

ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

TEMA

“EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO INICIAL DE *Eucalyptus urograndis*,
Gmelina arborea Roxb Y *Ochroma pyramidale Cav* BAJO LA APLICACIÓN DE
CUATRO DOSIS DE POTASIO EN LA HACIENDA ZOILA LUZ DEL CANTON
SANTO DOMINGO”

AUTOR

CARLOS DANIEL PAILLACHO CEDEÑO

INFORME TÉCNICO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

2010

ESCUELA POLITECNICA DEL EJÉRCITO
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
CARRERA DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO DE LOS TSÁCHILAS

“EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO INICIAL DE *Eucalyptus urograndis*,
Gmelina arborea Roxb Y *Ochroma pyramidale Cav* BAJO LA APLICACIÓN DE
CUATRO DOSIS DE POTASIO EN LA HACIENDA ZOILA LUZ DEL CANTON
SANTO DOMINGO”

CARLOS DANIEL PAILLACHO CEDEÑO

INFORME DEL PROYECTO DE INVESTIGACION PRESENTADO COMO
REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO
AGROPECUARIO

SANTO DOMINGO – ECUADOR

2010

“EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO INICIAL DE *Eucalyptus urograndis*,
Gmelina arborea Roxb Y *Ochroma pyramidale Cav* BAJO LA APLICACIÓN DE
CUATRO DOSIS DE POTASIO EN LA HACIENDA ZOILA LUZ DEL CANTON
SANTO DOMINGO”

CARLOS DANIEL PAILLACHO CEDEÑO

REVISADO Y APROBADO

MAYO. ESP. RENÉ E. GONZÁLEZ V.
DIRECTOR DE CARRERA DE ING. CC. AGROPECUARIAS
SANTO DOMINGO DE LOS COLORADOS

Ing. PATRICIO JIMENEZ

DIRECTOR

Ing. ALFREDO VALAREZO

CODIRECTOR

Ing. VINICIO UDAY

BIOMETRISTA

CERTIFICO QUE ESTE TRABAJO FUE PRESENTADO EN ORIGINAL (EN
MEDIO MAGNETICO) E IMPRESO EN DOS EJEMPLARES.

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

“EVALUACIÓN DEL CRECIMIENTO INICIAL DE *Eucalyptus urograndis*,
Gmelina arborea Roxb Y *Ochroma pyramidale Cav* BAJO LA APLICACIÓN DE
CUATRO DOSIS DE POTASIO EN LA HACIENDA ZOILA LUZ DEL CANTON
SANTO DOMINGO”

CARLOS DANIEL PAILLACHO CEDEÑO

REVISADO Y APROBADO

APROBADO POR LOS SEÑORES MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE
CALIFICACIÓN DEL INFORME TÉCNICO.

	CALIFICACION	FECHA
Ing. PATRICIO JIMENEZ DIRECTOR	_____	_____
Ing. ALFREDO VALAREZO CODIRECTOR	_____	_____

CERTIFICO QUE ESTAS CALIFICACIONES FUERON PRESENTADAS EN
ESTA UNIDAD.

UNIDAD DE ADMISIÓN Y REGISTRO

DEDICATORIA

A mis padres, Isaac y Sonia,
por todo el esfuerzo entregado
durante toda su vida para
poder cumplir esta meta y
hacer cumplir mis
sueños.....Ser un profesional.

A un ser muy especial, Mamá
Dila, quien es mi guía para
edificar mis principios y
valores durante toda mi vida.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, Isaac Paillacho y Sonia Cedeño, por brindarme su apoyo incondicionalmente cuando más lo necesitaba y ser los pilares principales para alcanzar esta meta.

Al Ing. Salomón Gutt, Gerente de Palmeras de los Andes, por todo el apoyo brindado para que mis estudios continuaran durante mi carrera.

Al Ing. Patricio Jiménez e Ing. Alfredo Valarezo, Director y Codirector, por confiar en mí y darme la oportunidad de desarrollar esta investigación, por brindarme los conocimientos y consejos entregados en el aula para aplicarlos en el campo.

A la Escuela Politécnica del Ejército, Carrera de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias Santo Domingo, por los conocimientos entregados durante todos mis años de estudio y permitirme el desarrollo de mi tesis en sus instalaciones.

A mi novia y colega Vanessa Burgos, por ser una persona muy especial en mi vida y la dueña de mi corazón, quién a través de sus consejos fue una guía para la culminación de este trabajo.

A todos los que hicieron posible el desarrollo de mi tesis.

AUTORÍA

Las ideas expuestas en el presente trabajo de investigación, así como los resultados, discusión y conclusiones son de exclusiva responsabilidad del autor.

FIRMA

INDICE DE CONTENIDO

CONTENIDO	PÁGINA
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	6
2.1. PLANTACIONES FORESTALES	6
2.1.1. Ventajas de las Plantaciones de Crecimiento Rápido	7
2.1.2. Fertilización de Plantaciones Forestales	8
2.1.3. Nutrientes Esenciales para los Árboles	9
2.1.4. Momento Adecuado para Fertilizar Bosques en Crecimiento	10
2.1.5. La Fertilización Óptima Comprende la Aplicación de Dosis Pequeñas y Frecuentes	11
2.1.6. El Potasio (K), un Nutriente Esencial para las Plantas	11
2.1.7. Papel del Potasio en la Planta	11
2.1.8. Movimiento del Potasio en el Suelo.....	13
2.1.9. Absorción del Potasio por las Plantas	13
2.2. ESPECIES FORESTALES DEL ESTUDIO.....	14
2.2.1. Eucalipto (<i>Eucalyptus urograndis</i>)	14
2.2.1.1. Generalidades y taxonomía.....	14
2.2.1.2. Descripción de la especie.....	15
2.2.1.2.1. Copa.....	15
2.2.1.2.2. Fuste	15

2.2.1.2.3.	Altura.....	15
2.2.1.2.4.	Hojas.....	16
2.2.1.2.5.	Flores y frutos.....	16
2.2.1.3.	Topografía y suelos.....	16
2.2.1.4.	Distribución geográfica	16
2.2.1.5.	Clima.....	17
2.2.1.6.	Fertilización potásica en eucalipto.....	17
2.2.1.7.	Interacción del K y otros nutrientes en eucalipto	18
2.2.1.8.	Respuesta de <i>Eucalyptus urograndis</i> a la aplicación de K.....	19
2.2.1.9.	Recomendaciones de fertilización potásica.....	19
2.2.1.10.	Crecimiento y rendimiento	20
2.2.2.	Melina (<i>Gmelina arborea Roxb</i>).....	21
2.2.2.1.	Generalidades y taxonomía.....	21
2.2.2.2.	Descripción de la especie.....	22
2.2.2.2.1.	Copa.....	22
2.2.2.2.2.	Fuste	23
2.2.2.2.3.	Altura.....	23
2.2.2.2.4.	Hojas.....	23
2.2.2.2.5.	Frutos	23
2.2.2.3.	Topografía y suelos.....	24
2.2.2.4.	Distribución geográfica	24
2.2.2.5.	Clima.....	25

2.2.2.6. Fertilización	25
2.2.2.7. Crecimiento y rendimiento	26
2.2.2.8. Podas.....	27
2.2.3. Balsa (<i>Ochroma pyramidale Cav.</i>)	28
2.2.3.1. Generalidades y taxonomía.....	28
2.2.3.2. Descripción de la especie.....	29
2.2.3.2.1. Copa.....	29
2.2.3.2.2. Fuste	29
2.2.3.2.3. Altura.....	29
2.2.3.2.4. Hojas.....	30
2.2.3.2.5. Frutos.....	30
2.2.3.3. Topografía y suelos.....	30
2.2.3.4. Distribución geográfica	31
2.2.3.5. Clima.....	31
2.2.3.6. Fertilización	32
2.2.3.7. Crecimiento y rendimiento	32
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	34
3.1. MATERIALES	34
3.1.1. Ubicación Geográfica.....	34
3.1.2. Características Agroclimáticas.....	35
3.1.3. Zona de Vida.....	35
3.1.4. Formación Natural	35

3.1.5. Materiales	35
3.2. MÉTODOS	37
3.2.1. Tipo de Diseño	37
3.2.2. Número de Repeticiones	37
3.2.3. Características de las Unidades Experimentales	37
3.2.4. Factores de Estudio	38
3.2.5. Tratamientos a Comparar	39
3.2.6. Análisis Estadístico	40
3.2.7. Variables a Medir	41
3.2.7.1. Supervivencia (%)	41
3.2.7.2. Altura de las plantas.....	41
3.2.7.3. Diámetro basal de las plantas	42
3.2.7.4. Análisis morfológico de los árboles	42
3.2.7.5. Costo de establecimiento de la plantación.....	44
3.2.8. Manejo General del Experimento	44
3.2.8.1. Establecimiento.....	44
3.2.8.2. Plantación	45
3.2.8.3. Procedencia del material experimental.....	45
3.2.8.3.1. Eucalipto.....	45
3.2.8.3.2. Melina.....	46
3.2.8.3.3. Balsa	46
3.2.8.4. Análisis de suelo	46

3.2.8.5. Densidad de plantación.....	46
3.2.8.6. Fertilización	47
3.2.8.6.1. Primera fertilización	47
3.2.8.6.2. Segunda fertilización	48
3.2.8.7. Tratamientos de fertilización	48
3.2.8.8. Parcela útil	49
3.2.8.9. Mantenimiento de la plantación.....	49
3.2.8.9.1. Control manual y mecanizado de malezas	49
3.2.8.9.2. Podas.....	51
3.2.8.9.3. Ataque de plaga defoliadora en la Balsa	52
3.2.8.9.4. Barrenador del tallo (<i>Euchroma gigantea</i>).....	53
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	55
4.1. SOBREVIVENCIA	55
4.2. VARIABLE ALTURA PARA LAS TRES ESPECIES (m)	56
4.2.1. Altura a los 2, 6 10 y 14 Meses de Edad de la Plantación	56
4.2.2. Análisis Estadístico a los Catorce Meses	60
4.2.2.1. Variable altura de plantas	60
4.2.2.2. Respuesta de las fertilizaciones dentro de cada especie	63
4.2.2.2.1. Fertilizaciones en eucalipto (Fertilizaciones\E1)	63
4.2.2.2.2. Fertilizaciones en melina (Fertilizaciones\E2)	64
4.2.2.2.3. Fertilizaciones en balsa (Fertilizaciones\E3).....	64
4.2.2.3. Resultado de los mejores tratamientos de cada especie.....	65

4.3. VARIABLE DIÁMETRO BASAL PARA LAS TRES ESPECIES (cm)...	66
4.3.1. Diámetro Basal a los 2, 6, 10 y 14 Meses del Establecimiento	66
4.3.2. Análisis Estadístico a los 14 Meses	70
4.3.2.1. Variable diámetro basal de plantas	70
4.3.2.2. Respuesta de las fertilizaciones dentro de cada especie	72
4.3.2.2.1. Fertilizaciones en eucalipto (Fertilizaciones\E1)	72
4.3.2.2.2. Fertilizaciones en melina (Fertilizaciones\E2)	74
4.3.2.2.3. Fertilizaciones en balsa (Fertilizaciones\E3).....	75
4.3.2.3. Resultado de los mejores tratamientos de cada especie.....	76
4.3.3. Correlaciones.....	76
4.3.3.1. Correlación entre altura y diámetro del mejor tratamiento de eucalipto.....	76
4.3.3.2. Correlación entre altura y diámetro del mejor tratamiento de melina	77
4.3.3.3. Correlación entre altura y diámetro del mejor tratamiento de Balsa	78
4.4. ANÁLISIS MORFOLÓGICO DE LAS ESPECIES	78
4.5. COSTO DE ESTABLECIMIENTO	80
V. CONCLUSIONES	82
VI. RECOMENDACIONES	84
VII. RESUMEN	86
VIII. SUMMARY	88
IX. ANEXOS	98

INDICE DE CUADROS

CUADRO	N°	PÁGINA
Cuadro 1.	Recomendación de fertilización potásica en eucalipto de acuerdo al contenido de potasio en el suelo.....	20
Cuadro 2.	Tratamientos comparados en la investigación.....	39
Cuadro 3.	Análisis de varianza.....	40
Cuadro 4.	Dosis de fertilizantes utilizadas a partir de la recomendación del INIAP Pichilingue.....	48
Cuadro 5.	Esquema para el control de malezas.....	50
Cuadro 6.	Porcentaje de sobrevivencia a los 2, 6, 10 y 14 meses.....	55
Cuadro 7.	Altura de planta a los 2, 6, 10 y 14 meses.....	57
Cuadro 8.	Análisis de varianza para la variable altura (m).....	60
Cuadro 9.	Coefficiente de variación para la variable altura.....	61
Cuadro 10.	Tukey al 5% para las medias de especies, variable altura en m.....	62
Cuadro 11.	Valores de diámetro basal (cm) obtenidos en las tres especies.....	67
Cuadro 12.	ADEVA de la variable diámetro basal (cm).....	70
Cuadro 13.	Coefficiente de variación para la variable diámetro.....	71
Cuadro 14.	Tukey al 5% para las medias de especies, variable diámetro en cm...71	71
Cuadro 15.	Promedio de los porcentajes obtenidos para el análisis Morfológico de especie/tratamiento.....	79
Cuadro 16.	Costos de establecimiento por tratamiento para 1 ha.....	80

INDICE DE FIGURAS

FIGURA	N°	PÁGINA
Figura 1.	Ubicación del ensayo en la parroquia Luz de América de la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas.....	34
Figura 2.	Esquema de la parcela útil.....	49
Figura 3.	Crecimiento en altura de eucalipto desde los 2 hasta los 14 meses...	58
Figura 4.	Crecimiento en altura de melina desde los 2 hasta los 14 meses.....	58
Figura 5.	Crecimiento en altura de balsa desde los 2 hasta los 14 meses.....	59
Figura 6.	Altura promedio en m de las tres especies estudiadas a los 14 meses de edad de la plantación.....	62
Figura 7.	Respuesta del eucalipto a la fertilización a los 14 meses de edad Altura en m.....	63
Figura 8.	Respuesta de la melina a la fertilización a los 14 meses de edad Altura en m.....	64
Figura 9.	Respuesta de la balsa a la fertilización a los 14 meses de edad Altura en m.....	65
Figura 10.	Respuesta del mejor tratamiento de cada especie a la fertilización en altura (m).....	66
Figura 11.	Diámetros de eucalipto desde los 2 hasta los 14 meses de edad.....	68
Figura 12.	Diámetros de melina desde los 2 hasta los 14 meses de edad.....	68
Figura 13.	Diámetros de balsa desde los 2 hasta los 14 meses de edad.....	69
Figura 14.	Diámetro promedio en cm de las tres especies estudiadas a los 14 meses de edad de la plantación.....	72

Figura 15.	Respuesta del eucalipto a la fertilización. Diámetro promedio en cm a los 14 meses de edad.....	73
Figura 16.	Respuesta de la melina a la fertilización. Diámetro promedio en cm a los 14 meses de edad	74
Figura 17.	Respuesta de la balsa a la fertilización. Diámetro promedio en cm a los 14 meses de edad.....	75
Figura 18.	Respuesta de las especies (mejor tratamiento) a la fertilización en diámetro basal (cm).....	76
Figura 19.	Correlación entre altura y diámetro del mejor tratamiento de eucalipto.....	76
Figura 20.	Correlación entre altura y diámetro del mejor tratamiento de melina.....	77
Figura 21.	Correlación entre altura y diámetro del mejor tratamiento de balsa.....	78

I. INTRODUCCIÓN

La deforestación en el Ecuador es alarmante, según Bravo (2001) el área actual del bosque nativo en el Ecuador, está estimada en 11,5 millones de ha o sea cerca del 42 % del territorio, de los cuales el 80 % se encuentra en la amazonía, el 13 % en la costa y el 7 % en la sierra.

Davis y Holmgren (2000) mencionan que existen 163 000 ha de plantaciones forestales, cifras que sumadas y comparadas con el uso potencial llevan a concluir que en el país existe un déficit de cobertura forestal de 2,5 millones de hectáreas. De ahí que el país posee una potencialidad productiva forestal, que no está siendo utilizada. El 42,39% de la superficie total del país está cubierta con bosques. Los bosques naturales constituyen el 98,58% del patrimonio forestal, mientras las plantaciones el 1,42%.

El bosque nativo provee cerca del 88 % del total de madera en Ecuador. El área de plantaciones forestales se estima en 78 mil ha, de las cuales un 90 % está localizada en la región interandina un 8 % en la costa y el restante 2 % en el oriente (Zúñiga, 2002).

Espinoza, (2002) afirma que si bien la dimensión de la cobertura nativa vegetal no está claramente identificada para todo el país, se puede indicar que en la costa aproximadamente existen 11,5 millones de hectáreas de bosques nativos, en la sierra 800 mil hectáreas y la gran mayoría, es decir 9,2 millones de hectáreas se encuentran en la región amazónica.

El mismo autor menciona que de los datos disponibles se conoce que el país tiene entre 10,9 a 11,4 millones de hectáreas de bosques naturales (aproximadamente el

42% de la superficie total). Del total de la superficie con cobertura forestal, solo 4 millones de ha pueden ser utilizadas como bosques productores.

Sarango, (2006) afirma que aproximadamente 2 938 000 ha (10,8%), de la superficie del país son tierras de uso potencial forestal sin bosque, las mismas que pueden ser cubiertas con árboles ya sea con fines de producción o protección. Por otro lado, informaciones secundarias consideran que el país cuenta actualmente con un total de 164 000 ha de plantaciones forestales.

En cuanto a las plantaciones forestales, los esfuerzos realizados por el estado y el sector privado para la reforestación son mínimos.

Según CORMADERA (2001), menciona que los expertos en temas de forestación en el Ecuador estiman que en los últimos años se deforestan alrededor de 192 mil hectáreas por año, lo cual significa que para el año 2007 la superficie que quedaba con bosques naturales era de alrededor de 7 millones de ha.

Jiménez, (2009) menciona que en 1992 el consumo de madera fue de 9,7 millones de m³, de los cuales 8,5 millones, equivalentes al 87,6% provienen del bosque nativo y 1,2 millones de m³, equivalentes al 12,4%, se obtienen de bosques plantados.

El mismo autor afirma que para suplir esta demanda y los incrementos futuros, el Ecuador deberá reforestar al menos 20 mil ha por año durante los próximos 20 años. Este nivel de reforestación permitirá racionalizar progresivamente el uso del recurso proveniente del bosque nativo y satisfacer las necesidades de la industria y de las comunidades campesinas.

En medios ambientalistas, existe una fuerte oposición a la utilización de plantaciones monoespecíficas de especies exóticas. Pero la demanda de madera en todo el mundo es alta y los beneficios adicionales que brindan los bosques son innumerables (Binkley, 1993).

Constantemente, los productores agropecuarios quieren cultivar árboles pero no tienen una clara idea de “¿qué?” y “¿para qué?”. A este respecto, es importante aclarar que en silvicultura la clave es el objetivo de la plantación; el cual define, la selección de la especie, el medio de reproducción, el distanciamiento de siembra, las podas y los raleos (Cabrera, 2003).

Alvarado, (2003) menciona que en plantaciones forestales, el uso de fertilizantes es cada vez más común, siguiéndose criterios de fertilización similares a los empleados en la agricultura. La adición de enmiendas al suelo en especies de crecimiento rápido es económica y necesaria para lograr optimizar el crecimiento de los árboles en regiones tropicales.

La producción de madera representa una alternativa sustentable para sistemas agroforestales (melina y balsa) y una fuente de madera para uso agrícola (Eucalipto) como postes para tutorado, piezas para invernaderos, celulosa, pallets, madera de exportación, celulosa, muebles, construcción, etc.

