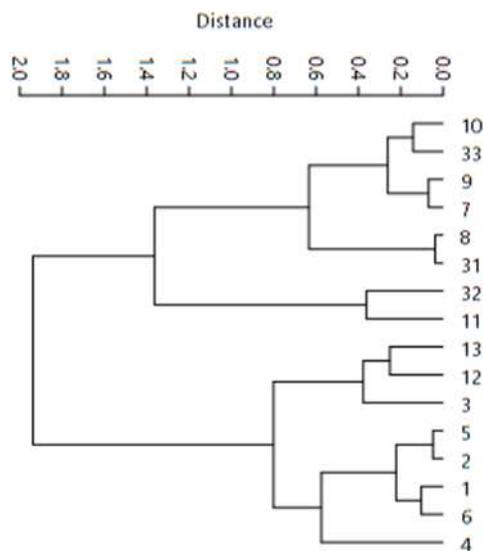


Figura 12. Dendrograma de los 16 árboles de Eucalyptus spp. usando distancias Euclidianas (Cluster) o parentesco entre posibles parejas.

Al generar con cluster conglomerados jerárquicos se agrupan en dos grupos. El primero que contempla los árboles con volúmenes que se encuentran entre los 3,19 a 5,15 m³ registrados los números 10,33,9,7,8,31,32 y 11, de este primer grupo los dominantes son los números 32 y 11. En el segundo grupo están los árboles con volúmenes de entre 1,25 a 2,76 m³ registrados los números 4,5,2,1,6,13,12 y 3.

5.5 Resumen de los árboles favorecidos

Por sus características fenotípicas relevantes y por el análisis estadístico arrojado su condición volumétrica los árboles idóneos para obtener germoplasma producto de la selección de las 280 ha son los árboles registrados con los números 10,33,9,7,8,31,32 y 11.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

De las 280 ha que tiene la masa forestal, se secciona en tres rodales por sus condiciones diferentes de sitio producto del correspondiente análisis de suelo.

El Rodal 1 con 102,30 has es la que presenta deficiencia nutricional de MO y N. Por lo que es esta sección ideal para rescatar material vegetal.

De los 45 árboles seleccionados, se rescatan 16 que corresponden al Rodal 1, se someten a los análisis estadísticos correspondientes, quedando ocho árboles como los recomendados para la obtención de germoplasma, estos son los árboles de *Eucalyptus spp.*, 10,33,9,7,8,31,32,y,11

6.2 Recomendaciones

Con este material seleccionado, es prudente que se desarrolle el siguiente proceso de toma de germoplasma como semilla, estacas o yemas para micro propagación.

Es viable que al obtener este material vegetal, se genere bosquetes y hacer seguimiento en crecimiento volumétrico.

Realizar el levantamiento planimétrico de superficies en función del uso de suelo del área de estudio, considerando que la superficie de la provincia de Esmeraldas es de 15954 km².

No descartar el uso de semillas de otras procedencias para generar rodales nuevos y continuar con el proceso de selección y evaluaciones de adaptación y crecimiento.

Socializar y plasmar interés para la industria a gran escala.

Dar a conocer a los propietarios de la hacienda y agricultores de la zona como alternativa de uso de suelo, factor que pueden cambiar su giro tradicional de trabajo, dinamizar la

economía local, generar experticias diferentes a las tradicionales y quitar presión al bosque nativo como fuente de madera.

BIBLIOGRAFIA

- Acuña, E. Rodríguez, I. Wielemaker, W. G. (1992). *Estudio del uso de la tierra, suelos y paisajes de Nueva Guinea*. Retrieved from <http://www.sidalc.net/REPDOC/A6853E/A6853E.PDF>
- Balcorta, M., Vargas, H. (2004). Variación fenotípica y selección de árboles en una plantación de melina (*Gmelina arborea* Linn., Roxb.) de tres años de edad. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 10(1), 13–19.
- Barrios, A., López, A.M., Nieto, V. (2014). *Predicción de volúmenes comerciales de Eucalyptus grandis a través de modelos de volumen total y de razón*. Retrieved from https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=PREDICCIÓN+DE+VOLÚMENES+COMERCIALES+DE+Eucalyptus+grandis+A+TRAVÉS+DE+MODELOS+DE+VOLUMEN+TOTAL+Y+DE+RAZÓN&btnG=
- Bravo, F. (2007). *El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático (Vol 315): Fundación Gas Natural*. Barcelona.
- Carpineti, L. (2005). Importancia de la Silvicultura Clonal. INTA, Buenos Aures, Argentina. IDIAXXI N,8.
- Christersson, L., & Verma, K. (2007). Silvicultura de rotación corta : un complemento de la silvicultura « convencional ». *English*, 57, 1–14.
- CLIMATE-DATA.ORG. (2019). Retrieved from <https://es.climate-data.org/info/imprint/>
- Detrinidad, M. (1993). Criterios de selección de árboles plus y control fenológico de cinco especies nativas, en condiciones de bosque seco tropical en Chacocente, Nicaragua.
- Ecológica, A. (2000). Proyecto forestal eucapacific. Retrieved from <http://www.accionecologica.org/bosques-y-plantaciones/monocultivos/informes/66-proyecto-forestal-eucapacific>
- Evans, J. (1988). La producción sostenible de madera en las plantaciones forestales.

- FAO. (1981). *El eucalipto en la repoblación forestal*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-ac459s.pdf>
- FAO. (2008). Los bosques y el cambio climático. Retrieved from <http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2006/1000247/index.html>
- FAO. (2014a). Aumentan las emisiones de gases de efecto invernadero de la agricultura. Retrieved from <http://www.fao.org/news/story/es/item/218907/icode/>
- FAO. (2014b). *El Estado de los Recursos Genéticos forestales en el mundo síntesis informativa*.
- FAO. (2016). *El estado de los bosques del mundo*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i5588s.pdf>
- FAO. (2018). *El estado de los bosques del mundo -Las vías forestales hacia el desarrollo sostenible*. Roma.
- Gutierrez, B., Ortiz, O., & Molina, M. P. (2005). *Clonación de Raulí: Estado actual y perspectivas* (2005th ed.; B. Gurtierrez, M. Molina, & O. Ortiz, Eds.).
- Hernandez-Ramos, J., De-los-Santos-Posadas, H., Valdéz-Lazalde, J., Tamarit-Urias, J., Ángeles-Pérez, G., Hernández-Ramos, A., ... Peduzzi, A. (2017). *Estimación del volumen comercial en plantaciones de Eucalyptus urophylla con modelos de volumen total y de razón*. 561–580.
- INAMHI. (2015). *Anuario Meteorológico*.
- Ipinza, R. (1997). *Aspectos teóricos en la selección de árboles superiores*. Retrieved from <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/10909/18607.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ipinza, R., Gutiérrez, B., & Emhart, V. (1998). *Mejora Genética Forestal Operativa* (Roberto Ipinza, B. Gutiérrez, & V. Emhart, Eds.). Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Julio_Torres8/publication/261645606_Metodolo

gias_para_la_determinacion_del_valor_de_mejora/links/00b7d534eaf9b3c34d000000
/Metodologias-para-la-determinacion-del-valor-de-mejora.pdf

Krutovskii, K. V. (2001). *La genómica forestal para la conservación de la diversidad genética adaptable. Recursos Genéticos Forestales (FAO)*. Retrieved from <http://www.fao.org/3/y2316s/y2316s03.htm>

Landsat/Copernicus. (2018). *No Title*.

Leahy, J. (2015). Clonación del eucalipto en Brasil. Retrieved from <https://www.elfinanciero.com.mx/financiamiento/clonacion-del-eucalipto-en-brasil-la-llave-la-productividad.html>

Ledig, F. T. (1997). *Conservación y manejo de recursos genéticos forestales. Manejo de recursos genéticos forestales, H. Vargas, VB Bermejo y FT Ledig* (F. Vargas, H., Bermejo, VB., Ledig, Ed.). Chapingo.

Libby, W. J., & Rauter, R. M. (1984). *Scientific and technical articles advantages of clonal forestry*. (June), 145–149. Retrieved from <https://pubs.cif-ifc.org/doi/pdf/10.5558/tfc60145-3>

Lind, D., Marchal, W., & Wathen, S. (2012). *Estadística aplicada a los negocios y la economía*. Mexico.

Lopez, G. A. (2010). *Domesticación y cultivo del Eucalipto*. 83–95.

MAG. (2014). *Programa de Incentivos para la Reforestación con Fines Comerciales* Ministerio de Agricultura , Ganadería , Acuacultura y Pesca Subsecretaría de producción forestal.

MAG. (2016). *Manual de procedimiento “identificación de fuentes semilleras y árboles plus.”*

MAGAP. (2017). *Guía básica para inventarios en plantaciones forestales comerciales para la aprobación y control de programas de corta aprobados a través del sistema de*

producción forestal (SPF). 1–9.