Dada la rapidez de crecimiento de las especies en estudio, se pretende que su utilización tanto en plantaciones puras o mixtas como en sistemas se convierta en un “cultivo” que necesita los cuidados e inversiones necesarias para su manejo y por consiguiente obtener una buena producción de madera para diferentes usos y beneficios (Jiménez, 2009).

En el Ecuador, la mayoría de las plantaciones forestales se realizan sin fertilización, esto se debe a la escasa información e investigación sobre la aplicación de fertilizantes en especies forestales.

Binkley, (1993) menciona que casi todas las tierras que se utilizan para la producción de madera no reciben un aporte de complementos nutritivos. En los suelos más pobres generalmente se desarrolla la silvicultura, y pese a estas condiciones, los árboles son generalmente más productivos que si se desarrollaran cultivos agrícolas en condiciones idénticas. Por tal razón, es esencial la nutrición en especies forestales ya que cada elemento cumple una función específica en la planta y entre los principales se encuentra el K^+ , ya que a un déficit de este, se ve limitado el crecimiento de los bosques.

El potasio, según Fereres (1989), interviene en los mecanismos de apertura y cierre de los estomas, interviene en la regulación del intercambio estomático de gases que tiene lugar por variaciones en la apertura de los estomas y en el proceso de turgor de las células estomatales, proceso en el cual el potasio juega el papel de movilizador y de agente osmótico en las células guardas.

En suelos con pH ácidos a ligeramente ácidos (5,1 a 5,9), existe una disminución notable de la disponibilidad de potasio para las plantas como lo manifiesta Padilla (2004).

En la presente investigación se planteó como objetivo general evaluar el efecto de cuatro niveles de fertilización potásica en el crecimiento inicial de *Eucalyptus urograndis*, *Gmelina arborea Roxb* y *Ochroma pyramidale Cav* en los primeros catorce meses de edad de la plantación.

Como objetivos específicos se evaluaron cuatro dosis de fertilizante potásico en base al testigo para establecer la mejor respuesta en crecimiento inicial, tanto en altura como en diámetro basal; determinar la sobrevivencia, el análisis morfológico de las especies en estudio y los costos de establecimiento de plantaciones de cada uno de los tratamientos.

Se plantearon dos hipótesis: la primera: la balsa en general presenta mayor crecimiento en altura y diámetro basal que melina y esta mayor que eucalipto. La segunda: la balsa responde mejor a la aplicación de dosis crecientes de potasio, mayores que melina y esta mayores que eucalipto.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. PLANTACIONES FORESTALES

La fertilización mineral es la práctica más usada para aumentar la productividad, corregir deficiencias y reponer la extracción de nutrientes del sistema. En forma simplificada, para una fertilización adecuada se requiere conocer la demanda de nutrientes de la plantación durante el ciclo y la cantidad de nutrientes que puede aportar el suelo. No obstante, otras características del suelo como profundidad efectiva, contenido de agua, densidad y reservas minerales, son de importancia en una programa de nutrición (Aparicio, 2004)

Jiménez, (2009), menciona que las plantaciones forestales son esencialmente empresas económicas: a fin de obtener buenos resultados, es preciso brindarles atenciones y cuidados especiales durante todo el período de desarrollo, dentro de los límites económicos razonables. El tamaño de las plantas usadas, la condiciones edafoclimáticas, las especies, sus hábitos y vigor de crecimiento, su grado de tolerancia y los costos, determinarán el grado de atención que habrá que prestarles.

Richter y Calvo, (1995) afirman que una plantación forestal es un tipo de bosque especial. En comparación con muchos bosques naturales, en particular los tropicales, la plantación forestal es simple y uniforme en cuanto a su estructura, la composición de especies y en su capacidad para aprovechar la energía solar y el reciclaje del agua y de los nutrimentos. En estas condiciones, el ser humano puede controlar la genética, el crecimiento, la fertilidad, las relaciones hídricas y en general, el desarrollo de los árboles.

Los mismos autores mencionan que las plantaciones forestales deberán atender a mediano y largo plazo la demanda de la industria forestal, ya que la

composición de los bosques naturales no permite atender eficientemente las necesidades de la industria, debido a la diversidad de dimensiones y calidades de madera que ofrecen los bosques naturales.

Martines, *et al.* (2006), afirman que el uso de especies introducidas ofrece en la mayoría de los casos ventajas contra otras especies nativas, comparándolas en velocidad de crecimiento y turnos de aprovechamiento más cortos.

El mismo autor dice que en el trópico, con el uso de especies nativas se obtendrían incrementos anuales del orden de 5 a 10 m³/ha/año en turnos mínimos de 15 a 20 años, mientras que con especies de crecimiento rápido serían del orden de 30 a 50m³/ha/año y los turnos se reducirían de 7 – 10 años.

2.1.1. Ventajas de las Plantaciones de Crecimiento Rápido

La FAO (1965), menciona que las especies de crecimiento rápido ofrecen importantes ventajas cuando se trata del suministro de madera rolliza de tipo industrial, a saber:

- Una adecuada elección de especies permite obtener una producción homogénea de madera perfectamente adaptada, dentro de los límites que impone el medio estacional, para formar la materia prima de los productos finales requeridos.

- Comparados con los porcentajes de crecimiento, algunas plantaciones en turnos cortos (6-8 años) pueden tener un incremento medio de más de 50 m³ anuales por ha. Pero esto se puede lograr únicamente cuando imperan las más favorables condiciones ambientales y de suelo. Con tales porcentajes de incremento, las plantaciones de especies de crecimiento rápido pueden producir trozas para aserrío

de dimensiones aceptables en cantidades considerables de la edad de 20 años en adelante y madera para pasta a partir de los 10 ó 12 años.

– La naturaleza homogénea de la producción y el alto porcentaje de crecimiento hacen que el rendimiento por hectárea de madera extraíble sea muy elevado. Así, en lo que se refiere a la corta, el elevado rendimiento por hectárea y el carácter uniforme del producto hacen que sea más bajo el costo por unidad de madera extraída.

– Por último, las plantaciones de especies de crecimiento rápido pueden constituir empresas financieras lucrativas.

2.1.2. Fertilización de Plantaciones Forestales

Sotomayor, *et al.* (2002), afirman que la fertilización ayuda tanto en el establecimiento de las plantaciones, en el prendimiento y desarrollo, como en un aumento de la productividad. Pero un adecuado diagnóstico, mediante un análisis químico del suelo, previo al establecimiento de la plantación y posteriormente durante el desarrollo del rodal, indicará la necesidad, las dosis a utilizar y la rentabilidad de efectuar fertilizaciones preventivas y/o de apoyo, evitando pérdidas de crecimiento, así como la necesidad de efectuar fertilizaciones correctivas posteriores. Este diagnóstico debe ser realizado en base a procedimientos estándar y analizados en laboratorios especializados.

El mismo autor afirma que cuando la plantación es fertilizada sin realizar control de malezas, la competencia de éstas, normalmente aumenta, pudiendo provocar mortalidad en las plantas establecidas, por lo que no es recomendable fertilizar sin haber asegurado un adecuado control de las malezas previo, especialmente de herbáceas

Según Toro (1995), la primera oportunidad de fertilizar una plantación forestal es durante la fase de establecimiento, destinada básicamente a apoyar el crecimiento inicial de las plantas y permitir que la fase de construcción del aparato fotosintético se desarrolle en forma normal, lo que se logra a través de fertilizaciones correctivas y de apoyo.

Una herramienta importante para evaluar la respuesta a los fertilizantes y detectar deficiencias o desbalances de nutrientes es el análisis foliar. Mediante el análisis foliar, se evaluaron deficiencias nutricionales de *Eucalyptus* en 22 empresas forestales de Brasil. Determinaron que las deficiencias de K, P y B fueron las más frecuentes (Aparicio, 2004).

La deficiencia o exceso de uno o más nutrientes producen anomalías visibles con síntomas característicos para cada nutriente. El problema es que cuando los síntomas se perciben en forma visual, el crecimiento y la producción ya fueron afectados (Aparicio, 2004).

2.1.3. Nutrientes Esenciales para los Árboles

Cannon, (1981) afirma que la extracción de los nutrientes del suelo comienza a aumentar apreciablemente cuando el dosel se cierra y que para el eucalipto se encuentra entre 1 a 3 años y en las coníferas de 4 a 6 años.

El potasio tanto en el árbol como en el suelo se encuentra como K^+ ión. Es altamente móvil en el árbol y puede ser lixiviado de las hojas por la lluvia. Es importante en la regulación de la apertura y cierre de los estomas. Activa muchas enzimas y la síntesis de muchos almidones y proteínas. Se necesita de una cantidad considerable de potasio para la función de traslado para mantener la turgidez del

árbol y para activar las enzimas. Se ha constatado que un buen suministro de K aumenta la resistencia del árbol a varios patógenos y que aumenta la resistencia del árbol a bajas temperaturas (Davey, 1998)

La fertilización en la primera etapa de plantación ha sido muy favorable en términos de tasa de crecimiento. A diferencia de la agricultura, donde se requieren grandes cantidades de fertilizantes, en la reforestación, la aplicación de pequeñas cantidades de fertilizante, es a menudo suficiente para estimular una respuesta apreciable en árboles forestales (Cannon, 1981).

2.1.4. Momento Adecuado para Fertilizar Bosques en Crecimiento

Martínez, (2001) afirma que el momento adecuado para fertilizar es al establecimiento ya que en esta etapa se vigoriza las plantas amortiguando el efecto del shock de plantación, además se estimula el crecimiento para superar la competencia de las malezas; y en el cierre de las copas porque se vigoriza las plantas y se estimula el crecimiento, evitando depresiones y daños fisiológicos y al mismo tiempo adelanta el primer aclareo.

En Brasil, la fertilización con nutrientes poco móviles (P y Zn) se realiza al momento de plantación. La fertilización con nutrientes móviles (N, K y B) se inicia a los dos o tres meses de la plantación, se hacen dos o tres aplicaciones hasta los 18-24 meses de edad. Cuando los niveles de Ca y Mg en el suelo son bajos se hace una fertilización preplantación (Aparicio, 2004).

2.1.5. La Fertilización Óptima Comprende la Aplicación de Dosis Pequeñas y Frecuentes

Binkley, (1993) afirma que la aplicación de grandes dosis individuales de fertilizantes afecta la capacidad que tienen los árboles para absorber los nutrientes, como resultado el fertilizante se utiliza en forma ineficaz y entonces se obtienen respuestas a corto plazo (entre 5 y 10 años). El mismo autor demostró que se obtenía un máximo crecimiento en plántulas cuando el suministro de los nutrientes se realizaba en forma equilibrada y a concentraciones bajas y continuas, razón por la que no sorprende saber que la nutrición y la productividad de los árboles puede hacerse de manera óptima mediante aplicaciones frecuentes.

2.1.6. El Potasio (K), un Nutriente Esencial para las Plantas

El potasio (K) es un nutriente esencial de la planta. Es uno de los tres nutrientes principales junto con el nitrógeno (N) y el fósforo (P). Las plantas contienen aproximadamente la misma cantidad de K que de N, pero más de K que P (Torres, 2009).

2.1.7. Papel del Potasio en la Planta

El INPOFOS, (1997) menciona que el potasio (K) es absorbido del suelo por las plantas en forma iónica (K^+). Su función principal está relacionada fundamentalmente con muchos y variados procesos metabólicos.

El potasio es vital para la fotosíntesis. Cuando existe deficiencia de potasio, la fotosíntesis se reduce y la respiración de la planta se incrementa. Estas dos condiciones, presentes cuando existe la deficiencia de K, reducen la acumulación de

carbohidratos, con consecuencias adversas en el crecimiento y producción de la planta.

Otras funciones del K son:

- Es esencial para la síntesis de proteínas
- Es importante en la descomposición de carbohidratos, un proceso que provee de energía a la planta para su crecimiento.
- Ayuda a controlar en balance iónico
- Es importante en la translocación de metales pesados como el hierro (Fe)
- Ayuda a la planta a resistir los ataques de enfermedades
- Mejora la resistencia de la planta a las heladas

Una función importante del K en el incremento de las plantas es la influencia de este nutriente en el uso eficiente del agua el proceso de apertura y cerrado de los poros de las hojas llamados estomas es regulado por la concentración de K en las células que rodean estos poros. La escasez de K no permite que los estomas se abran totalmente y que sean rápidos al cerrarse. Esta condición hace que el estrés que sufre la planta por falta de agua sea mayor. El Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) ha reconocido que no existe otra sustancia más eficiente para prevenir enfermedades que el K (Torres, 2009).

Además el INPOFOS, (1997) afirma que cuando el K ayuda a la planta a resistir el ataque de las enfermedades, no lo hace como un agente directo de control. La resistencia se produce porque el K fortalece los mecanismos naturales de resistencia de la planta.

El K refuerza la epidermis de la célula permitiendo de esta manera tallos fuertes que resisten el ataque de patógenos y plagas.

2.1.8. Movimiento del Potasio en el Suelo

INPOFOS, (1997) afirma que es vital mantener niveles adecuados de K en el suelo porque este nutriente no se ve mucho, excepto en suelos arenosos o en suelos orgánicos. A diferencia del N y algunos otros nutrientes, el K tiende a mantenerse en el sitio donde se coloca cuando se fertiliza. Cuando el K se mueve, lo hace por medio del proceso denominado difusión, en desplazamientos lentos y de corto recorrido por las películas de agua que rodean las partículas del suelo. Las condiciones secas hacen que este movimiento sea más lento, pero niveles alto de K en el suelo lo aceleran.

En general, las raíces de la planta hacen contacto con menos del 3% del suelo en el cual crecen. Por esta razón, el suelo debe estar bien abastecido de K para asegurar que las necesidades de la planta sean atendidas continuamente durante todo el ciclo de crecimiento, hasta el momento de la cosecha.

2.1.9. Absorción del Potasio por las Plantas

El potasio es tomado por las raíces de la planta como el ión K^+ . Las raíces intercambian H^+ por K^+ en la solución o por los iones de K retenidos en la superficie de las arcillas o la materia orgánica, este proceso es conocido como intercepción y se asume que aproximadamente un 4 por ciento del K es tomado por este mecanismo y 7 por ciento es barrido por las raíces por el flujo de agua que se mueve hacia la raíz, mecanismo conocido como flujo de masas (Davey, 1998)

2.2. ESPECIES FORESTALES DEL ESTUDIO

2.2.1. Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*)

2.2.1.1. Generalidades y taxonomía

En la actualidad, esta especie se encuentra distribuida en gran parte del mundo y debido a su rápido crecimiento frecuentemente se emplean en plantaciones forestales para la industria papelera, maderera o para la obtención de productos químicos, además de su valor ornamental.

El eucalipto se ha convertido en el árbol más investigado del planeta debido a las polémicas afirmaciones que sobre este árbol se han lanzado. La ciencia ha demostrado que el comportamiento de esta especie es análogo al de otras especies autóctonas en cuanto a su comportamiento con el suelo, el agua, especies acompañantes, el fuego. Incluso se puede afirmar que es una de las especies mejor adaptadas a precipitar el agua de la niebla. Por su rápido crecimiento se utiliza para paliar el déficit de madera existente en muchas regiones del mundo (Luzar, 2007).

Información taxonómica

Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Myrtales
Familia:	Myrtaceae
Género:	Eucalyptus
Especie:	Urograndis

2.2.1.2. Descripción de la especie

2.2.1.2.1. Copa

Betancourt, (1987) menciona que las hojas que se agrupan agolpadas en los extremos de las ramillas, producen una copa de aspecto poco frondoso.

2.2.1.2.2. Fuste

Codo del Pozuzo, (s.f.) afirma que el eucalipto tiene un fuste recto y de forma cilíndrica. La corteza exterior (ritidoma) es marrón clara con aspecto de piel y se desprende a tiras dejando manchas grises o parduscas sobre la corteza interior, más lisa. Se caracteriza y reconoce fácilmente por su corteza, que se desprende en tiras que, tras permanecer colgado del árbol durante un cierto tiempo, acaban por caer al suelo tras las ventoleras, dejando ver al exterior una nueva corteza de color blanco-plateado o azulado-pruinoso.

2.2.1.2.3. Altura

Betancourt, (1987) menciona que pueden llegar a medir más de 60 m de altura. La corteza exterior (ritidoma) es marrón clara con aspecto de piel y se desprende a tiras dejando manchas grises o parduscas sobre la corteza interior, más lisa.

Los bosques de eucaliptos pueden crear problemas de incendios incontrolables debido a la gran altura que alcanzan estos árboles en poco tiempo de crecimiento y a la fácil combustión de su madera: en bosques densos de eucaliptos, las llamas de un incendio pueden alcanzar más de 300 metros de altura.

2.2.1.2.4. Hojas

Las hojas jóvenes de los eucaliptos son sésiles, ovaladas y grisáceas, alargándose y tornándose coriáceas y de un color verde azulado brillante de adultas; contienen un aceite esencial, de característico olor balsámico, que es un poderoso desinfectante natural (Luzar, 2007)

2.2.1.2.5. Flores y frutos

Luzar, (2007) menciona que el eucalipto presenta flores blancas y solitarias con el cáliz y la corona unidos por una especie de tapadera que cubre los estambres y el pistilo (de esta peculiaridad procede su nombre, eu-kalypto en griego significa "bien cubierto") la cual, al abrirse, libera multitud de estambres de color amarillo. Los frutos son grandes cápsulas de color casi negro con una tapa gris azulada que contiene gran cantidad de semillas.

2.2.1.3. Topografía y suelos

Esta especie es propia de los suelos de aluvión, pobres, limosos, francos, ligeramente húmedos y arcillosos, drenados, margosos, ligeros y frescos, húmedos fértiles pero no encharcados. Tiene predilección por los suelos húmedos, pero no crece en las zonas saturadas de agua (Betancourt, 1987).

2.2.1.4. Distribución geográfica

En el Ecuador el *Eucalyptus urograndis* se encuentra sembrado en la provincia de Esmeraldas en una superficie inicial de 1 000 ha en la zona de Muisne, Tonchigüe y Sua (EUCAPACIFIC, 2001).

2.2.1.5. Clima

Puede cultivarse en zonas del litoral ecuatoriano a una altura de 0 a 600 m.s.n.m., a una temperatura de 24 a 30 °C con precipitaciones de 1000 mm a 2500 mm. Las temperaturas medias anuales en su área de distribución varían entre 24 a 30°C. Las precipitaciones medias anuales oscilan entre 1000 mm y 2500 mm (Betancourt, 1987).

2.2.1.6. Fertilización potásica en eucalipto

Uno de los nutrientes que limita la productividad del eucalipto es el potasio (K). Según investigaciones realizadas por Arruda y Malavolta (2001) en Brasil, se ha demostrado que todos los bosques de Eucalipto presentan deficiencia de K, independientemente del material genético.

Considerando las extensas plantaciones de *Eucalyptus spp* en Brasil, y que la mayor parte de ellas se desarrolla sobre suelos de baja productividad, la producción rentable hace necesario adoptar algunas medidas de manejo como las que se mencionan a continuación:

- Selección de genotipos eficientes para absorber y utilizar K.
- Determinar la dosis de K más económica y adecuada en función al tipo de suelo y material genético.
- Monitoreo nutricional en bosques con edades entre 12 a 24 meses para identificar deficiencias nutricionales.
- Determinar la mejor época de aplicación de K para la corrección de la deficiencia.
- Evaluar el efecto de las relaciones de K con otros nutrientes, especialmente de calcio (Ca) y magnesio (Mg), en la productividad.