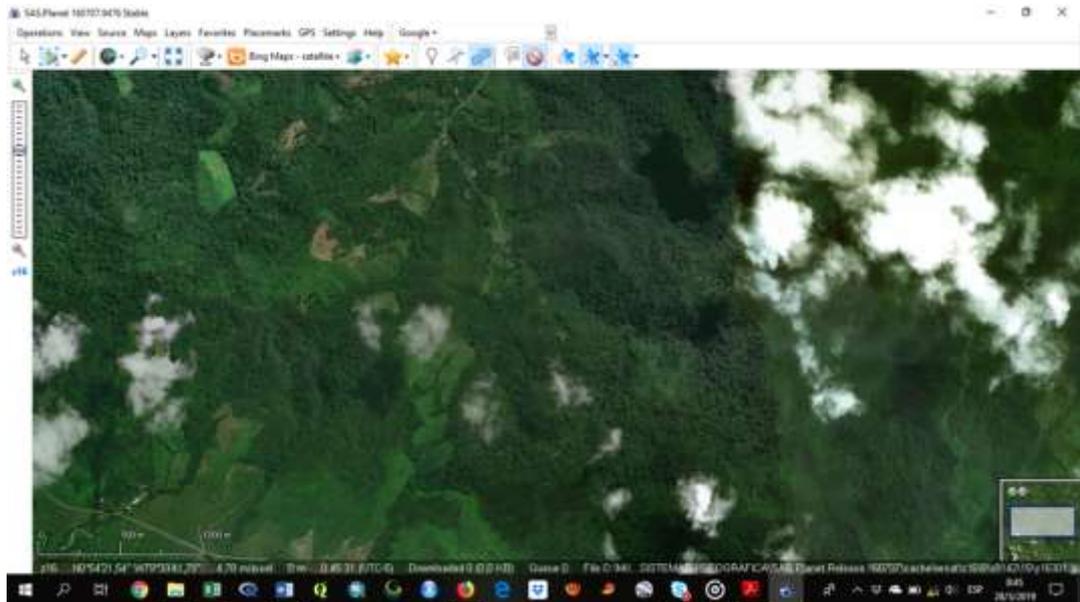
- Martínez-zurimendi, P., Domínguez-domínguez, M., Juárez-garcía, A., López-lópez, L. M., & Álvarez-martínez, V. J. (2015). *ÍNDICE DE SITIO Y PRODUCCIÓN MADERABLE EN PLANTACIONES FORESTALES DE Gmelina arborea EN TABASCO , MÉXICO*
SITE INDEX AND TIMBER PRODUCTION IN FOREST PLANTATIONS OF Gmelina arborea IN TABASCO , MÉXICO. 38(4), 415–425.
- Martínez, J., & Fernández, A. (2004). Cambio climático: una visión desde México. In *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales*. Coyoacán.
- Moraes, M. A., Pupin, S., Souza, C. S., Miranda, A. C., Silva, P. H. M., Sasaki, J. L. S., & Moraes, M. L. T. (2015). *Estrategias de selección de progenies de Eucalyptus urophylla ST Blake en la Región de Selvíria-Barsil*. (Vol. 21). Retrieved from <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/20953/31486.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Murillo, O., Wright, J., Monteuis, O., & Montenegro, F. (2013). *Mejoramiento genético de la Teca en América Latina*. Retrieved from <http://agritrop.cirad.fr/571671/1/tecalibro.pdf>
- Norverto, C. A. (2006). *La fijación de CO2 en plantaciones forestales y productos en Argentina*.
- Penagos, c., Restrepo, R.J.H., Peláez, C. A.R., Urrego, J. B., Bautista, J. A., Valencia F.A., Lotero, Ó. I. (2006). *El Eucalipto*. Retrieved from <https://www.cenicafe.org/es/publications/eucalipto.pdf>
- Ramírez, J. (2015). *Secuestro de Carbono en plantaciones de Eucalipto (Eucalyptus globulus Labill) - cantón Pedro Moncayo, provincia de Pichincha, como una alternativa al desarrollo sustentable*. <https://doi.org/1541-8561>
- Robert, M. (2002). *Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la Tierra*.

- Informes sobre recursos mundiales de suelos. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra: Informes sobre recursos mundiales de suelos.* Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-bl001s.pdf>
- Sánchez Caldeón, M., & Reyes Pinengla, C. (2015). *Ecuador: revisión a las principales características del recurso forestal y de la deforestación. III.*
- Sánchez, J. (2011). *Introducción a la estadística en Ciencias Biológicas.* Quito - Ecuador.
- Schlatter, J., & Steuer, H. (2005). *Selección de sitios para el establecimiento de ensayos clonales de raulí (Nothofagus alpina).* Rodríguez y Molina M. (2005). *Clonación de raulí. Estado actual y perspectivas.* CEFOR, INFOR. p, 174.
- Schreiner, E. J. (1968). *Mejoramiento genético de especies forestales.* Revista Unasylya, 2. Retrieved from <http://www.fao.org/3/81146s/81146s02.htm>
- Seppänen, P. (2002). *Secuestro de carbono a través de plantaciones de eucalipto en el trópico húmedo . Foresta Veracruzana, 4 (2), 51-58.* Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/497/49740208.pdf>
- Sierra, R. (2013). *PATRONES Y FACTORES DE DEFORESTACIÓN EN EL ECUADOR CONTINENTAL , 1990 - 2010 . Y un acercamiento a los próximos 10 años.* Conservación Internacional Ecuador y Forest Trends. Quito.
- Sigaud, P. (1997). *La Conservación Genética de los Álamos y su Utilización en China con especial atención al Norte de China.* Retrieved from <http://www.fao.org/forestry/6501-068742a5f16583ba8e79a6490f95246.pdf>
- SIGTIERRAS. (2017). *Sistema Nacional de Información y gestión de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica.* Retrieved from http://metadatos.sigtierras.gob.ec/pdf/MEMORIA_MAPA_DE_ORDENES_DE_SUELOS_MAG_SIGTIERRAS.pdf
- SINAGAP. (2015). *No Title.*