- Verificar la relación entre la fertilización potásica y la calidad del producto forestal (Arruda y Malavolta, 2001).

2.2.1.7. Interacción del K y otros nutrientes en eucalipto

Arruda y Malavolta, (2001), afirman que los efectos entre K, Ca y Mg ocurren en forma de inhibición competitiva, normalmente a nivel de membrana celular. Este proceso ocurre cuando 2 elementos se combinan por el mismo sitio activo del cargador.

Un ejemplo clásico se presenta cuando dosis altas de K inhiben la absorción de Ca y Mg, llegando muchas veces a presentarse deficiencias de estos dos nutrientes con la consecuente reducción de la producción. Además, los cationes como el K pueden atravesar la membrana plasmática con mayor velocidad, deprimiendo la absorción de cationes más lentos como el Ca y Mg. La absorción preferencial del ión K⁺ se debe a su naturaleza química monovalente y de menor grado de hidratación en comparación con los cationes divalentes.

Un estudio del efecto de la aplicación de fertilizantes sobre los contenidos foliares de nutrientes en *Eucalyptus urograndis* demostró que la aplicación de K reduce los contenidos de Ca, Zn y Fe y no afecta los de Mg, mientras que la fertilización fosfatada y la aplicación de cal reducen los contenidos de K en las hojas. Una evaluación del crecimiento de plantas de *Eucalyptus urograndis* y la absorción de K, Ca y Mg, en respuesta a la aplicación de K en el suelo (0, 30, 90, 180 y 270 mg kg⁻¹) y la adición de cal con diferentes relaciones Ca/Mg encontró que la dosis de K para obtener 90% de producción máxima, en presencia del correctivo, fue de 50.7 mg de K kg⁻¹. Además se observó que con el incremento en el nivel de cal es necesario una mayor cantidad de K, para mantener el balance catiónico y promover mayor producción de materia seca (Arruda y Malavolta, 2001).

2.2.1.8. Respuesta de *Eucalyptus urograndis* a la aplicación de K

La necesidad de K aumenta con la acumulación de biomasa. Las zonas de trópico húmedo tienen un gran potencial para la producción de biomasa porque la radiación solar recibida y las temperaturas altas, promueven un buen crecimiento de todas las plantas y particularmente de aquéllos con el sistema fotosintético C₄ y por esta razón, la demanda de nutrientes es alta y particularmente se exige un alto suministro de potasio. El mayor ritmo de crecimiento y formación de biomasa en climas tropicales húmedos exige un manejo intensivo de la fertilización en el establecimiento de plantaciones. En cualquier caso, la producción alta sostenida requiere el suministro de materiales de fuera de la comunidad forestal o agroforestal (Cooke, 1985).

En Brasil, en los primeros 18 meses después de la plantación se recomiendan dosis de K₂O que varían de 20 a 75 kg/ha en función del contenido de K intercambiable desde 0 a 1,5 mmol.dm⁻³ aplicado en forma fraccionada cada 6 meses en corona o banda (Arruda y Malavolta 2001).

2.2.1.9. Recomendaciones de fertilización potásica

Tomando en cuenta la información disponible, se recomienda el cálculo y la aplicación de las dosis de K₂O en función del contenido de K intercambiable del suelo como se ilustra en el siguiente cuadro.

Cuadro 1 Recomendaciones de fertilización potásica en Eucalipto de acuerdo al contenido de potasio en el suelo (0 a 20cm)

Meses después de la siembra	Forma de aplicación	K intercambiable (mmol dm^{-3})		
		0-1.0	1.0-1.5	>1.5
		---- $\text{kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ -----		
2 – 3	A la corona o en banda a 30 cm de la planta	20 – 30	20 – 30	20 - 30
6 – 9	A la corona o en banda a 30 cm de la planta	30-45	20-30	-
12 - 18	En banda entre las hileras o en toda la superficie	60-75	-	-
Total aplicado		- 150	40-60	20-30

Fuente: ARRUDA y MALAVOLTA, 2001

2.2.1.10. Crecimiento y rendimiento

La FAO, (1981) menciona que en condiciones favorables pueden crecer a partir de una pequeña plántula hasta árboles de 10 m o más en altura en 2 años.

En el trópico, con el uso de especies nativas se obtendrían incrementos anuales del orden de 5 a 10 $\text{m}^3/\text{ha/año}$ en turnos mínimos de 15 – 20 años, mientras que con el eucalipto los incrementos son del orden de 30 a 50 $\text{m}^3/\text{ha/años}$ y los turnos se reducirían de 7 – 10 años (Martínes, *et al* 2006).

2.2.2. Melina (*Gmelina arborea Roxb*)

2.2.2.1. Generalidades y taxonomía

Rizzo, (2006) menciona que la melina es nativa de los bosques húmedos tropicales (bhT) del sureste asiático. Está distribuida ampliamente en América Central, considerándose como una alternativa importante de manejo de suelos en Costa Rica por producir la mayor biomasa en bosques húmedos cultivados y por su flexibilidad para los usos comerciales

La melina es hoy por hoy, una de las especies más promisorias para usar en diferentes procesos industriales y en programas de reforestación; en los que por su rápido crecimiento es fuente segura de materia prima.

Obregón, (2005) menciona que su fuste es corto, de 50 a 80 centímetros de diámetro, su corteza es lisa o escamosa de color marrón pálido o grisáceo. En forma aislada, el árbol tiene fuste cónico, copa amplia, ramas abundantes, gruesas y bajas; en plantaciones densas el fuste es menos cónico y limpio. Sus hojas son simples, grandes, opuestas, tienen forma acorazonada y miden de 10 a 20 centímetros de largo y entre 5 y 18 centímetros de ancho.

Betancourt, (1987) menciona que esta especie crece de manera natural entre el nivel del mar y los 900 metros, creciendo favorablemente en zonas de bosque seco tropical, bosque húmedo tropical o bosque muy húmedo tropical, generalmente entre los 24 y 35 grados, en suelos livianos o pesados, de reacción ácida a alcalina, ricos en nutrientes y con buenas condiciones de drenaje y luz.

Se caracteriza por ser una especie de corta vida cuya edad no supera los 30 años. Alcanza hasta 30 metros de altura y 60 o (rara vez) los 100 centímetros de diámetro (Rojas, *et al.* 2004).

Según Obregón, (2005) la principal cualidad es su acelerado crecimiento hasta los cinco o seis años de haber sido plantada, ya que cuando alcanza la altura de los ejemplares adultos, su crecimiento se vuelve lento.

Un aspecto destacable es su potente rendimiento, al transformar el agua en biomasa, pues no hay que olvidar que es una especie de crecimiento rápido.

Información taxonómica

Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Lamiales
Familia:	Verbenaceae
Género:	Gmelina
Especie:	arborea Roxb

2.2.2.2. Descripción de la especie

Gmelina arborea Roxb es una especie de rápido crecimiento. Es caducifolia, en las zonas secas, puede llegar a medir 30 m de altura y presentar más de 80 cm de diámetro. Crece usualmente con un fuste limpio de 6 hasta 9 m y con una copa cónica (Rojas, *et al.* 2004).

2.2.2.2.1. Copa

Presenta una copa amplia en sitios abiertos, pero en plantación su copa es densa y compacta (Rojas, *et al.* 2004).

2.2.2.2.2. Fuste

Tiene un fuste marcadamente cónico, por lo regular de 50-80 cm de diámetro, en ocasiones hasta de 143 cm, sin contrafuertes pero en ocasiones engrosado en la base (Betancourt, 1987).

2.2.2.2.3. Altura

Los árboles de melina pueden crecer hasta los 30 m de altura. Son de fuste recto y cónico. A los 20 años de edad pueden alcanzar los 30 m de altura y entre 60 cm y 80 cm de d.a.p. Betancourt, (1987) menciona que en sitios muy favorables algunos árboles pueden alcanzar 1,43 m de diámetro. En los árboles de 6 a 8 años de edad, la corteza se exfolia en la parte abultada de la base del tronco y aparece la nueva corteza, que es de color mas pálido y lisa.

2.2.2.2.4. Hojas

Las hojas son grandes (10-20 cm de largo), simples, opuestas, enteras, dentadas, usualmente más o menos acorazonadas, de 10-25 cm de largo y 5-18 cm de ancho, decoloradas, el haz verde y glabra, el envés verde pálido y aterciopelado, nerviación reticulada, con nervios secundarios entre 3 y 6 pares y estípulas ausentes (Rojas, *et al.* 2004).

2.2.2.2.5. Frutos

Según Betancourt, (1987) su fruto es carnoso tipo drupa, de forma ovoide u oblonga, carnoso, succulento, con pericarpo coriáceo y endocarpo óseo, de color verde

lustroso, tornándose amarillo brillante al madurar, momento en el que caen al suelo, lo que facilita su recolección.

Entre los frutos caídos naturalmente del árbol, los más indicados de recolectar son los de color verde amarillento, debido a que tienen el mayor porcentaje de germinación

2.2.2.3. Topografía y suelos

Betancourt, (1987) sugiere plantar melina en suelos profundos, húmedos pero bien drenados sin obstáculos de crecimiento radical. Aunque existen reportes de excelentes crecimientos en suelos pobres en bases, alcalinos o ligeramente ácidos de textura arcillosa o franco arcillosa, esto debido al fuerte crecimiento inicial que tiene la especie de establecerse en cualquier tipo de suelo, pero para mantener la tasa de crecimiento elevada y llegar a dimensiones satisfactorias requiere las condiciones de suelo sugeridas.

Rojas, *et al.* (2004) afirman que los contenidos de calcio y magnesio deben ser de 10 y 6 mili equivalentes por 100 ml de suelo (meq/100 ml) en el primer horizonte y el pH se debe encontrar entre 5 y 6.

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

2.2.2.4. Distribución geográfica

Su distribución abarca el nordeste de Pakistán hasta el sudeste de Camboya, India, Sri Lanka y el sur de China; en donde se conoce por los nombres comunes de so, so-maeo, kumhar, sewan, gumadi, shiva o shivani (Rojas, *et al.*2004). Originaria

de la India, se cultiva en América Central, Colombia y Ecuador. Se emplea para la industria del mueble, para ebanistería en general y contrachapado (Obregón, 2005).

2.2.2.5. Clima

Betancourt, (1987) afirma que las mejores condiciones climáticas para esta especie, varían entre 18°C, como promedio del mes más frío, y 35°C como promedio del mes más cálido, con una estación seca muy estable. La precipitación debe exceder los 1500 mm anuales; la óptima se sitúa entre 1780 mm y 2300 mm.

2.2.2.6. Fertilización

Rojas, *et al.* (2004), afirman que no hay gran experiencia reportada en la literatura sobre el efecto de la fertilización sobre el crecimiento de la especie a nivel de plantación; sin embargo, un ensayo señala que la aplicación de triple 15 (NPK) mejoró el crecimiento en plantaciones de un año cuando se aplicaron dosis de 150 g por planta.

Es común aplicar fertilizantes ricos en fósforo y nitrógeno, antes de plantar los árboles, también, es recomendable fertilizar 15 días después de establecida la plantación.

Según el CATIE, (1986) en Guatemala se realizó un ensayo de fertilización en la etapa de plantación de un año de edad, plantada a 2 m x 2 m. La aplicación se realizó en julio, en el periodo seco. Se adicionaron cuatro dosis de fertilizante N-P-K (15-15-15): 0, 50, 100 y 150 g/planta en un círculo a 15 cm de la base de los árboles, cubriendo con tierra luego la aplicación del fertilizante.

La prueba de tukey al 5% detectó la existencia de diferencias significativas entre los incrementos producidos por la fertilización a los cinco meses, con una

ligera ventaja para los tratamientos 50 y 150 g/planta; sin embargo hace falta más investigación al respecto.

2.2.2.7. Crecimiento y rendimiento

Betancourt, (1987) afirma que el crecimiento de los árboles de esta especie, es rápido durante los primeros 5 a 6 años, después disminuye algo. La principal ventaja de esta especie es su rápido crecimiento inicial. En sitios buenos y con precipitaciones anuales de 3046 mm, en las cuales los árboles de 3 años, medían, como promedio, 7,31 m de altura y 11,3 cm de diámetro; los de 6 años 13,4 m de altura y 22,7 cm de diámetro; los de 7 años 14 m de altura y 32 cm de diámetro; los de 10 años 15,2 m de altura y 32,9 cm de diámetro.

El CATIE, (1986) afirma que el incremento medio anual en diámetro es superior a 1,4 cm/año para los primeros ocho años de vida y 1,4 m/año o más en altura para el mismo periodo. Para edades superiores a los ocho años disminuyeron los incrementos medios anuales en diámetro y altura, en plantaciones sin ralea.

En general los incrementos medios son superiores a 2 cm de diámetro y 2 m en altura en los primeros cuatro años de vida, lo que indica un crecimiento muy rápido en las primeras etapas de vida.

Además la melina tiene un crecimiento inicial muy rápido durante los primeros cuatro años, empezando a disminuir a partir del sexto año (CATIE, 1986).

2.2.2.8. Podas

La forma en que las ramas de los árboles se ordenan dentro de la copa se conoce como patrón arquitectural de un árbol. Fisiológicamente las ramas juegan un papel muy importante ya que albergan las hojas, lugar donde se lleva a cabo la conversión de la energía del sol en carbohidratos a través de la fotosíntesis. La finalidad de la poda es la obtención de madera libre de nudos, esto se puede lograr mediante la eliminación artificial de las ramas o esperando la eliminación natural de las ramas (Ohland, 2000).

Esta eliminación de ramas se conoce como poda y en plantaciones forestales consiste en la eliminación principalmente de ramas cuya actividad fotosintética es reducida o nula (ramas muertas). Como operación silvicultural, la poda es una inversión que se hace en los mejores individuos de la plantación y cuya retribución se espera con el mejoramiento de la calidad de la madera (Murillo y Camacho, 1997).

Rojas, *et al* (2004), recomiendan la operación de poda de ramas vivas en aquellos árboles cuya forma, sanidad y calidad del fuste permiten clasificarlos como los árboles de la cosecha futura. No se recomienda invertir en la poda de árboles cuyo fuste es de mala calidad o defectuoso, ya que son árboles potenciales para ser eliminados en los aclareos.

La poda ideal sería aquella que se realiza en etapas tempranas del desarrollo de la plantación cuando el índice de grosor de ramas es bajo. Ohland (2000) propuso un esquema específico de poda para melina basado en la obtención de madera libre de nudos según su posición en la troza.

Sobre la época más apropiada para efectuar la poda se sugiere realizar esta operación a finales de la época seca, ya que se reduce el riesgo de infecciones por hongos y ataque de insectos en los cortes de las ramas, además con la llegada de las lluvias se espera una mejor cicatrización de las heridas.

2.2.3. Balsa (*Ochroma pyramidale* Cav.)

2.2.3.1. Generalidades y taxonomía

Ochroma pyramidale Cav., conocido comúnmente como balsa, guano, corcho, lana, pau de balsa y bois flot, es un árbol de amplia distribución que invade terrenos recién perturbados. Esta especie de crecimiento rápido produce una madera de muy baja densidad que se usa para juguetes, artesanías, chapa de interiores y material aislante (Francis, 1991).

Es una especie nativa de América Tropical, con una altura promedio de 20 a 30 metros de alto con un diámetro de 30 a 90cm, de fuste recto, cilíndrico, corteza lisa color grisáceo o café, copa amplia ramas dispersas, sus semillas oscuras, aceitosa y de apariencia lanosa (MADEPRON, s.f.).

Francis, (1991) afirma que esta especie forestal es apreciada por su rápido crecimiento y fácil regeneración por lo que está lista para su corte alrededor de 4 a 5 años que la distingue de otras maderas, y por sus cualidades ecológicas al favorecer la conservación del medio ambiente, así como por su resistencia, ligereza y excelentes propiedades acústicas y térmicas de su madera.

Tiene una capacidad de regenerar terrenos degradados por acciones de roza-tumba-quema y conservación de afluentes de agua y en sistemas agroforestales. Sus innumerables características, flotabilidad, aislador acústico térmico, suavidad fortaleza etc., y sus propiedades físicas, mecánicas y estéticas dan a la balsa una extensa y variada infinidad de aplicaciones.

Información taxonómica

Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales
Familia:	Bombacaceae
Género:	Ochroma
Especie:	Pyramidale

2.2.3.2. Descripción de la especie

2.2.3.2.1. Copa

Grande y amplia, extendida, con ramas dispersas. (Butterfield, 1995).

2.2.3.2.2. Fuste

Betancourt, (1987) afirma que los árboles que crecen en competencia en pleno bosque, tienen fustes limpios hasta los 15 m y, a veces hasta 20 m. Butterfield, (1995) afirma que la corteza es lisa o ligeramente agrietada, de color grisáceo a café manchas blanquecinas; interiormente, es crema-amarillento y, a veces, rosado. El grosor total de la corteza es de alrededor de 1 cm.

2.2.3.2.3. Altura

Árbol siempreverde que puede alcanzar alturas de 30 m y entre 70 a 90 cm de diámetro, fuste recto y cilíndrico, libre de ramas hasta 15 m de altura, frecuentemente

con gambas (Butterfield, 1995). En Ecuador donde la balsa alcanza el máximo desarrollo, Betancourt, (1987), informa que se han encontrado ejemplares de 30,5 m de altura y 1,22 m de diámetro.

2.2.3.2.4. Hojas

Hojas simples alternas y estipuladas, grandes, enteras o con 3 a 5 lóbulos, de 10-40cm de largo y 10-35cm de ancho (Zamora, 2004).

2.2.3.2.5. Frutos

Cápsulas alargadas, que abren en cinco valvas, de 14-28 cm de largo. Las valvas son pardas a negras, densamente lanosas en el interior. Semillas numerosas, cubiertas por tricomas castaños. Puede encontrarse en hábitats alterados, madera muy liviana, hojas simples, por lo general lobuladas, frutos capsulares dehiscentes (Zamora, 2004).

2.2.3.3. Topografía y suelos

La balsa demanda una rica provisión de nutrientes y un suelo bien drenado. De hecho, se reporta que los árboles de balsa mueren con facilidad debido a las inundaciones. La especie tiene su mejor crecimiento en suelos aluviales a lo largo de ríos y es aquí en donde se le encuentra con mayor frecuencia. La balsa coloniza suelos arcillosos, margosos y limosos, pero no tolera los suelos de alta salinidad. Los rodales de balsa se pueden encontrar tanto en áreas llanas como en pendientes escarpadas (Francis, 1991).

2.2.3.4. Distribución geográfica

El área de distribución natural de la balsa se extiende desde el sur de México hasta Bolivia, hacia el este a través de la mayor parte de Venezuela, y a través de las Antillas. Los extremos latitudinales son 22° N hasta alrededor de 15° S. La especie es de importancia comercial en la cuenca del Río Guayas y para el Ecuador en general ya que se este se obtiene el 95 por ciento de la cosecha mundial (Francis, 1991).

La balsa se encuentra en todo el litoral ecuatoriano y hacia la parte occidental de la cordillera de los Andes, concentrando su producción en los sectores de Quevedo, Santo Domingo de los Tsáchilas y Quinindé (Bravo, 2008).

En especial Ecuador, ha sido la principal área balseira, posee entre bosques naturales y reforestados, más de 20 000 ha. Butterfield, (1995) afirma que el Ecuador es actualmente el principal exportador con 80-90% del volumen total exportado.

La balsa se ha cultivado con éxito en localidades exóticas en plantaciones de la India, Sri Lanka, Malasia, Vietnam, Borneo, Fiji, las Islas Salomón, las Filipinas y Papua Nueva Guinea (Francis, 1991).

2.2.3.5. Clima

La balsa requiere de un clima cálido y húmedo. La cantidad mínima de precipitación que tolera es de alrededor de 1500 mm anuales, excepto a lo largo de corrientes de agua, en donde el nivel del agua subterránea se encuentra cerca de la superficie y puede ser absorbida por las raíces. La estación seca deberá ser de menos de 4 meses de duración. La temperatura promedio del mes más frío varía entre 20 y 25 °C y la temperatura promedio del mes más cálido varía entre 24 y 30 °C a través de la amplia distribución natural de la balsa. La especie no es resistente a las heladas (Francis, 1991).

Betancourt, (1987) afirma que en el Ecuador la balsa crece en zonas desde los 30 msnm hasta los 500 msnm.

2.2.3.6. Fertilización

En el Ecuador no existe experiencia reportada en la literatura sobre el efecto de la fertilización sobre el crecimiento de la balsa a nivel de plantación; sin embargo, algunos ensayos señalan que la aplicación un fertilizante completo (15-15-15) mejora el crecimiento de las plantaciones (Rizzo, 2006).

2.2.3.7. Crecimiento y rendimiento

Los árboles de balsa crecen de manera extremadamente rápida. Las plántulas alcanzarán alturas de entre 1,8 y 4,5 m al final del primer año y 11 m al final del segundo año. El tamaño final podrá ser de entre 25 y 30 m o más. Un árbol vigoroso puede alcanzar un diámetro a la altura del pecho (d.a.p.) de 40 cm en un período de 5 a 6 años; de manera ocasional, algunos árboles alcanzan un d.a.p. de 100 cm a una edad más avanzada (Francis, 1991).

Debido a su tasa de crecimiento inusualmente alta, la balsa tiene la capacidad de concentrar en el tallo la mayoría de la energía asignada a la producción de madera mediante la producción de pocas ramas y de hojas grandes y sencillas con pecíolos en forma de ramas. La balsa produce tres ejes en cada nudo, uno para el líder y dos para las ramas (Butterfield, 1995).

Francis, (1991) afirma que la maduración económica y física de la balsa tiene lugar a una edad temprana. Los árboles de crecimiento rápido producen el mejor rendimiento y el mejor producto cuando tienen de 5 a 6 años de edad. Los árboles de 7 u 8 años comienzan a desarrollar un duramen saturado de agua. Después de 12 a 15 años, los árboles se deterioran rápidamente, y muy pocos sobreviven más allá de 20 a 30 años.

El mismo autor menciona que el potencial para la producción en volumen para la balsa a una edad cosechable en rodales puros es de 17 a 30 m³/ha/año. Los rodales en un bosque siempreverde de especies frondosas en la cuenca del Río Guayas en Ecuador, del cual la balsa es un componente, tuvieron de 125 a 200 m³ de volumen fijo. Las plantaciones experimentales en Malasia han crecido de manera un poco más lenta (10 m³/ha/año o menos) y han resultado en una madera un tanto más pesada de lo deseado.

Butterfield, (1995) afirma que en un ensayo de especies con parcelas de árboles individuales y espaciamientos de 3x3m mostró crecimientos muy rápidos, con alturas (para los 20 árboles más altos) de 5.5 a 7.9m y dap de 12.4 a 13.8cm a la edad de 1.3 años. Se sugiere manejarla bajo espaciamientos amplios y rotaciones muy cortas.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

3.1.1. Ubicación Geográfica

El ensayo se realizó en la hacienda Zoila Luz, provincia Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón Santo Domingo, parroquia Luz de América, en el km 24 de la vía Santo Domingo-Quevedo a una altitud de 270 msnm, en las siguientes coordenadas planas:

Coordenadas UTM: 688 149 Este

9 954 652 Norte

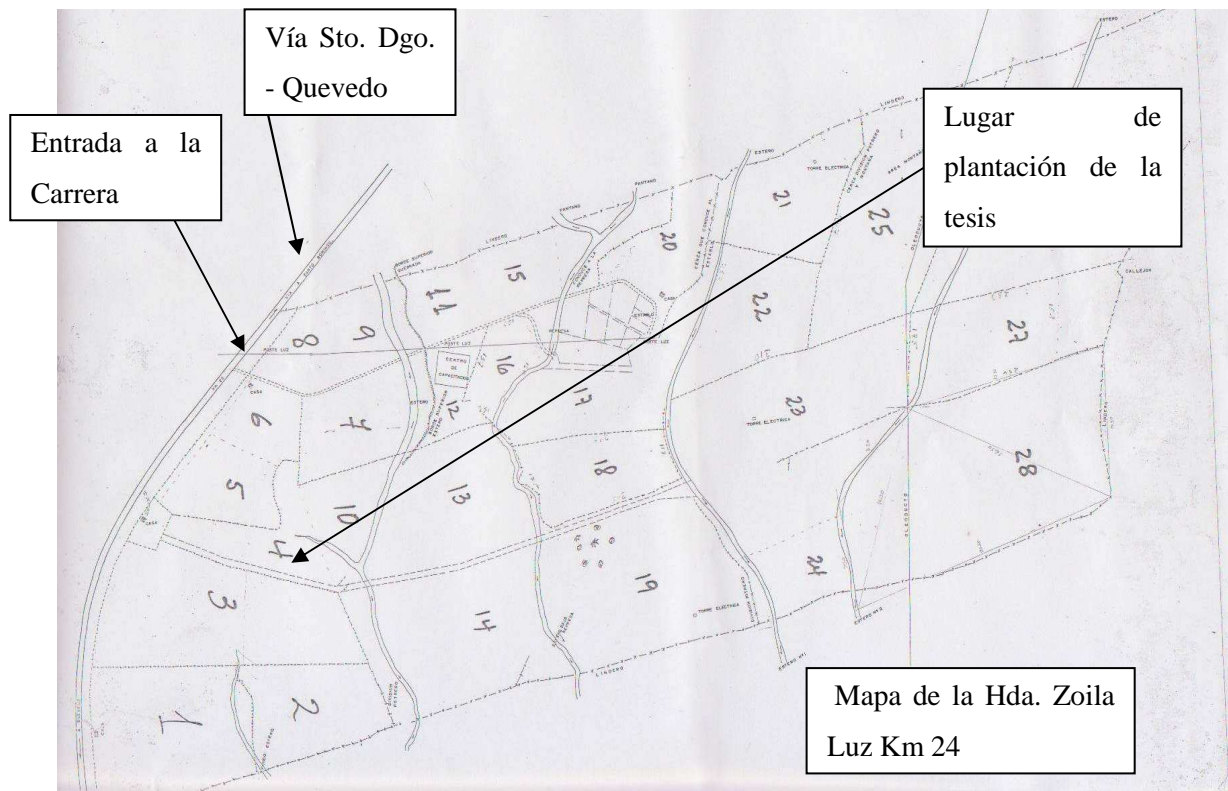


Figura 1. Ubicación del ensayo en la parroquia Luz de América de la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas

3.1.2. Características Agroclimáticas

Temperatura media anual	:	23,6 °C
Precipitación media anual	:	2980 mm/año
Heliofanía media anual	:	660 horas/luz/año
Humedad relativa	:	91 %

Fuente: Estación meteorológica Puerto Ila - INAMHI

3.1.3. Zona de Vida

Según el diagrama de Zonas de Vida de L. Holdridge la zona de estudio corresponde a Bosque Húmedo Tropical (bh – T) (Cañadas, L. 1983)

3.1.4. Formación Natural

Basado en Sierra, *et al.* (1999), el área de estudio pertenece a la región pacífica costa en la que predomina la vegetación del Bosque siempreverde de tierras bajas y el Bosque siempreverde pre montano.

3.1.5. Materiales

- Plantas de balsa, melina y eucalipto
- Fertilizantes químicos:
- Urea, DAP (fosfato diamónico) y muriato de potasio
- Herbicidas post emergentes:
- Glifosato, gramoxone.

- Carbonato de calcio
- Baldes plásticos
- Calibrador: Pie de rey
- Regla graduada en cm
- Piola
- Balanzas: Analítica y gramera
- Flexómetro
- Clinómetro Suunto
- Excavadora
- Rastrillo
- Machete
- Estaquillas de caña
- Cámara fotográfica
- Tablero plástico
- Cinta métrica
- Bomba de fumigación CP-3
- Tijera podadora, Serrucho curvo
- Palas
- Escalera
- Computadora
- Impresora
- Papelería

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Tipo de Diseño

Se utilizó un Diseño de Parcela Dividida en Bloque Balanceado Grupal (GROUP BALANCED BLOCK IN SPLIT-PLOT DESIGN), donde la parcela grande fue constituida por las especies forestales y las pequeñas por las dosis de potasio.

Es preciso indicar que la cantidad de nitrógeno y fósforo que se aplicó fue igual en todos los tratamientos a excepción del testigo absoluto y la aplicación de potasio varió de acuerdo a los niveles propuestos por INIAP - Pichilingue, (2008).

3.2.2. Número de Repeticiones

Se realizaron tres repeticiones por cada tratamiento.

3.2.3. Características de las Unidades Experimentales

Superficie total:	8325 m ²
Superficie neta:	6237 m ²
Área total por parcela:	173,25 m ²
Área de parcela útil:	72 m ²
Dimensión de parcelas:	16,5 x 10,5 m
Nº- hileras/ u.e:	6 hileras

N°- plantas/hilera:	4 plantas
N°- plantas/u.e:	24 plantas
Dimensión de parcelas útil:	12 x 6 m
Distancia entre plantas:	3 m x 3 m
Número de tratamientos:	15
Número de repeticiones:	3
Densidad:	1111 plantas/ha

3.2.4. Factores de Estudio

Los factores en estudio fueron:

Especies forestales (E)

e1= Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*)

e2= Melina (*Gmelina arborea Roxb*)

e3= Balsa (*Ochroma pyramidalis Cav*)

Dosis de fertilización potásico (F)

f0 Sin ningún tipo de fertilizante (testigo absoluto)

f1 0 gr/planta de muriato de potasio

f2 36 gr/planta de muriato de potasio

f3 72 gr/planta de muriato de potasio

f4 108gr/planta de muriato de potasio

3.2.5. Tratamientos a Comparar

Se compararon 15 tratamientos resultado de la combinación de las tres especies forestales con cuatro dosis de fertilizante potásico y un testigo absoluto como se indica en el cuadro 2.

Cuadro 2. Tratamientos comparados en la investigación

Tratamiento Nº	Código	Descripción			
		Especie	Urea (gr/planta)	Fosfato di amónico (gr/planta)	Muriato de potasio (gr/planta)
T1	e1f0	Eucalipto	0	0	0
T2	e1f1	Eucalipto	40	90	0
T3	e1f2	Eucalipto	40	90	36
T4	e1f3	Eucalipto	40	90	72
T5	e1f4	Eucalipto	40	90	108
T6	e2f0	Melina	0	0	0
T7	e2f1	Melina	40	90	0
T8	e2f2	Melina	40	90	36
T9	e2f3	Melina	40	90	72
T10	e2f4	Melina	40	90	108
T11	e3f0	Balsa	0	0	0
T12	e3f1	Balsa	40	90	0
T13	e3f2	Balsa	40	90	36
T14	e3f3	Balsa	40	90	72
T15	e3f4	Balsa	40	90	108

3.2.6. Análisis Estadístico

El esquema del análisis de varianza entre tratamientos se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de varianza

Fuente de Variación	Grados de Libertad
Factor A (especies forestales) (a-1)	2
Replicas (r-1)	2
Error Experimental A (a-1)(r-1)	4
Fertilización / E1 ((t/a)-1)	4
f0 vs f1, f2, f3, f4	1
f0 vs f2, f3, f4	1
f0 vs f3, f4	1
f0 vs f4	1
Fertilización / E2 ((t/a)-1)	4
f0 vs f1, f2, f3, f4	1
f0 vs f2, f3, f4	1
f0 vs f3, f4	1
f0 vs f4	1
Fertilización / E3 ((t/a)-1)	4
f0 vs f1, f2, f3, f4	1
f0 vs f2, f3, f4	1
f0 vs f3, f4	1
f0 vs f4	1
Error Experimental B a(r-1)(b-1)	24
Total (a*b*r)-1	44

Las comparaciones de promedios se efectuaron usando la prueba de Tukey al 0,05 % de probabilidad.

3.2.7. Variables a Medir

3.2.7.1. Sobrevivencia (%)

Se contó el número de plantas prendidas de cada tratamiento y se calculó el porcentaje por medio de la siguiente fórmula:

$$\% Sv = \frac{\# \text{ plantas vivas}}{\# \text{ plantas sembradas}} \times 100$$

Donde:

- Número de plantas prendidas: constituyeron el número de plantas vivas al momento de cada evaluación
- Número de plantas sembradas: correspondió al número de plantas sembradas inicialmente.

Esta evaluación se realizó a los dos, seis, diez y catorce meses del establecimiento, con la finalidad de llevar los registros de sobrevivencia.

3.2.7.2. Altura de las plantas

La altura de las plantas se midió a partir del cuello del tallo hasta el ápice, esto se realizó a los dos meses del establecimiento en la que se utilizó una regla graduada al cm la cual sirvió para medir alturas hasta 3 m.

Para medir las plantas que sobrepasaron los tres metros de altura, se utilizó un clinómetro Suunto, lo cual facilitó la obtención de un dato más real de la altura. Esta medida se la utilizó para las tres especies. Las lecturas se tomaron cada 4 meses durante un año de investigación.

Para realizar el análisis estadístico se utilizaron los datos obtenidos en la última lectura en metros ya que es la altura actual de los árboles. En el análisis de varianza se utilizó la prueba de tukey al 5%.

3.2.7.3. Diámetro basal de las plantas

El diámetro basal de las planta se midió con la ayuda de un calibrador pie de rey. El dato fue tomado a 10 cm de la base del tallo.

Esta medición se la realizó a los dos, seis, diez y catorce meses de edad de la plantación.

Para realizar el análisis estadístico se utilizaron los datos obtenidos en la última lectura en centímetros ya que es el diámetro actual de los árboles. En el análisis de varianza se utilizó la prueba de tukey al 5%.

3.2.7.4. Análisis morfológico de los árboles

El método empleado en la selección de los árboles, fue el “sistema de puntaje subjetivo” (Zobel y Talbert, 1988), el cual suele ser el más apropiado para latifoliadas. La selección se realizo únicamente en base a sus fenotipos a través de un puntaje subjetivo que se asignó a cada árbol.

Las características empleadas en la evaluación de los árboles fueron aquellas que según la morfología del árbol correspondieron a la mejor combinación de importancia económica y de heredabilidad con mayor influencia en la producción de madera de buena calidad.

El árbol durante su crecimiento, pudo haber tenido diferentes problemas para su desarrollo, a causa de su ubicación topográfica y ecológica, lo que provoca la formación de diferentes formas y tipos de fustes, al estar sujeto al ataque de insectos y condiciones de crecimiento. En muchos casos la calidad de la madera es afectada, tanto en su interior como en la calidad en su forma. Entre las formas y tipos de fustes que podemos encontrar, tenemos a) forma buena o cilíndrica (calidad 1: Árboles rectos), b) forma regular o con algunas deformaciones (calidad 2: Árboles con bifurcaciones), c) forma inferior o con presencia de curvaturas (calidad 3: Árboles torcidos) (Quevedo, 1992).

La rectitud, forma y calidad del fuste como de la madera también tiene que ver con la densidad o espaciamiento de los árboles como de su genética (Jiménez, 2009) lo que concuerda con Murillo, (1991).

Por tal razón se le asignaron las siguientes categorías para determinar el estado y la forma del fuste de los árboles:

R: Rectos

B: Bifurcados

T: Torcidos

I: Inclinaos

Los árboles rectos son los más importantes ya que la calidad de la madera se mejora notablemente con la rectitud. Estos árboles se caracterizan por tener el fuste recto, sin ninguna torcedura o bifurcación.

La bifurcación corresponde a la altura del tallo o fuste en la cual se diferencia un eje principal y es una característica con alto valor económico, ya que puede limitar la producción de madera comercial (Alguacil, 2006).

Los árboles inclinados son aquellos que presentan una inclinación para cualquiera de sus lados. Esta variable cualitativa se relaciona directamente con mal manejo de la plantación, en especial de la densidad (Murillo, 1991)

Estas mediciones se las realizó a los dos, seis, diez y catorce meses del establecimiento.

3.2.7.5. Costo de establecimiento de la plantación

Para determinar los costos de establecimiento de plantaciones se llevó un registro de toda la mano de obra, materiales, insumos, equipos, etc. utilizados, desde el inicio hasta los catorce meses de edad de la plantación.

Al final se sumó todos los gastos que se realizaron para determinar los costos generados durante la investigación.

3.2.8. Manejo General del Experimento

3.2.8.1. Establecimiento

De delimitó el área de cada parcela (anexo 1) y se realizó el estaquillado con el fin de establecer el lugar definitivo de siembra para cada especie (anexo 4a). Se realizó la huequeada y la siembra de las plantas.

3.2.8.2. Plantación

La plantación establecida con tres especies como eucalipto, melina y balsa; nos permitió realizar dos investigaciones por el momento, con parcelas independientes para cada una de ellas, como se ilustra en el anexo 1.

3.2.8.3. Procedencia del material experimental

La procedencia del material utilizado fue el siguiente:

- Eucalipto: Vivero EXPOFORESTAL, La Concordia (Vía a Puerto Quito)
- Balsa y Melina: VIVERO ESPE, km 24 vía Santo Domingo-Quevedo

3.2.8.3.1. Eucalipto

El tamaño de la planta al momento de la plantación fue de 21 cm de y 0,4 cm de diámetro como promedio.

La disposición de las hojas en el tallo fue de 3 cm aproximadamente lo que asegura que es una planta joven. Todas las plantas presentaron una sola guía principal.

El estado fitosanitario de la planta fue el ideal ya que no presentaron daños en tallo ni en la parte foliar.

3.2.8.3.2. Melina

Las plantas utilizadas para el ensayo estuvieron libres de plagas y enfermedades. El diámetro basal promedio del tallo fue 0,60 cm, la altura total promedio de las plantas fueron de 25 cm. La coloración de las hojas fue un verde oscuro típico de la especie.

3.2.8.3.3. Balsa

Las plántulas utilizadas tuvieron una altura promedio de 30 cm y un diámetro promedio de 0,5 cm. Las plantas que se utilizaron para el ensayo estuvieron libres de plagas y enfermedades.

3.2.8.4. Análisis de suelo

Se tomó 8 sub muestras de 250 gr en un área de 8325 m² distribuidas al azar a una profundidad de 0 a 20 cm, de las cuales se tomó una muestra representativa que fue llevada al laboratorio de suelos del INIAP Pichilingue para realizar el análisis físico- químico.

3.2.8.5. Densidad de plantación

La plantación fue establecida a una distancia de siembra de 3,0 x 3,0 m, obteniéndose una densidad de siembra de 1111 plantas por hectárea. Esta densidad ha sido utilizada en base a recomendaciones de CORMADERA para eucalipto y melina (Cormadera, 2001).

3.2.8.6. Fertilización

A los dos meses de edad de la plantación se adicionó 450 gr/planta de carbonato de calcio en la corona de cada planta al voleo de acuerdo a la recomendación de INIAP Pichilingue (anexo 2) en todas las parcelas a excepción del testigo.

Como fuente de nitrógeno se utilizó la urea, para fósforo se utilizó fosfato di amónico y para el potasio se utilizó muriato de K.

Según la recomendación del INIAP Pichilingue, se adicionó 40 gr de urea por planta y 90 gr de fosfato di amónico por planta en una sola aplicación a todo el ensayo a excepción del testigo.