- Snyder, C., Bruulsema, T., & Jensen, T. (2008). *Mejores prácticas de manejo para minimizar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con el uso de los fertilizantes*. 3–6.
- Sotolongo, R., Geadá, G., & Cobas, M. (2005). *Mejoramiento Genético Forestal*.
- Trujillo, A. M. I. (2005). *Micropropagación de genotipos selectos de Eucalyptus grandis*. *Revista INIA N°4*. 26(Foto 1), 26–28.
- Vallejos, J., Badilla, Y., & Murillo, O. (2010). *Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal*. *Agronomía Costarricense*, 34(1), 105-119. 34(1), 105–119.
- Van-Dam, C. (2003). *La economía de la certificación forestal : ¿ desarrollo sostenible para quien ?* 25, 71–92.
- Xavier, A., & Silva, R. L. da. (2010). *Evolução da siviculturaclonal de Eucalyptus no Brasil*. *Agronomia Costarricense*, 34(1), 93–98. Retrieved from http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0377-94242010000100009
- Zambony, P., Aceñolaza, P. (2004). *Aporte al conocimiento de ciclos de materia orgánica (MO) en formaciones boscosas de la llanura de inundación del Río Paraná : Area PNPD* *Abstract* : (3105), 161–168. Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Pablo_Acenolaza/publication/228811168_Aporte_al_conocimiento_de_ciclos_de_materiaorganica_MO_en_formaciones_boscosas_de_la_llanura_de_inundacion_del_rio_Parana_Area_PNPD/links/0deec51530eeddf336000000.pdf
- Zúñiga, T. (1999). *Situación actual de la forestación y reforestación en el Ecuador*. Retrieved from http://www.fao.org/3/ad102s/AD102S08.htm#p3288_177985

ANEXOS

Anexo 1. Imagen satelital del área de estudio SAS Planet 160707



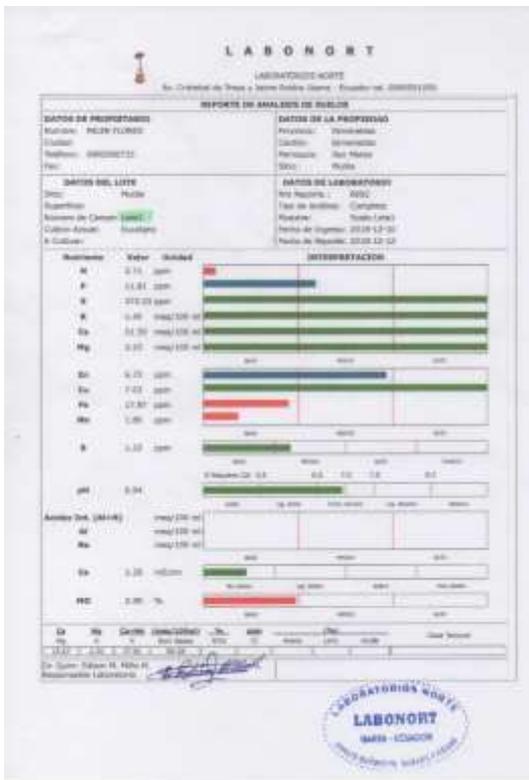
Anexo 2. Imagen satelital con 45 árboles seleccionados dentro del área de estudio



Anexo 3. Imagen satelital Landsat/Copernicus con los 16 árboles seleccionados en rodal 1



Anexo 4. Análisis de suelo Rodal 1



RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN

NOMBRE: Maderable CULTIVO: Eucalipto FECHA: 18/12/12

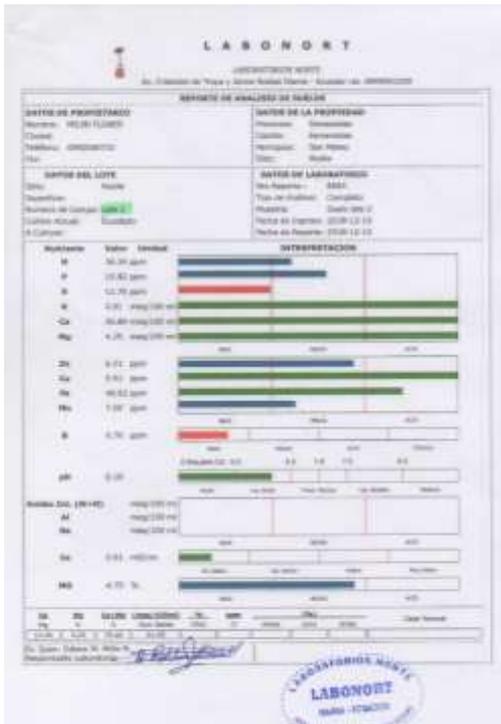
MUESTRA	FERTILIZANTE			CANTIDAD (kg/ha)
	N	P2O5	K2O	
M201 Lote 1	70	50	70	18-45-0 (IAP) 10-30-10 Urea Muriato de potasio (0-0-60)

Manejo agropecuario del fertilizante.