Las dosis de muriato de potasio variaron en un 50% más y en un 50% menos de las cantidades recomendadas por el INIAP Pichilingue obteniéndose las siguientes cantidades: 0 gr, 36 gr, 72 gr y 108 gr de muriato de potasio por planta. Estas dosis se las dividieron en dos aplicaciones como se detalla a continuación

3.2.8.6.1. Primera fertilización

A los 3 meses del establecimiento, se aplicó la primera fertilización en todo el ensayo, de acuerdo a los diferentes tratamientos, excepto el testigo absoluto.

La aplicación se realizó en un surco en forma circular alrededor del tallo a 30 cm de distancia, se excavó a una profundidad de 5 cm, en el fondo del surco se colocó los fertilizantes y luego se cubrió con tierra.

En la primera aplicación se utilizó la dosis total de urea (40 gr/planta) y fosfato di amónico (90 gr/planta) mas la mitad de las cantidades respectivas de muriato de potasio para cada tratamiento (0, 18, 36 y 54 gr/planta) a excepción del testigo que no recibió ningún fertilizante, como se muestra en el cuadro 2.

3.2.8.6.2. Segunda fertilización

A los 9 meses de edad de la plantación, se procedió a aplicar una segunda fertilización realizando un surco en forma circular alrededor del tallo a 50 cm de distancia de la planta, excavado a una profundidad de 5 cm. Al fondo del surco se colocó la cantidad restante de muriato de potasio (0, 18, 36 y 54 gr/planta) para cada tratamiento a excepción del testigo y luego se cubrió con tierra; de esta manera se completó la dosis total de potasio en cada tratamiento como se detalla en el cuadro 2.

3.2.8.7. Tratamientos de fertilización

La fertilización consistió en la aplicación de la dosis recomendada por INIAP (anexo 2) para cada especie según el análisis de suelo (anexo 3), como se detalla en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Dosis de fertilizantes utilizados a partir de la recomendación del INIAP Pichilingue.

Tratamientos de Fertilización	N	P	K
F0	Sin Nitrógeno	Sin fósforo	Sin potasio
F1	40 gr/planta de Urea	90 gr/planta de fosfato di amónico	0 gr/planta de muriato de potasio
F2	40 gr/planta de Urea	90 gr/planta de fosfato di amónico	36 gr/planta de muriato de potasio
F3	40 gr/planta de Urea	90 gr/planta de fosfato di amónico	72 gr/planta de muriato de potasio
F4	40 gr/planta de Urea	90 gr/planta de fosfato di amónico	108 gr/planta de muriato de potasio

3.2.8.8. Parcela útil

La parcela útil fue constituida por ocho árboles centrales como se muestra en la figura 2. Se utilizó una distancia de siembra de 3 m x 3 m en cuadrado, ya que es uno de los distanciamientos preliminares recomendados para las tres especies. El área de cada parcela útil para cada tratamiento fue de 72 m²

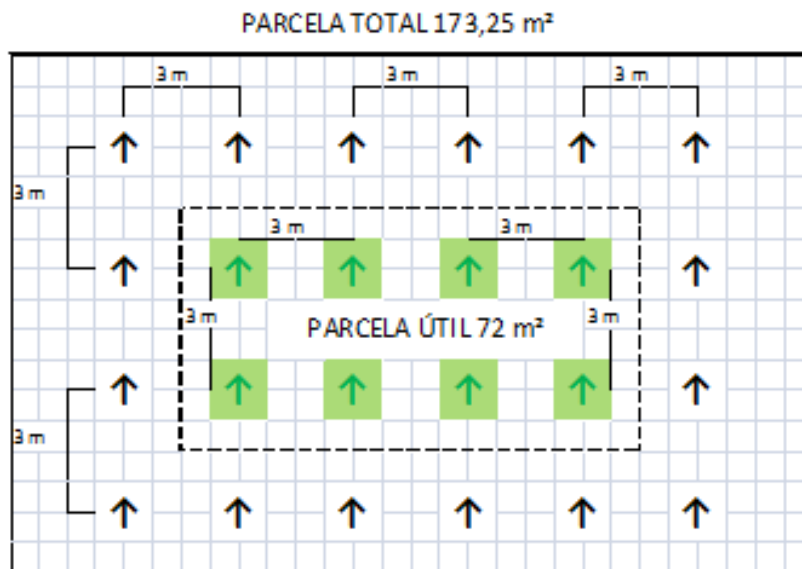


Figura 2. Esquema de la parcela útil

3.2.8.9. Mantenimiento de la plantación

3.2.8.9.1. Control manual y mecanizado de malezas

A los 2 meses después del establecimiento se realizó el primer control de malezas en las coronas con la ayuda de un machete. El diámetro de las coronas fue de 60 cm. A todos los tratamientos se les realizó esta labor incluido al testigo absoluto que no fue fertilizado.

El segundo control de malezas se lo realizó a los dos meses después del establecimiento de la planta en el que se utilizó paraquat con una dosis de 120 cc por bomba de 20 litros. La aplicación se la realizó con bomba de mochila.

El tercer control de malezas se lo efectuó a los cinco meses y medio después del establecimiento con una moto guadaña Sthil 280 (anexo 5 a) con un corte a 5 cm de altura como se muestra en el anexo 5 b.

El cuarto control de malezas se efectuó a los ocho meses y medio después del establecimiento antes de aplicar la segunda fertilización y consistió en la limpieza de las coronas. Las coronas se realizaron con las mismas características que en la primera ejecución.

El quinto control se realizó a los 9 meses de edad de la plantación con una chapiadora accionada por un tractor John Deere.

El sexto control de maleza se realizó a los 13 meses de edad de la plantación, químicamente con paraquat en dosis de 120 cc por bomba de 20 litros.

Cuadro 5. Esquema para control de malezas

Control	Sitio de control	Meses después del establecimiento	Altura del árbol promedio (m)	Diámetro del árbol promedio (m)	Herramienta empleada	Altura de corte	Producto	Dosis
Primer control	Coronas	2	1,8	2,1	Machete	Raz de suelo	-	-
Segundo control	General	2	1,8	2,1	Bomba de mochila	-	Paraquat	6 cc/litro
Tercer control	General	5½	7,2	9,1	Moto Guadaña Sthil 280	5 cm	-	-
Cuarto control	Coronas	8½	9,2	12,4	Machete	Raz de suelo	-	-
Quinto control	General	9	9,3	12,5	Tractor John Deere	10 cm	-	-
Sexto control	General	13	10,1	17,2	Bomba de mochila	-	Paraquat	6 cc/litro

3.2.8.9.2. Podas

Esta práctica fue aplicada a la melina en todos los tratamientos. En la balsa y en el eucalipto no se realizaron podas ya que estas dos especies tienen poda natural.

La poda se la realizó con una sierra curva diseñada especialmente para este propósito. Se podó al ras del fuste sin afectar la corteza para minimizar el tiempo del cierre del corte.

La primera poda se la realizó cuando la planta tenía cinco meses de edad y una altura promedio de 3,7 m, la misma que consistió en la eliminación de las ramas bajas que sobrepasaban un diámetro de 2 cm.

La segunda poda se la realizó cuando la planta tenía nueve meses de edad con una altura promedio de 5,4 m, la misma que consistió en la eliminación de ramas bajas que sobrepasaran los 2 cm de diámetro como se muestra en el anexo 6. Esta actividad se la realizó teniendo en cuenta, mantener la forma característica del árbol.

La tercera poda se la efectuó a los catorce meses de edad cuando la planta tenía una altura de 7,6 m en promedio, en la que se eliminó ramas que sobrepasen los 2 cm de diámetro, teniendo siempre en cuenta la forma característica del árbol.

3.2.8.9.3. Ataque de plaga defoliadora en la Balsa

A los siete meses del establecimiento de la plantación se presentó en la balsa el ataque de una plaga defoliadora no identificada del orden lepidóptera, según Patiño¹, (2009 – com. pers.), la misma que consumió el área foliar.

Su ataque fue severo como se muestra en la anexo 8c ya que afecto a 245 árboles lo que representó el 68,05% del total la balsa del ensayo.

El ataque lo realiza una larva del orden Lepidóptera que, según Patiño, (2009 – com. pers.) se convierte en una mariposas de 25 – 35 mm de envergadura alar, tiene una coloración de las alas blanca transparente presentándose a manera de nervaduras en las alas de color blanco bien definido como se muestra en el anexo 7d. Su cuerpo es de color blanco cremoso.

La mariposa es de actividad nocturna, realizando las oviposiciones en el tronco y en el envés de las hojas en grupos ordenados los mismos que son cubiertos por pocos hilos de seda. Los huevos son redondos y de color verdoso como se muestra en el anexo 7a.

La larva madura mide de 35 a 45 mm de largo. Tiene una cápsula cefálica de color marrón. Cuerpo de color naranja pálido con manchas dorsales a manera de anillos de color vinoso cuando está iniciando esta etapa larval, tornándose después de color verde oscuro con manchas dorsales de color vinoso anexo 7b.

¹ Patiño Marcelo, 2009. Laboratorio de Entomología de la Escuela Politécnica del Ejercito Carrera en Ciencias Agropecuarias Santo Domingo de la Tsáchilas

En el anexo 7c se muestra la pupa de color marrón de aproximadamente 30-35 mm.

El ataque lo realizan en su estado larval en grupos, defoliando totalmente las hojas exceptuando las nervaduras anexo 8c. Son de hábito nocturno, y su mayor defoliación la realizan por la noche. En el día se los encuentra agrupados en el tallo de los árboles atacados, ver anexo 8a y 8b.

El control se realizó a los tres días después del ataque. Se utilizó cipermetrina en dosis de 1 cc por litro de agua.

La aplicación se la realizó con la ayuda de una bomba estacionaria como se observa en el anexo 8e, la misma que permitió llegar con el producto hasta el ápice de las plantas (altura promedio 7,7 m) como se muestra en el anexo 8d. Para realizar la erradicación de la plaga se utilizó 400 lts de producto en una sola aplicación en un área de 1 732,5 m².

3.2.8.9.4. Barrenador del tallo (*Euchroma gigantea*)

En el tratamiento 13 de la repetición 3 (balsa) se tuvo un ataque del barrenador de la balsa conocido como *Euchroma gigantea* que afecto a dos plantas provocándole la muerte.

Éste coleóptero barrena el tallo de la balsa en su estado larval provocándole la muerte de la planta como se muestra en el anexo 9c.

Euchroma gigantea (L.) pertenece a la familia Buprestidae y al orden Coleóptera. Es un catzo de gran tamaño (54-62 mm) de colores blanco verdoso y

cobre brillante anexo 9a. Al momento de la captura el insecto está cubierto con un velo de polvo amarillento que se pierde rápidamente con las manipulaciones dejando al descubierto su exoesqueleto rutilante. La hembra pone sus huevos de color rojizo y del tamaño y forma de un grano de arroz (5-7 mm) en las hondonadas de la corteza de las plantas huéspedes (Gara y Onore, 1989).

Las larvas, de típica forma buprestoide, tienen los segmentos torácicos muy ensanchados mientras que los restantes segmentos abdominales son subcilíndricos. En estado adulto mide 5-7 cm anexo 9b. Para la búsqueda de su alimento excavan galerías dentro del floema y xilema de las plantas, dejando las madrigueras llenas de aserrín rojizo.

El control se realizó mediante la aplicación del insecticida sistémico Carboroc 4F (carbofuran) en dosis de 1,5 cc por litro. La aplicación se la realizó con bomba de mochila en el cuello del tallo y en las raíces superficiales. Dajoz, (2001) menciona que en estado adulto se lo puede controlar mediante la aplicación de trampas con cebos para reducir la población y evitar oviposiciones.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. SOBREVIVENCIA

En el cuadro 6 se observa los porcentajes de sobrevivencia obtenidos para cada tratamiento a los 2, 6, 10 y 14 meses de edad de la plantación.

Cuadro 6. Porcentaje de sobrevivencia a los 2, 6, 10 y 14 meses

Especies	Tratamiento	MESES			
		2	6	10	14
Eucalipto	T1	95,8	95,8	83,9	70,8
	T2	91,7	91,7	91,7	79,2
	T3	100	95,8	91,7	79,2
	T4	87,5	87,5	87,5	87,5
	T5	95,8	95,8	95,8	91,7
	PROMEDIO	94,2	93,3	90,1	81,7
Melina	T6	87,5	87,5	87,5	87,5
	T7	100	100,0	100,0	95,8
	T8	100	100,0	100,0	100,0
	T9	100	100,0	100,0	100,0
	T10	95,8	95,8	95,8	95,8
	PROMEDIO	96,7	96,7	96,7	95,8
Balsa	T11	87,5	87,5	87,5	87,5
	T12	87,5	87,5	87,5	87,5
	T13	87,5	83,3	83,3	83,3
	T14	100	100,0	100,0	100,0
	T15	91,7	91,7	91,7	91,7
	PROMEDIO	90,8	90,0	90,0	90,0

Del cuadro 6 se puede extraer que la melina fue la especie que tuvo el mayor porcentaje de sobrevivencia con un prendimiento final del 95,8% a los 14 meses.

En la balsa el prendimiento se mantuvo constante a partir de los seis meses siendo al final del estudio de 90%

El eucalipto fue la especie que más problemas de sobrevivencia tuvo en comparación con las otras dos especies de estudio. El promedio de prendimiento a los 14 meses fue del 81,7%

Estas observaciones nos pueden dar una idea preliminar que melina y balsa son especies completamente adaptadas a las condiciones del lugar de estudio y que el eucalipto requiere mayores cuidados durante el primer año, y especialmente evitar toda competencia con esta especie.

4.2. VARIABLE ALTURA PARA LAS TRES ESPECIES (m)

4.2.1. Altura a los 2, 6 10 y 14 Meses de Edad de la Plantación

En el cuadro 7 se presentan los datos obtenidos de altura por especie, para cada tratamiento a los 2, 6, 10 y 14 meses de la plantación. Los valores obtenidos están presentados en metros.

Cuadro 7. Altura de planta a los 2, 6, 10 y 14 meses

ALTURA (m)				
Eucalipto				
TRATAMIENTOS	2 meses	6 meses	10 meses	14 meses
T1	0,53	2,00	3,96	5,75
T2	0,55	1,96	4,02	6,06
T3	0,53	1,88	4,23	6,52
T4	0,56	2,02	4,69	6,84
T5	0,55	2,29	4,27	6,05
PROMEDIO	0,55	2,03	4,23	6,24
Melina				
	2 meses	6 meses	10 meses	14 meses
T6	1,10	2,61	4,65	7,09
T7	1,07	3,00	5,31	7,43
T8	1,13	3,19	5,69	8,03
T9	1,11	3,48	5,57	7,67
T10	1,12	3,43	5,79	8,12
PROMEDIO	1,11	3,14	5,40	7,67
Balsa				
	2 meses	6 meses	10 meses	14 meses
T11	1,23	6,56	8,81	9,49
T12	1,21	7,73	9,44	10,11
T13	1,24	7,64	9,35	10,27
T14	1,22	7,41	9,00	10,10
T15	1,26	8,49	10,04	11,20
PROMEDIO	1,23	7,56	9,33	10,23

En la figura 3 se muestra el incremento de altura de las plantas de eucalipto de acuerdo a los tratamientos desde los dos hasta los catorce meses de establecimiento. Se puede observar la diferencia de altura entre el testigo (T1) y el tratamiento 4 que alcanzó la mayor altura en esta especie.

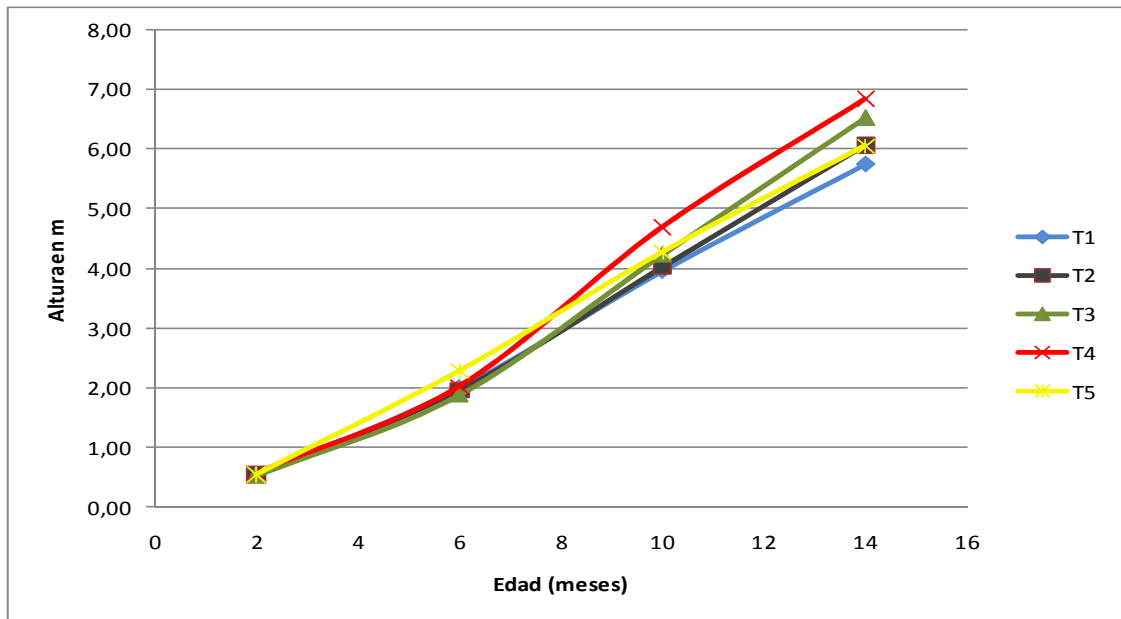


Figura 3. Crecimiento en altura de eucalipto desde los 2 hasta los 14 meses

En la figura 4, el mejor tratamiento en la Melina fue el T10 que alcanzó una altura de 3,43 m a los seis meses, 5,79 m a los diez meses y 8,12 m a los 14 meses. Hay que destacar que el T10 fue el mejor tratamiento desde el inicio hasta su evaluación final a los 14 meses de plantación.