1. **Establecimiento**
Aplicar todo el IAP a la siembra, el 10-30-10 más la urea aplicar el primer año y el muriato de potasio a los dos y tres años de establecido el cultivo (dependiendo de la variedad).
Es recomendable aplicar microelementos complejos o en forma de quelatos especialmente boro, hierro, manganeso y zinc urea o dos aplicaciones foliares (primer y segundo año).
Se recomienda el uso de abonos orgánicos de bajo N independiente compensar de las reservas via foliar para evitar la clorosis férrica (amarillamiento).
Si el cultivo ya está establecido, mezclar todos los fertilizantes y aplicar en dos aplicaciones cada año.

El contenido de materia orgánica (2,00%) es bajo, puede aplicarse abonos orgánicos descomponidos en cama.
*La recomendación está en base por hectárea, deberá calcularse al área del cultivo y regular la cantidad de fertilizante recomendado, la misma que será dividida según el número de plantas (gramos/planta).
Se recomienda se evalúe en base al análisis químico del suelo, de cualquier otro análisis de la zona por lo tanto este análisis es por el fertilizante que debe ser aplicado por el técnico responsable, considerando condiciones de clima y agua.

Anexo 5. Análisis de suelo Rodal 2

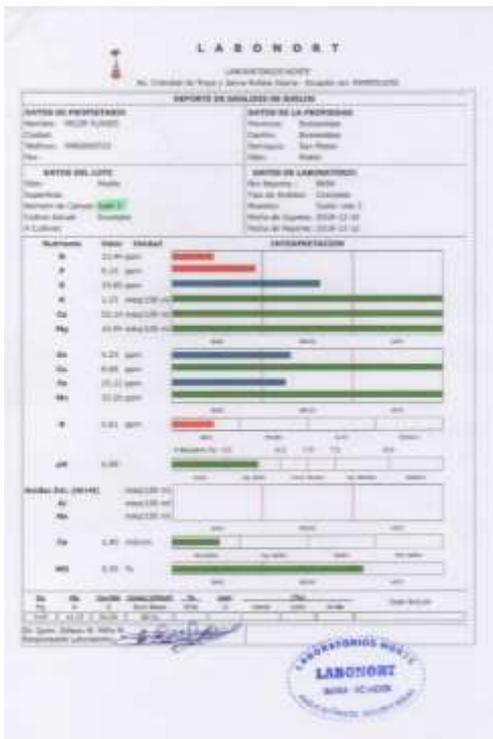


Anexo 6. Análisis de suelo Rodal 3

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN					
NOMBRE:	CULTIVO:			FECHA:	
Mila Flores	Escalante			18 12 12	
MUESTRA	Fertilizante			FERTILIZANTE (Fuente)	CANTIDAD (kg/ha)
	N	P2O5	K2O		
M03	30	50	100	18-45-0 (DAP)	1
Lote 3				18-30-10	2
				Sulfato de amonio	1
				Muriato de potasio (14-0-0)	3

Manejo agronómico del fertilizante.

1. Establecimiento
 Aplicar todo el DAP a la siembra, el 18-30-10 mas el sulfato de amonio aplicar al primer año y el muriato de potasio a los dos y tres años de establecido el cultivo (dependiendo de la cantidad).
 Es recomendable aplicar micronutrientes completos a un forma de quelatos especialmente zinc, zinc y manganeso una o dos aplicaciones foliares (primer y segundo año).
 Si el cultivo ya esta establecido, mezclar todos los fertilizantes y aplicar en dos aplicaciones cada año.
 Parte del nitrógeno se lo recomienda en forma de sulfato de amonio para compensar la deficiencia de azufre.
 El contenido de materia orgánica (4.75 %) es medio, puede aplicar abono organico descompuesto en comino.
 La recomendación está en kg/ha por hectárea, deberá calcularse el área del cultivo y regular la cantidad de fertilizante recomendado, la misma que será dividida según el número de plantas (proporcional).
 La recomendación se realiza en base al análisis químico del suelo, de considerar el aspecto físico de la zona por lo tanto debe considerarse que para el fertilizante que debe ser aplicado por el cultivo responsable, considerando condiciones de clima y agua.



Anexo 7. Resumen de inventario 2018

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACIÓN					
NOMBRE:	CULTIVO:			FECHA:	
Mila Flores	Escalante			18 12 12	
MUESTRA	Fertilizante			FERTILIZANTE (Fuente)	CANTIDAD (kg/ha)
	N	P2O5	K2O		
M03	30	30	30	18-45-0 (DAP)	2
Lote 3				18-30-10	2
				Urea	1
				Muriato de potasio (14-0-0)	2

Manejo agronómico del fertilizante.

1. Establecimiento
 Aplicar todo el DAP a la siembra, el 18-30-10 mas la urea, aplicar al primer año y el muriato de potasio a los dos y tres años de establecido el cultivo (dependiendo de la cantidad).
 Es recomendable aplicar micronutrientes completos a un forma de quelatos especialmente zinc, zinc y manganeso una o dos aplicaciones foliares (primer y segundo año).
 Si el cultivo ya esta establecido, mezclar todos los fertilizantes y aplicar en dos aplicaciones cada año.
 El contenido de materia orgánica (5.30 %) es ligeramente alto.
 La recomendación está en kg/ha por hectárea, deberá calcularse el área del cultivo y regular la cantidad de fertilizante recomendado, la misma que será dividida según el número de plantas (proporcional).
 La recomendación se realiza en base al análisis químico del suelo, de considerar el aspecto físico de la zona por lo tanto debe considerarse que para el fertilizante que debe ser aplicado por el cultivo responsable, considerando condiciones de clima y agua.

Fuente: Modelo de Inventarios Forestales MAG como requisito para la obtención de la Licencia de Aprovechamiento Forestal para plantaciones.

1. DATOS DE UBICACIÓN DEL PREDIO					
Provincia:	Esmeraldas	Cantón:	Esmeraldas		
Parroquia:	San Mateo	Zonal			
Sitio:	Mutile	Nombre del predio:	Mutile		
2. DATOS DEL BENEFICIARIO Y EJECUTOR					
Nombre del beneficiario:	DIEGO HERNANDEZ CARVAJAL		Cédula o RUC	1718275710	
Nombre del ejecutor:	DIEGO HERNANDEZ CARVAJAL		Cédula o RUC	1718275710	
3. DATOS DEL INVENTARIO					
Superficie parcela (m ²)	500	Superficie plantación (ha)	280,0000	Tipo de Aprovechamiento	Corta final
Tipo de cobertura vegetal	Plantación forestal comercial			Edad	15
Especie	EUCALIPTO (<i>Eucalyptus urograndis</i>)			Factor de forma	0,7
4. COORDENADAS DE LAS PARCELAS (UTM - WGS 84 ZONA 17 SUR)					
Nro. Parcela	Este	Norte	Nro. Parcela	Este	Norte
1	659527	10096252	11	660381	10092323
2	659720	10095939	12	660198	10092410
3	659953	10095505	13	660302	10092687
4	660057	10094735	14	660525	10092960
5	659816	10094341	15	660421	10093662
6	661992	10094044	16	660054	10093072
7	662000	10093498	17	659961	10092801
8	661679	10093161	18	659640	10092785
9	661663	10092711	19	658986	10092602
10	660884	10092099	20	659026	10094412

Estadísticas	Volumen	Nro. Árboles	Estadísticas	Volumen	Nro. Árboles
Min	6,3524	6	CV%	27,67	32,5400
Max	17,8220	23	Error Std	0,109418	0,1490
Promedio	11,0720	12,8214	Error M %	1,68	1,97
Varianza	9,38629	17,4114	T _{0,05}	1,70329	
DevStd	3,06370	4,1727	Sumatoria Vol. de parcel. (m ²)	310,015	
SOLICITUD	Volumen	Árboles			
Máximo	68357,87	80455			
Mínimo	55648,21	63145			

Parcelas	Nro Arboles	Prom. Vol. Parcela	Volumen total de la parcela
1	18	0,5547	9,9859
2	10	1,2205	12,2056
3	11	1,2569	13,8263
4	22	0,7561	16,6349
5	13	0,9320	12,1163
6	11	0,9265	10,1919
7	9	1,5742	14,1681
8	14	1,0690	14,9662
9	23	0,7748	17,8220
10	13	0,9163	11,9129
11	13	0,9360	12,1691
12	8	1,1096	8,8768
13	6	1,0953	6,5719
14	10	1,0798	10,7989
15	12	1,0820	12,9841
16	12	0,8344	10,0138
17	12	1,1592	13,9111
18	12	0,8869	10,6428
19	17	0,7305	12,4187
20	9	0,7329	6,5967
21	10	0,7710	7,7101
22	16	0,8740	13,9845
23	15	0,5702	8,5544
24	10	0,8831	8,8312
25	11	0,6317	6,9494
26	11	0,9549	10,5040
27	21	0,3959	8,3152
28	10	0,6352	6,3524