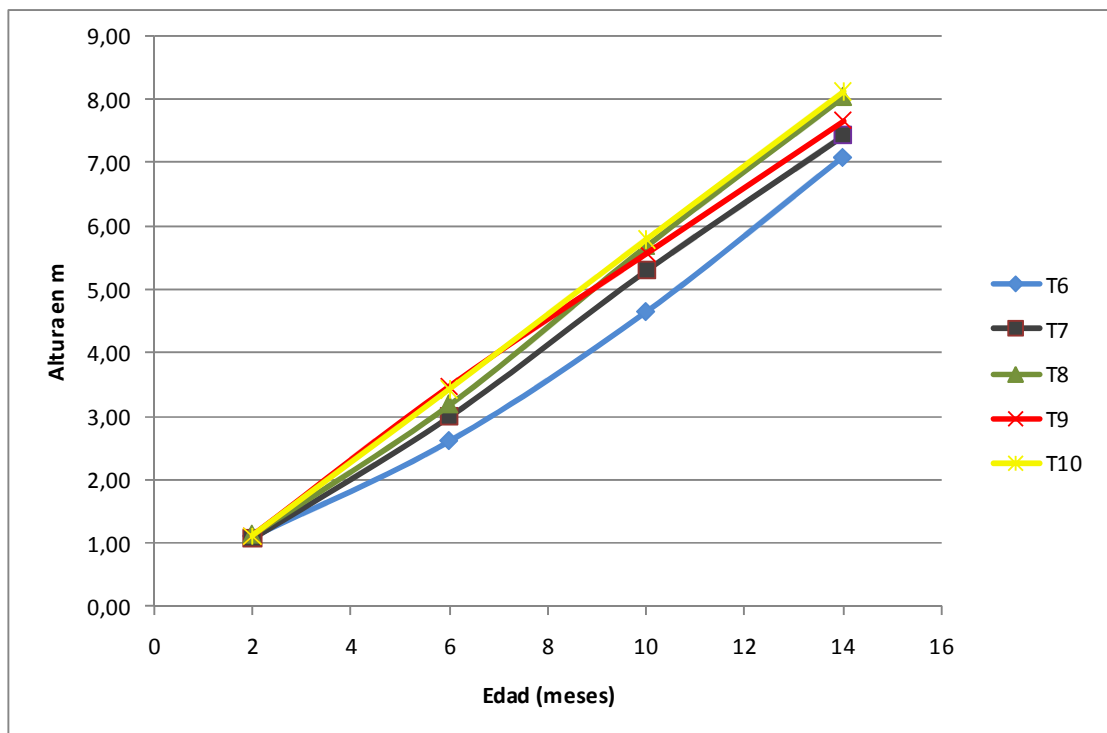


Figura 4. Crecimiento en altura de melina desde los 2 hasta los 14 meses

La figura 5 demuestra el crecimiento de la balsa desde los dos meses hasta los 14 meses de establecida la plantación. La mejor altura para esta especie la alcanzo el tratamiento T15 con 8,49 m a los seis meses, 10,04 m a los 10 meses y 11,2 m a los 14 meses.

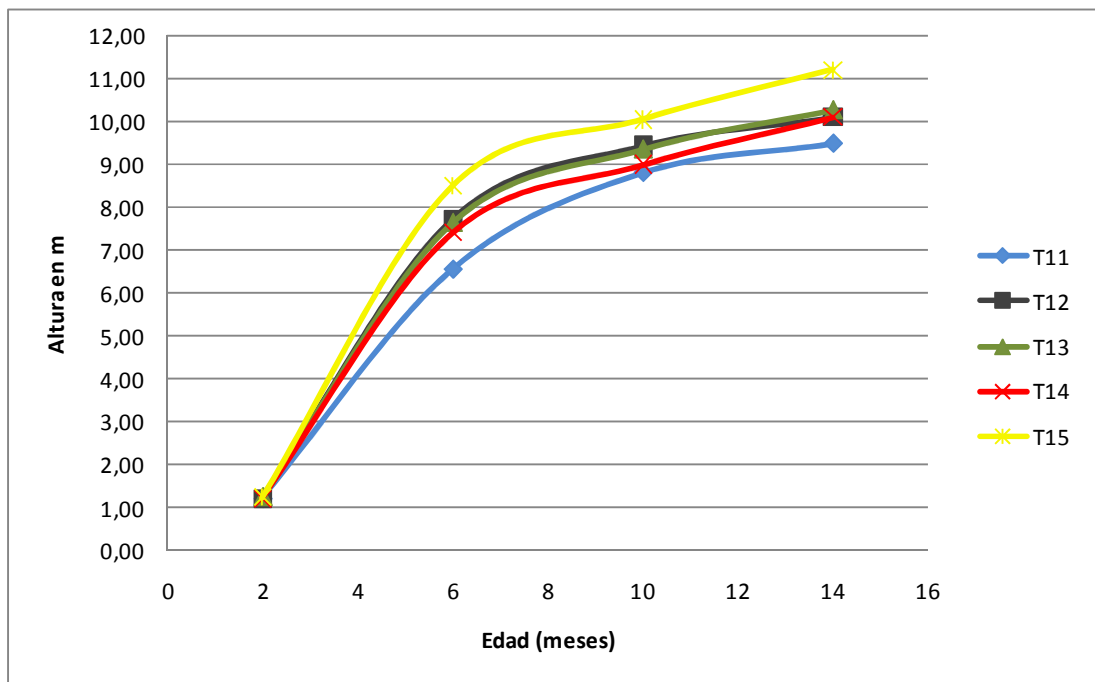


Figura 5. Crecimiento en altura de balsa desde los 2 hasta los 14 meses

En la figura 5 se puede apreciar que entre los dos y seis meses, el crecimiento de balsa es vertiginoso, con un promedio de 5,3 cm por día, lo que hace de esta especie forestal una de las de mayor crecimiento inicial en altura. Este crecimiento disminuye en la etapa de los 6 a los 14 meses, con un promedio de crecimiento diario de 1,3 cm por día.

4.2.2. Análisis Estadístico a los Catorce Meses

4.2.2.1. Variable altura de plantas

En el cuadro 8 se puede observar que en el Análisis de Varianza existen diferencias significativas entre las medias de altura de las especies forestales y ninguna diferencia estadística para las otras fuentes de variación.

Cuadro 8 Análisis de varianza para la variable altura (m)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Valor p
Modelo	1 474,023	20	73,701	102,116	<0,0001
Especie	1 226,181	2	613,090	170,953	0,0110
Repeticiones	14,467	2	0,7234	10,023	0,3819
Error (a)	143,452	4	35,863		
Tratamientos	89,922	12	0,7494	10,383	0,4482
Fertilización\E1	22,624	4	0,5656	0,7837	0,5469
f0 vs f1, f2, f3, f4	0,9328	1	0,9328	12,925	0,2668
f1 vs f2, f3, f4	0,3716	1	0,3716	0,5149	0,4799
f2 vs f3, f4	0,0117	1	0,0117	0,0162	0,8998
f3 vs f4	0,9463	1	0,9463	13,111	0,2635
Fertilización\E2	21,707	4	0,5427	0,7520	0,5665
f0 vs f1, f2, f3, f4	12,576	1	12,576	17,425	0,1993
f1 vs f2, f3, f4	0,5725	1	0,5725	0,7932	0,3820
f2 vs f3, f4	0,0398	1	0,0398	0,0552	0,8163
f3 vs f4	0,3007	1	0,3007	0,4167	0,5247
Fertilización\E3	45,591	4	11,398	15,793	0,2120
f0 vs f1, f2, f3, f4	20,748	1	20,748	28,747	0,1029
f1 vs f2, f3, f4	0,3934	1	0,3934	0,5451	0,4675
f2 vs f3, f4	0,2929	1	0,2929	0,4059	0,5301
f3 vs f4	1,798	1	1,7980	24,912	0,1276
Error (b)	173,217	24	0,7217		
Total	164,724	44			

En el cuadro 9, se muestra que el coeficiente de variación (a) del 23,53% para las parcelas grandes es relativamente alto, esto es posible que se deba a la gran variabilidad que existe entre especies, que lo único en común es que “son de rápido crecimiento” ya que se las considera así según la FAO, (1965), que afirma que “son consideradas especies arbóreas de crecimiento rápido las que pueden tener un incremento mínimo anual de por lo menos, 10 m³ por ha en condiciones ambientales favorables y siempre que se apliquen técnicas adecuadas para la preparación previa del terreno y para el establecimiento y cuidado de las plantaciones”. El coeficiente de variación (b) que corresponde a dosis de fertilización de potasio es del 10,55% considerado bueno.

Cuadro 9 Coeficiente de variación para la variable altura

Variable	N	CV a	CV b
Altura (m)	45	23,53	10,55

En el anexo 10 se presentan los contrastes ortogonales de las fertilizaciones dentro de la especie 1 (E1 Eucalipto) que no son significativos. Al comparar el testigo T1 con los otros tratamientos que se les aplicó los elementos químicos no se encontraron diferencias significativas para esta especie.

Esto no coincide con lo afirmado por Arruda y Malavolta, (2001) que manifiesta que en Brasil, el elemento que más limita la productividad del eucalipto es el potasio (K⁺); esto probablemente se deba a las distintas condiciones de suelo existentes en los lugares de experimentación pero además por el hecho de que estos autores evaluaron experimentos hasta los 18 meses y cuatro aplicaciones de potasio.

Cuadro 10 Tukey al 5% para las medias de especies, variable altura en m

Especie	Medías	n	Rangos
Balsa	10,234	15	A
Melina	7,668	15	B
Eucalipto	6,245	15	B

Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)

Error: 3,5863 gl: 4

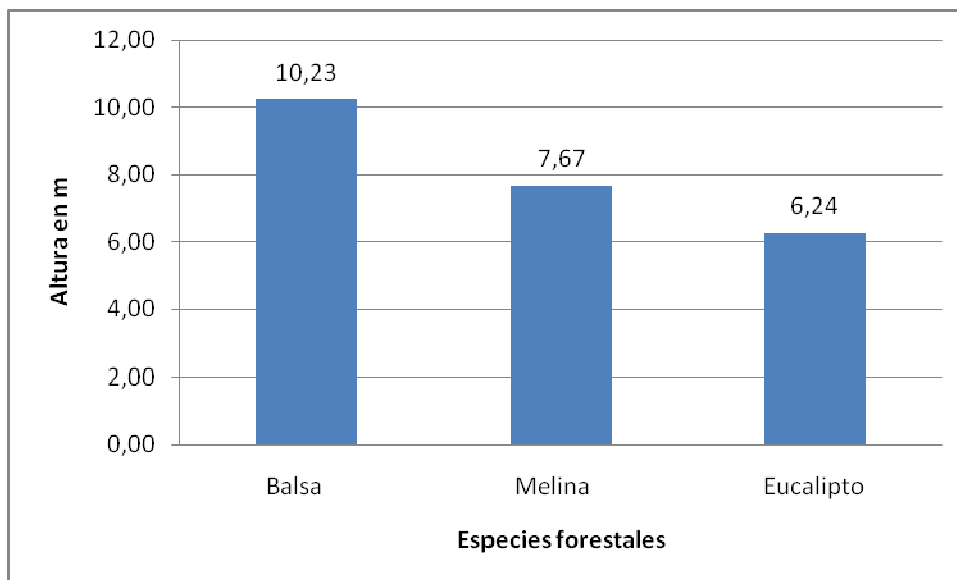


Figura 6. Altura promedio en m de las tres especies estudiadas a los 14 meses de edad de la plantación

La prueba de significación de Tukey al 5% (cuadro 10) muestra dos rangos de significación, el rango A lo ocupa la Balsa con una media de 10,23 m de altura; y, en el rango B se encuentran la Melina con una altura promedio de 7,67 m y el Eucalipto con un promedio de altura de 6,245 m. Esta diferencia entre las especies en altura (figura 6), es una obvia respuesta de las especies debido a sus características genotípicas y fenotípicas diferentes.

4.2.2.2. Respuesta de las fertilizaciones dentro de cada especie

4.2.2.2.1. Fertilizaciones en eucalipto (Fertilizaciones\E1)

Las fertilizaciones en la especie Eucalipto son no significativas como se muestran en el cuadro 8, pero tienen una tendencia parabólica $y = -0,3129x^2 + 1,5918x + 4,7367$ y $r^2=89,2\%$ tomando en cuenta que F1 es 0 potasio, F3 sería el 100% de K, F2 el 50% de K y F4 el 150% de K, en otras palabras el 89% de la altura promedio del eucalipto depende del incremento de K. Para el cálculo de la ecuación de regresión se eliminó F0.

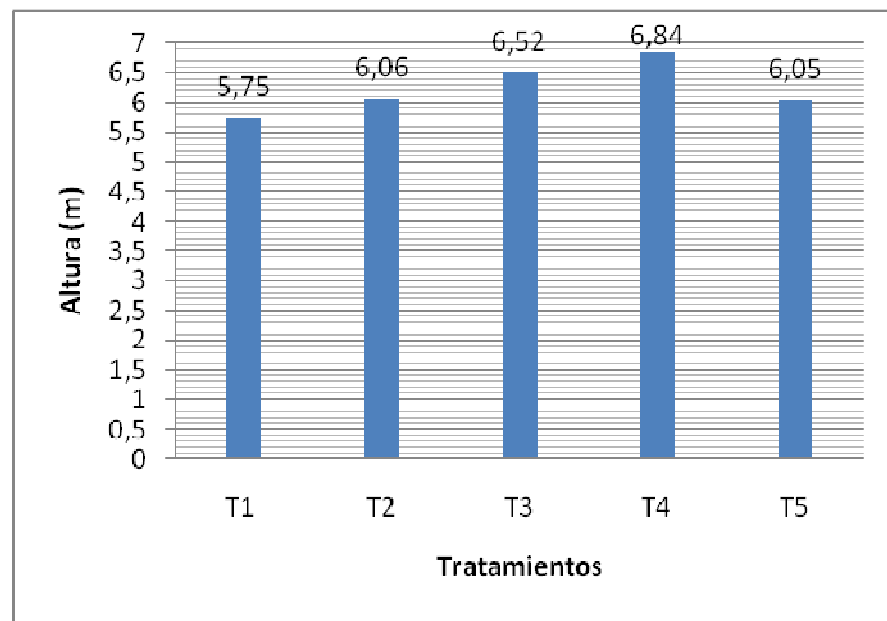


Figura 7. Respuesta del eucalipto a la fertilización a los 14 meses de edad. Altura en m

En la figura 7 se puede observar que el tratamiento T4 es el que alcanzó la mayor altura 6,84 m, seguido por el tratamiento T3 que alcanzó una altura de 6,52 m. La diferencia de altura del tratamiento T4 frente al testigo T1 es de 1,09 m para los 14 meses de crecimiento de la planta.

4.2.2.2.2. Fertilizaciones en melina (Fertilizaciones\E2)

Las diferencias observadas en la Figura 8, correspondiente a altura de plantas de melina a los 14 meses son estadísticamente no significativas (cuadro 8).

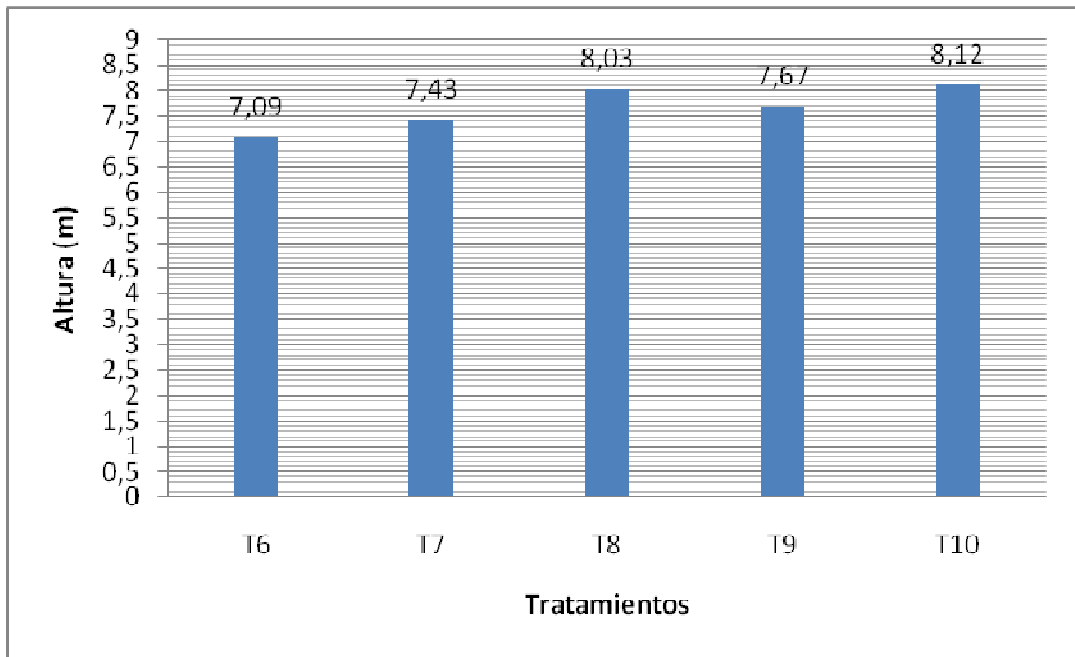


Figura 8. Respuesta de la melina a la fertilización a los 14 meses de edad. Altura en m

El incremento gradual de K de f1 a f4 tiene una tendencia cúbica.

4.2.2.2.3. Fertilizaciones en balsa (Fertilizaciones\E3)

Como se observa en la figura 9, el tratamiento f4 es el que mayor altura alcanzó (11,20 m) cuando se aplicó una dosis de 108 gr/planta de muriato de potasio en comparación al resto de tratamientos.

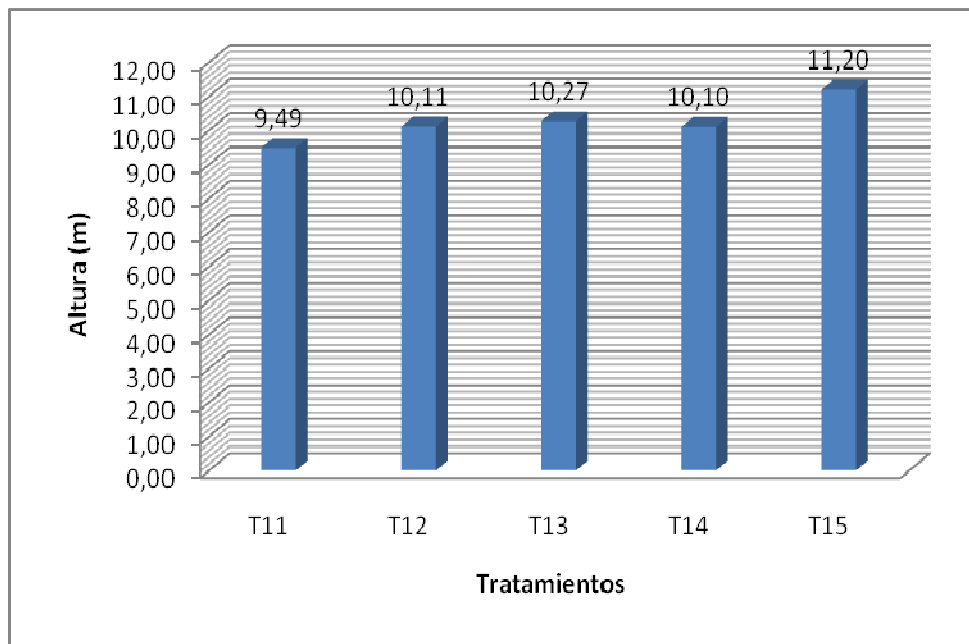


Figura 9. Respuesta de la balsa a la fertilización a los 14 meses de edad. Altura en m

Se puede apreciar que existe una diferencia de 1,1 m con relación a la altura de los árboles de balsa fertilizados con la dosis recomendada por INIAP (T14).

4.2.2.3. Resultado de los mejores tratamientos de cada especie

La figura 10 demuestra que el mejor tratamiento para el eucalipto fue el T4 con una altura de 6,84 m. Para la especie melina fue el tratamiento T10 con una altura de 8,12 m y para la balsa es 11,2 m perteneciente al tratamiento T15.