Firman.	
DIEGO HERNANDEZ CARVAJAL Beneficiario 1718275710	DIEGO HERNANDEZ CARVAJAL Ejecutor 1718275710

Anexo 8. Solicitud de Licencia Forestal para Aprovechamiento aprobada Mutile



SOLICITUD DE PROGRAMA DE CORTA - PLANTACIONES

Yo; HERNANDEZ CARVAJAL DIEGO ALFONSO, con número de cédula 1718275710, solicito la aprobación del programa PAFPL13193061221 de acuerdo al siguiente detalle:

REGISTRO DE SOLICITUD:

Fecha	Oficina Técnica	Código de Programa	Ejecutor
2019-02-11 2:50 pm	MAG - Esmeraldas	PAFPL13193061221	HERNANDEZ CARVAJAL DIEGO ALFONSO

REGISTRO DEL PROPIETARIO / POSESIONARIO:

Nombre:	HERNANDEZ CARVAJAL DIEGO ALFONSO	Teléfono:	091389696
CI / RDC:	1718275710	Celular:	
Dirección:	SAN ANDRES N23-1269 Y MENDEZA	E-mail:	dgo18e@hotmail.com

REGISTRO DE LA PLANTACION:

Provincia	Cantón	Parroquia	Sector	Superf. a aprovechar (Ha.)
ESMERALDAS	ESMERALDAS	SAN MATEO	MUTILE	196.70

DETALLE DE PRODUCTOS:

No.	Especie	Número árboles	Vol. solicitado [m3]
1	EUCALIPTO (<i>Eucalyptus grandis</i>)	56543	48040.9
Volumen Total:			48040.9

Debo manifestar que la información vertida en este documento es veraz y por tanto está sujeta a verificación.

HERNANDEZ CARVAJAL DIEGO ALFONSO
1718275710

NOTA: Para obtener la aprobación del programa deberá adjuntar los documentos que se detallan a continuación y presentarse en la Oficina Técnica del MAGAP de su jurisdicción ubicada en esta dirección:

Pedro Vicente Meléndez entre Manzana Calizares y Mejía

Teléfono: (062) 715817

ESMERALDAS - ESMERALDAS

Anexo 9. Tabla datos de los árboles Rodal 1

NUM	DAP	H	DIAM-CO	VOL
4	29	27	9	1,248
5	32	30	5	1,689
2	33	29	8	1,736
1	37	25	8	1,882
6	38	25	10	1,985
13	37	30	10	2,258
12	39	30	12	2,509
3	39	33	9	2,760
10	44	30	15	3,193
33	38	42	8	3,334
9	46	30	14	3,490
7	43	35	11	3,558
8	47	33	14	4,008
31	44	38	8	4,045
32	45	43	12	4,787
11	49	39	12	5,148
40	32,438	10,313	2,977	

Anexo 10. Matriz de toma de datos cuantitativos y cualitativos.

Fuente: Adaptado de R. Ipinza

MATRIZ SELECCIÓN					
ESPECIE			FECHA-PLA		FECHA-MED
PROVIN	CANTON		PARROQUI		SITIO
CO WGSIX	Y		RODAL		EDAD
SEMILLA	CLON		PROCEDE		PRECIP
		CODIGP			ALTURA

CUANTITATIVAS						
NUM	DAP	H-TOT	VOLUM EN	H DE RAMA	DIAM DE COPA	OBSER

CUALITATIVAS					
RECTITUD	CAPACIDAD DE	FORMA DE COPA			OBSERVA

Anexo 11. Una representación de selección de árboles Doencas na cultura do Eucalipto (Universidade Federal de Vicosa)



Anexo 12. Árbol 4



Anexo 13. Árbol 3



Anexo 14. Árbol 34



Anexo 15. Árbol 31



Anexo 16. Árbol 33



Anexo 17. Árbol 7



Anexo 18. Árbol 9



Anexo 19. 11



Anexo 20. Árbol 33



Anexo 21. Árbol 35



Anexo 22. Árbol 34



Anexo 23. Registro árbol 10

MATRIZ SELECCIÓN							
ESPECIE	Eucalyptus spp		FECHA-PLA	2002	FECHA-MED	01/10/2018	
PROVIN	Esmer	CANTON	Esmeral	PARROQUI	San Mateo	SITIO	Mutile
CO WGS	X 658053	Y	99347	RODAL	1	EDAD	16
SEMILLA	X	CLON		PROCEDE		PRECIP	980
			CODIGP			ALTURA	200

CUANTITATIVAS						
NUM	DAP	H-TOT	VOLUM EN	H DE RAMA	DIAM DE COPA	OBSER
10	44	30	3,19	25	15	

CUALITATIVAS				
RECTITUD	CAPACIDAD DE PODA	FORMA DE COPA		OBSERVA
4	3	5		En el entorno hay termitas pero no afectan al árbol, buen color verde oscuro