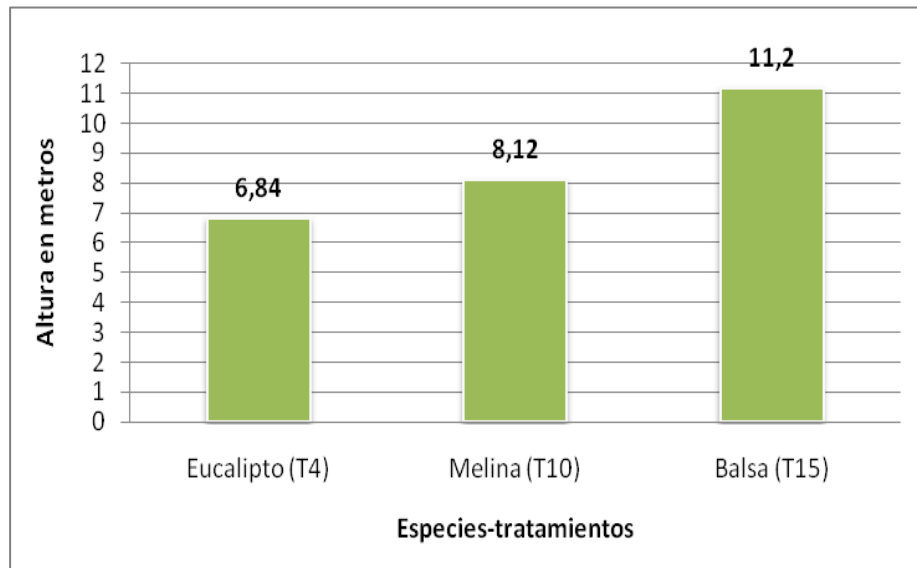


Figura 10. Respuesta del mejor tratamiento de cada especie a la fertilización en altura (m)

Esto indica que la balsa tuvo un crecimiento mucho mayor que la melina, y duplicó en altura al eucalipto.

4.3. VARIABLE DIÁMETRO BASAL PARA LAS TRES ESPECIES (cm)

4.3.1. Diámetro Basal a los 2, 6, 10 y 14 Meses del Establecimiento

En el cuadro 11 se presentan los datos obtenidos de diámetro para cada tratamiento a los 2, 6, 10 y 14 meses de edad de la plantación. Los valores obtenidos están presentados en centímetros.

Cuadro 11. Valores de diámetro basal (cm) obtenidos en las tres especies.

DIAMETRO BASAL (cm)				
Eucalipto				
TRATAMIENTOS	2 meses	6 meses	10 meses	14 meses
T1	0,56	2,01	4,01	6,03
T2	0,59	1,98	4,06	6,23
T3	0,54	2,05	3,83	5,64
T4	0,56	2,21	4,49	6,82
T5	0,59	2,31	4,43	6,17
PROMEDIO	0,57	2,11	4,16	6,18
Melina				
	2 meses	6 meses	10 meses	14 meses
T6	2,18	5,01	9,57	12,40
T7	2,16	5,77	10,54	12,79
T8	2,12	5,90	10,99	13,81
T9	2,10	6,12	11,11	13,42
T10	2,16	6,36	11,40	14,08
PROMEDIO	2,14	5,83	10,72	13,30
Balsa				
	2 meses	6 meses	10 meses	14 meses
T11	2,63	9,91	13,52	18,70
T12	2,61	10,59	13,78	17,76
T13	2,67	11,84	14,27	19,04
T14	2,62	11,03	13,57	18,70
T15	2,62	12,32	14,78	19,34
PROMEDIO	2,63	11,14	13,98	18,71

En la figura 11 se puede observar los incrementos en diámetro de los cinco tratamientos desde el establecimiento del eucalipto. Se puede observar la diferencia de diámetro entre el testigo (T1) y el tratamiento 4 que alcanzó el mayor diámetro en esta especie. El T4 presentó tanto la mayor altura como el mayor diámetro.

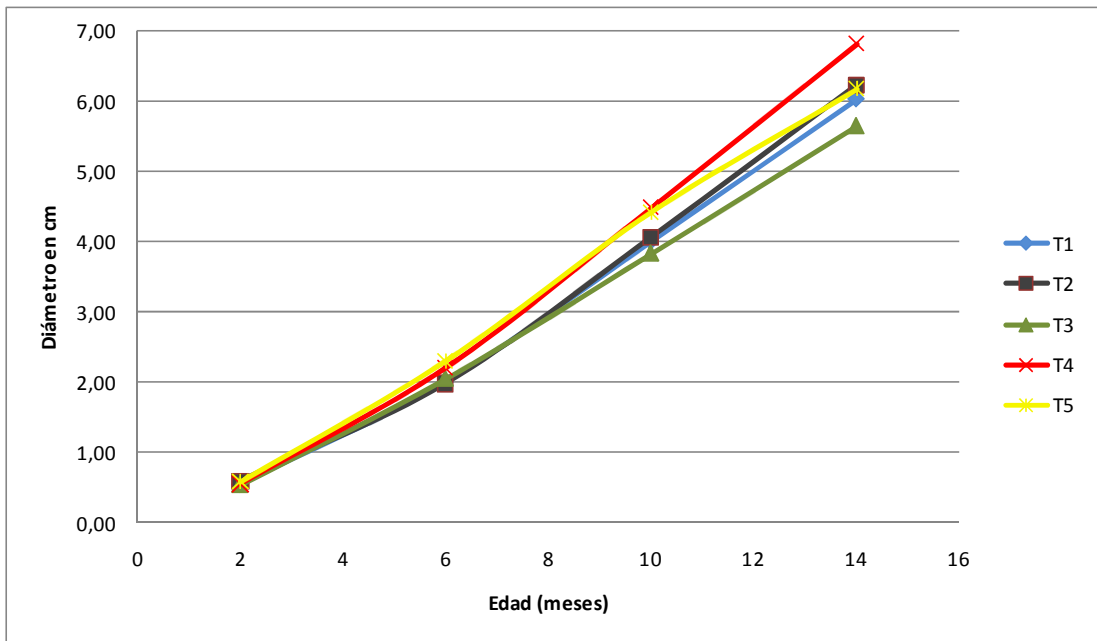


Figura11. Diámetros de eucalipto desde los 2 hasta los 14 meses de edad

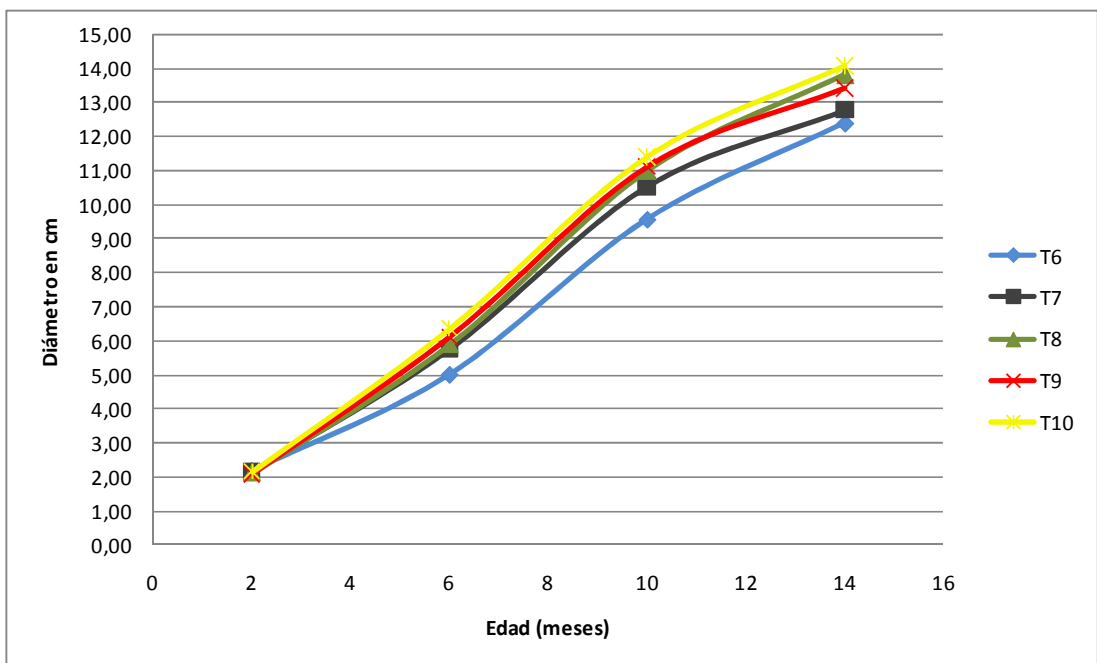


Figura 12. Diámetros de melina desde los 2 hasta los 14 meses de edad

El mejor tratamiento T10 alcanzó un diámetro de 6,36 cm a los seis meses y 11,4 cm a los diez meses como se muestra en la figura 12. Este tratamiento fue el mejor desde el inicio hasta su evaluación final a los 14 meses de plantación.

La figura 13 demuestra que esta especie tuvo un incremento acelerado de diámetro durante los seis primeros meses, y en los cuatro meses siguientes retardó su crecimiento. Luego, el diámetro se vuelve a incrementar aceleradamente del octavo mes hasta el decimo cuarto mes. El mejor diámetro para esta especie la alcanzo el tratamiento T15 con 12,32 cm a los seis meses y 14,78 cm a los 10 meses.

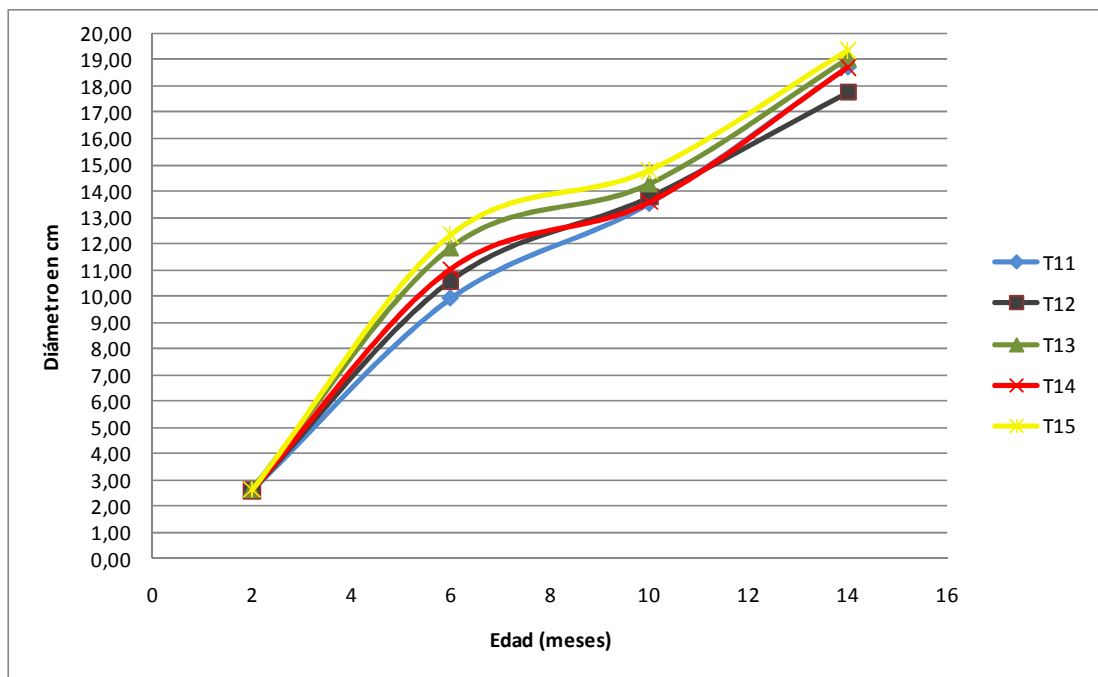


Figura 13. Diámetros de Balsa desde los 2 hasta los 14 meses de edad

4.3.2. Análisis Estadístico a los 14 Meses

4.3.2.1. Variable diámetro basal de plantas

En el cuadro 12 se puede observar que de acuerdo al Análisis de Varianza para medias de diámetro basal, existen diferencias altamente significativas entre especies forestales, diferencias significativas para repeticiones y ninguna diferencia estadística para las otras fuentes de variación.

Cuadro 12. ADEVA de la variable Diámetro Basal (cm)

Fuente de Variación	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	F	Valor p
Modelo	1224,843	20	61,2422	51,7597	<0,0001
Especie	1184,4973	2	592,2486	127,6786	0,0002
Repeticiones	9,5675	2	4,7837	4,0431	0,0307
Error (a)	18,5544	4	4,6386		
Tratamientos	12,2239	12	1,0187	0,8609	0,5935
Fertilización\E1	2,1576	4	0,5394	0,4559	0,7672
f0 vs f1,2,3,4	0,0804	1	0,0804	0,0679	0,7966
f1 vs f2,3,4	0,001	1	0,001	0,0008	0,9774
f2 vs f3,4	1,4436	1	1,4436	1,2201	0,2803
f3 vs f4	0,6326	1	0,6326	0,5347	0,4717
Fertilización\E2	5,8773	4	1,4693	1,2418	0,3199
f0 vs f1,2,3,4	3,0369	1	3,0369	2,5667	0,1222
f1 vs f2,3,4	2,1812	1	2,1812	1,8435	0,1872
f2 vs f3,4	0,0079	1	0,0079	0,0067	0,9356
f3 vs f4	0,6513	1	0,6513	0,5504	0,4653
Fertilización\E3	4,189	4	1,0473	0,8851	0,4877
f0 vs f1,2,3,4	0,0001	1	0,0001	0,0001	0,9915
f1 vs f2,3,4	3,5804	1	3,5804	3,026	0,0948
f2 vs f3,4	0,0006	1	0,0006	0,0005	0,9819
f3 vs f4	0,6079	1	0,6079	0,5138	0,4804
Error	28,3969	24	1,1832		
Total	1253,2399	44			

En el cuadro 13 podemos observar que el coeficiente de variación (a) del 16,92% para las parcelas grandes es aceptable, es posible que se deba a la gran variabilidad que existe entre especies, ya que lo único en común es que “son de rápido crecimiento”. El coeficiente de variación (b) del 8,54% es bueno.

Cuadro 13. Coeficiente de variación para la variable diámetro

Variable	N	CV a	CV b
Diámetro (cm)	45	16,92	8,54

En el anexo 10 se presentan los contrastes ortogonales de las fertilizaciones dentro de la especie 1 (E1 Eucalipto) que son no significativos. Al comparar el testigo T1 contra el resto de fertilizaciones que recibieron fertilizante no existen diferencias estadísticas, así mismo, las otras comparaciones entre fertilizaciones, no presentan diferencias significativas.

Estos resultados no concuerdan con lo afirmado por Arruda y Malavolta 2001 que expresan que la deficiencia de potasio es la que limita la productividad del eucalipto, esto probablemente se debe a diferentes condiciones de suelo y manejo de los experimentos realizados por estos investigadores.

Cuadro 14 Tukey al 5% para las medias de especies, variable Diámetro en cm

Especie	Medías	n	Rangos
Balsa	18,71	15	A
Melina	13,30	15	B
Eucalipto	6,18	15	C
Letras distintas indican diferencias significativas($p \leq 0,05$)			
Test : Tukey Alfa: 0,05 DMS: 2,80271			
Error: 4,6386 gl: 4			

La prueba de significación de Tukey al 5% para el diámetro medio de las especies (cuadro 14), arroja tres rangos de significación, siendo la balsa la que alcanza mayor diámetro con 18,71 cm, seguida de la melina con 13,30 cm y la de menor diámetro es el eucalipto con 6,18 cm. La diferencia de crecimiento en diámetro (figura 14) de 3:1 entre la balsa y el eucalipto no se debe al efecto del potasio sino a las condiciones genó y fenotípicas de cada especie.

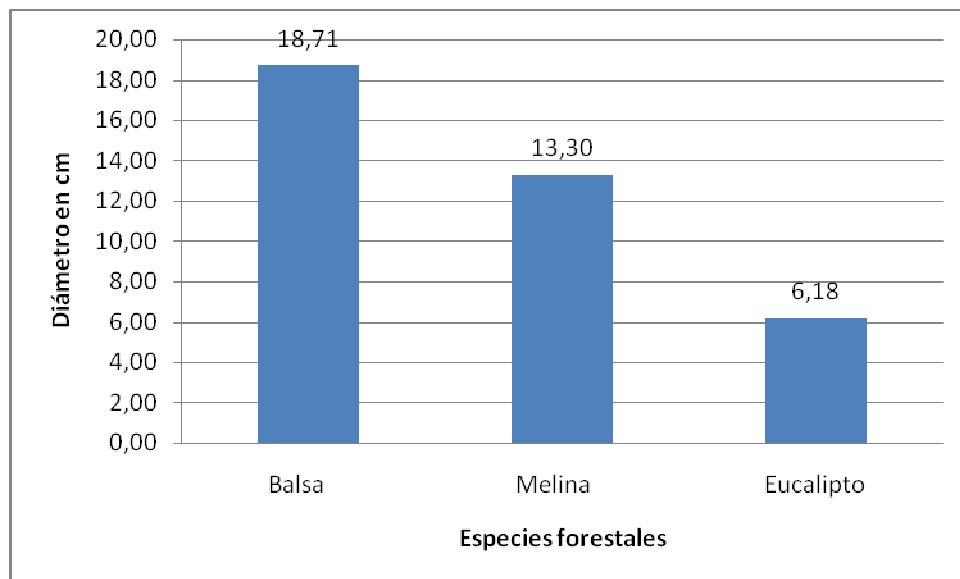


Figura 14. Diámetro promedio en cm de las tres especies estudiadas a los 14 meses de edad de la plantación

4.3.2.2. Respuesta de las fertilizaciones dentro de cada especie

4.3.2.2.1. Fertilizaciones en eucalipto (Fertilizaciones\E1)

Las diferencias en diámetro observadas en el Figura 15, son no significativas, a pesar de ello el testigo T1 y T2 que no dispone de K, alcanzan un diámetro superior a T3 que tiene el 50% menos de K que la recomendación T4, ésta a su vez tiene mayor diámetro que T5 que dispone de un incremento en el K de 50% en relación a T4. La tendencia al incrementar K desde T2 hasta T5 es cúbica.

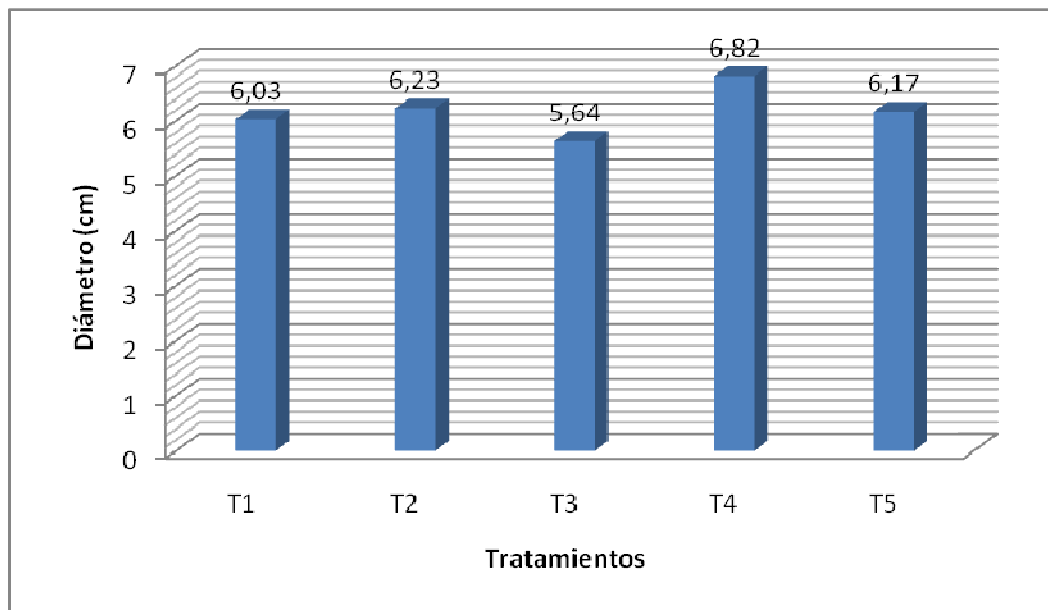


Figura 15. Respuesta del eucalipto a la fertilización. Diámetro promedio en cm a los 14 meses de edad

El mejor tratamiento para *Eucalyptus urograndis* fue el T4 cuando se aplicó 72 gr/planta de muriato de potasio, alcanzando una altura de 6,84 m y un diámetro basal de 6,82 cm a los 14 meses de edad de la plantación con un ritmo de crecimiento de 0,49 m de altura y 0,48 cm de diámetro por mes, como podemos observar los parámetros tanto de altura como de diámetro tienen relación en su crecimiento y se corrobora lo citado por Martínez, *et al.* (2006).