Fuente: Adaptado de Ipinza

Anexo 24. Registro árbol 33

MATRIZ SELECCIÓN							
ESPECIE	Eucalyptus spp		FECHA-PLA	2002	FECHA-MED	01/10/2018	
PROVIN	Esmer	CANTON	Esmeral	PARROQUI	San Mateo	SITIO	Mutile
CO WGS	X 658592	Y	98656	RODAL	1	EDAD	16
SEMILLA	X	CLON		PROCEDE		PRECIP	980
			CODIGP			ALTURA	200

CUANTITATIVAS						
NUM	DAP	H-TOT	VOLUM EN	H DE RAMA	DIAM DE COPA	OBSER
33	38	42	3,3	35	8	

CUALITATIVAS				
RECTITUD	CAPACIDAD DE PODA	FORMA DE COPA		OBSERVA
4	3	5		Termitas ademas de residuos de s de pastos, buen color verde oscuro

Anexo 25. Registro árbol 9

MATRIZ SELECCIÓN							
ESPECIE	Eucalyptus spp		FECHA-PLA	2002	FECHA-MED	01/10/2018	
PROVIN	Esmer	CANTON	Esmeral	PARROQUI	San Mateo	SITIO	Mutile
CO WGS	X 657838	Y	99313	RODAL	1	EDAD	16
SEMILLA	X	CLON		PROCEDE		PRECIP	980
			CODIGP			ALTURA	200

CUANTITATIVAS						
NUM	DAP	H-TOT	VOLUM EN	H DE RAMA	DIAM DE COPA	OBSER
9	46	30	3,49	24	14	

CUALITATIVAS				
RECTITUD	CAPACIDAD DE PODA	FORMA DE COPA		OBSERVA
4	3	5		Presencia de sotobosque, y pasto de regeneración

Anexo 26. Registro árbol 7

MATRIZ SELECCIÓN							
ESPECIE	Eucalyptus spp		FECHA-PLA	2002	FECHA-MED	01/10/2018	
PROVIN	Esmer	CANTON	Esmeral	PARROQUI	San Mateo	SITIO	Mutile
CO WGS	X 658612	Y	99213	RODAL	1	EDAD	16
SEMILLA	X	CLON		PROCEDE		PRECIP	980
			CODIGP			ALTURA	200

CUANTITATIVAS							
NUM	DAP	H-TOT	VOLUM EN	H DE RAMA	DIAM DE COPA		OBSER
32	45	33	4,79	28	12		

CUALITATIVAS					
RECTITUD	CAPACIDAD DE PODA	FORMA DE COPA			OBSERVA
4	3	5			
					Buen color verde oscuro

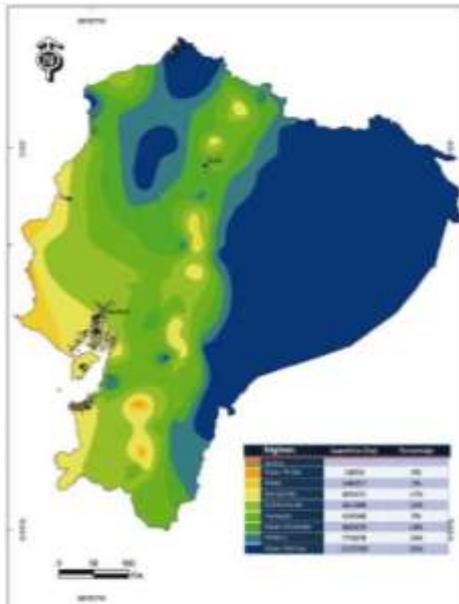
Anexo 30. Registro árbol 11

MATRIZ SELECCIÓN							
ESPECIE	Eucalyptus spp		FECHA-PLA	2002	FECHA-MED	01/10/2018	
PROVIN	Esmer	CANTON	Esmeral	PARROQUI	San Mateo	SITIO	Mutile
CO WGS	X 658266	Y	99274	RODAL	1	EDAD	16
SEMILLA	X	CLON		PROCEDE		PRECIP	980
			CODIGP			ALTURA	200

CUANTITATIVAS							
NUM	DAP	H-TOT	VOLUM EN	H DE RAMA	DIAM DE COPA		OBSER
11	49	39	5,15	30	12		

CUALITATIVAS					
RECTITUD	CAPACIDAD DE PODA	FORMA DE COPA			OBSERVA
4	3	5			

Anexo 31. Clasificación Zonas áridas UNESCO



MAPA 10. Clasificación de zonas áridas (ETP/P) del Ecuador. (Fuente: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura - UNESCO, Oficina Regional de Ciencia para América Latina y El Caribe, Programa Hidrológico Internacional, proyecto Atlas de Zonas Áridas para América Latina y El Caribe. Santiago de Chile, 2008).