4.3.2.2.2. Fertilizaciones en melina (Fertilizaciones\E2)

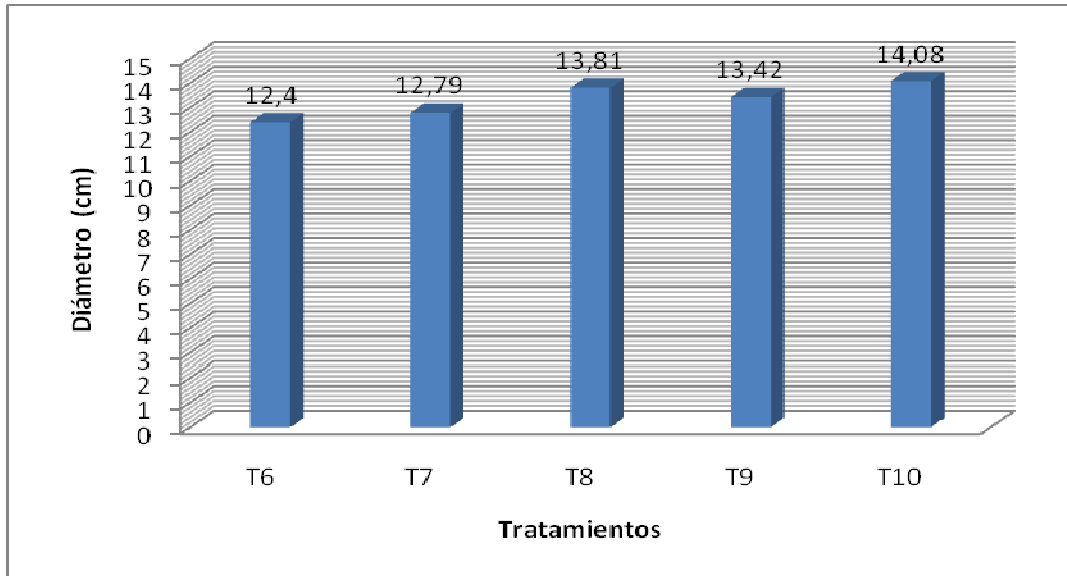


Figura 16. Respuesta de la melina a la fertilización. Diámetro promedio en cm a los 14 meses de edad

El ADEVA arroja no significancia entre las fertilizaciones dentro de la especie melina. En la Figura 16, se aprecia claramente una tendencia cúbica, se incrementa el diámetro desde T6 hasta T8 y decrece en T9 para nuevamente incrementarse hasta T10 con un promedio de 14,08 cm.

En *Gmelina arborea Roxb*, el tratamiento T10 al que se le aplicó 108 gr/planta de muriato de potasio alcanzó una altura de 8,12 m y un diámetro basal de 14,04 cm a los 14 meses del establecimiento, obtuvo un ritmo de crecimiento de 0,58 m de altura y 1 cm de diámetro basal por mes, por lo que se considera y se ratifica como una especie de rápido crecimiento citado por Betancourt, (1987).

4.3.2.2.3. Fertilizaciones en balsa (Fertilizaciones\E3)

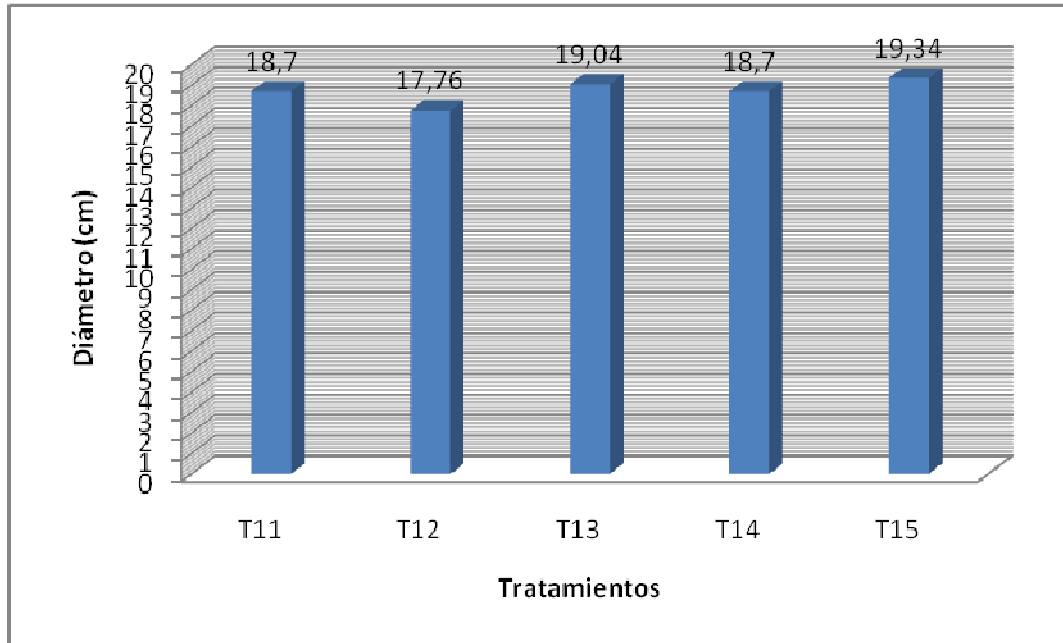


Figura 17. Respuesta de la balsa a la fertilización. Diámetro promedio en cm a los 14 meses de edad

En la figura 17 se puede observar que estadísticamente las diferencias entre medias de fertilizaciones son no significativas, pero el T15 alcanza el mayor diámetro, seguida de T13. El testigo T11 se iguala al la fertilización recomendada T14.

En estas condiciones edafoclimáticas, cuando se aplicó 108 gr/planta de muriato de potasio, *Ochroma pyramidale Cav* creció a un ritmo a los primeros catorce meses de 0,8 m de altura y 1,38 cm de diámetro por mes, considerada una especie de rápido crecimiento, lo que se ratifica lo citado por Butterfield, (1995).

4.3.2.3. Resultado de los mejores tratamientos de cada especie

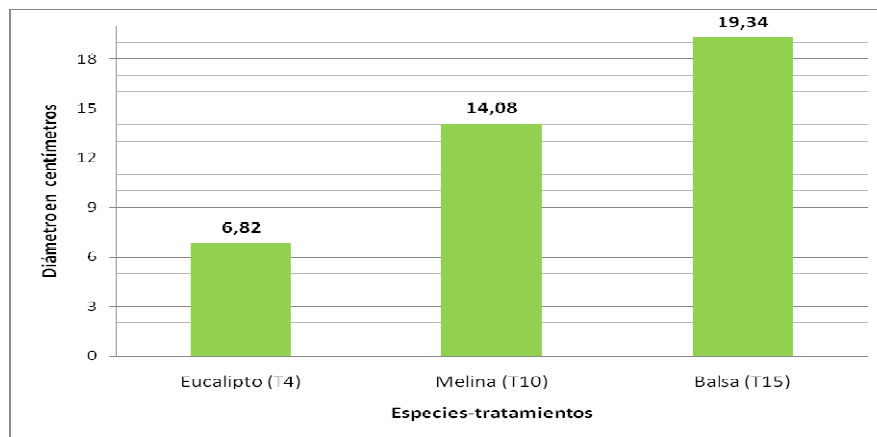


Figura 18. Respuesta de las especies (mejor tratamiento) a la fertilización en diámetro basal (cm)

La figura 18 nos demuestra que el mejor tratamiento para el eucalipto fue el T4 con una altura de 6,82 m. Para la especie melina fue el tratamiento T10 con una altura de 14,08 m y en caso de la balsa es 19,34 m perteneciente al tratamiento 15.

4.3.3. Correlaciones

4.3.3.1. Correlación entre altura y diámetro del mejor tratamiento de eucalipto

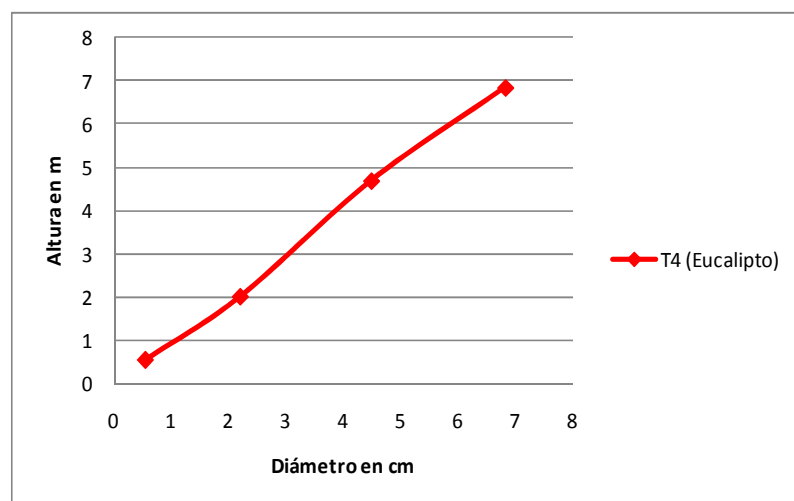


Figura 19. Correlación entre altura y diámetro basal del mejor tratamiento en eucalipto

La figura 19 nos demuestra que el mejor tratamiento en eucalipto fue el T4 cuando se aplicó 72gr/planta de muriato de potasio, y que tuvo un crecimiento lineal en altura y en diámetro durante los catorce meses de edad de la plantación.

4.3.3.2. Correlación entre altura y diámetro del mejor tratamiento de melina

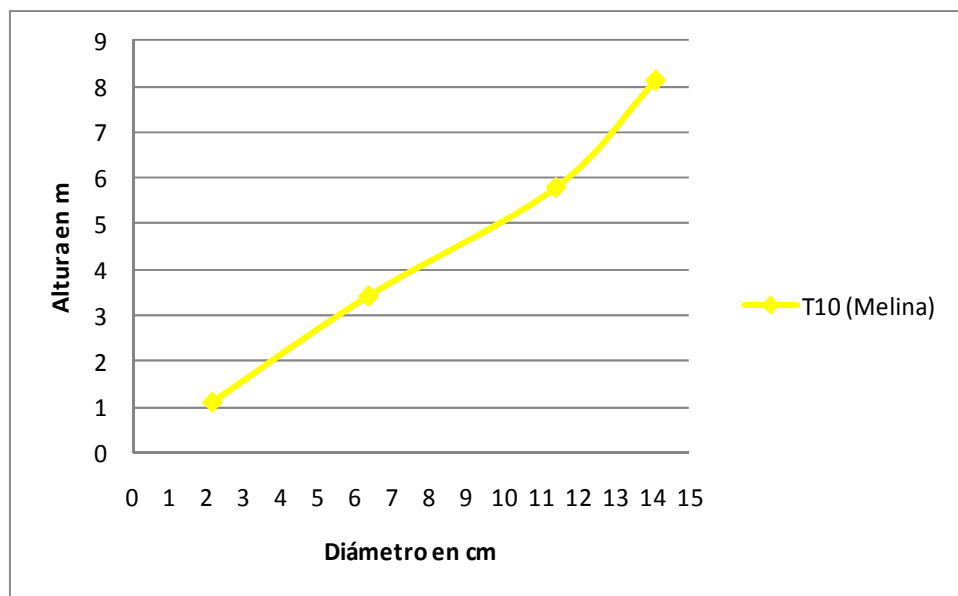


Figura 20. Correlación entre altura y diámetro basal del mejor tratamiento en melina

En la figura 20 se observa el mejor tratamiento en melina, cuando se aplicó 108 gr/planta de muriato de potasio (T10) los árboles alcanzaron una altura de 8,12 m y un diámetro basal de 14,08 cm a los 14 meses de edad.

4.3.3.3. Correlación entre altura y diámetro del mejor tratamiento de Balsa

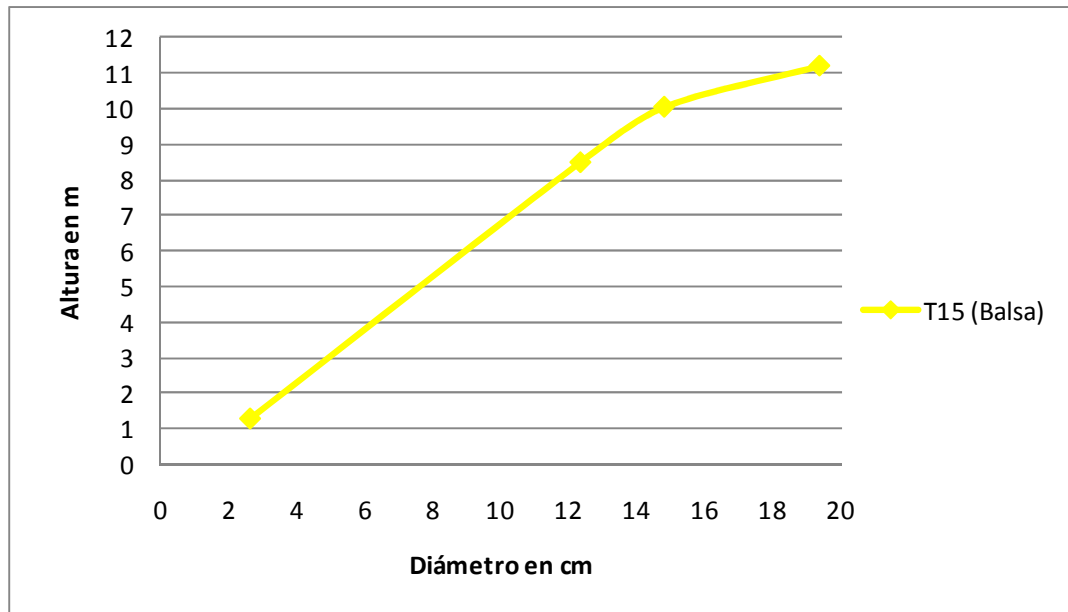


Figura 21. Correlación entre altura y diámetro basal del mejor tratamiento en balsa

La figura 21 nos demuestra que la balsa retardo su crecimiento en la última etapa de crecimiento, mientras que el diámetro seguía aumentando de manera constante, alcanzando a los 14 meses de edad un diámetro de 19,34 cm y una altura de 11,2 m. La balsa fue la especie que mayor altura y diámetro basal alcanzó.

4.4. ANÁLISIS MORFOLÓGICO DE LAS ESPECIES

En el cuadro 15 se observan los porcentajes obtenidos para cada tratamiento de árboles rectos, inclinados, bifurcados y torcidos, evaluados a los 2, 6, 10 y 14 meses de edad de la plantación.

Cuadro 15. Promedio de los porcentajes obtenidos para el análisis morfológico de cada especie/tratamiento

PROMEDIO (%)																	
Especies	Tratamiento	2 meses				6 meses				10 meses				14 meses			
		Rectos	Torcidos	Bifurcados	Inclinados	Rectos	Torcidos	Bifurcados	Inclinados	Rectos	Torcidos	Bifurcados	Inclinados	Rectos	Torcidos	Bifurcados	Inclinados
Eucalipto	T1	100	0	0	0	95,8	0	4,2	0	91,6	4,2	4,2	0	91,6	4,2	4,2	0
	T2	100	0	0	0	95,8	4,2	0	0	95,8	4,2	0	0	95,8	4,2	0	0
	T3	100	0	0	0	95,8	4,2	0	0	95,8	4,2	0	0	95,8	4,2	0	0
	T4	100	0	0	0	95,8	4,2	0	0	95,8	4,2	0	0	95,8	4,2	0	0
	T5	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0
	PROMEDIO	100				96,6				95,8				95,8			
Melina	T6	100	0	0	0	91,6	4,2	4,2	0	87,5	8,3	4,2	0	87,5	8,3	4,2	0
	T7	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0
	T8	100	0	0	0	95,8	4,2	0	0	95,8	4,2	0	0	95,8	4,2	0	0
	T9	96	0	4,2	0	91,6	4,2	4,2	0	87,5	8,3	4,2	0	87,5	8,3	4,2	0
	T10	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0
	PROMEDIO	99				95,8				94,2				94,2			
Balsa	T11	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0
	T12	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0
	T13	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0
	T14	100	0	0	0	95,8	0	4,2	0	95,8	0	4,2	0	95,8	0	4,2	0
	T15	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0	100	0	0	0
	PROMEDIO	100				99,2				99,2				99,2			

Del cuadro 15 se puede extraer que la balsa tuvo el 99,2% de árboles rectos a los 14 meses, siendo esta la especie que obtuvo el mayor porcentaje de árboles rectos desde los seis hasta los catorce meses de edad de la plantación,

El eucalipto tuvo el 95,8% de árboles rectos en todo el ensayo, y un 4,2% de árboles torcidos en los tratamientos T1, T2, T3, y T4.

La melina obtuvo un 94,2% de árboles rectos, y un 8,3% de árboles torcidos en los tratamientos T6 y T9, y un 4,2% en el T8.

Estas observaciones nos pueden dar una idea preliminar de que la balsa, melina y eucalipto, durante los 14 meses de edad presentan un excelente porcentaje de árboles rectos que no tuvieron ningún problema en su morfología.

Con estos resultados podemos afirmar que la fertilización no influye en la morfología de las especies.

4.5. COSTO DE ESTABLECIMIENTO

Para determinar los costos de establecimiento se sumaron todos los gastos realizados en cada tratamiento tomando en cuenta mano de obra, insumos, herramientas y materiales empleados durante 14 meses, tiempo que tomó la fase de investigación. Para el análisis de los costos se consideró el mejor tratamiento para cada especie, se lo comparó con el testigo y se ajustó los datos a ha, como una unidad de medida universal, obteniendo los siguientes resultados.

Cuadro 16. Costos de establecimiento por tratamiento para 1 Ha

Especies	Tratamiento	Número plantas	Costo total/Ha
Eucalipto	T2	1111	882,67
Eucalipto	T4	1111	985,20
Melina	T7	1111	1007,33
Melina	T10	1111	1181,19
Balsa	T12	1111	947,33
Balsa	T15	1111	1121,19

El mejor tratamiento de eucalipto fue cuando se aplicó 72 gr/planta de muriato de potasio con un costo de \$ 985,20 por ha en comparación al testigo (T2) que tuvo un costo de \$ 882,67 por ha. Esta diferencia de costo equivale a las actividades realizadas en el tratamiento 4 como aplicación de CaCO₃ y adición de fertilizantes como se detalla en el anexo 11.

El tratamiento 10 de melina fue el mejor, generando un costo de \$ 1111,20 por ha. Este tratamiento presentó un incremento en el costo debido a las actividades realizadas durante los 14 meses de edad de la plantación como podas, adición de fertilizantes y CaCO_3 . El testigo (T7) obtuvo un costo de \$ 960,67 por ha.

El mejor tratamiento de la balsa fue el tratamiento 15 cuando se aplicó 108 gr/planta de muriato de potasio alcanzando un costo de \$ 1051,20 por ha. El testigo (T12) tuvo un costo de \$900,67 por ha. Esta diferencia de costo se debe a la adición de fertilizantes y CaCO_3 aplicados en el tratamiento.

V. CONCLUSIONES

Al evaluar la altura y el diámetro basal de los árboles de las tres especies en estudio por efecto de la aplicación de 0 – 36 – 72 y 108 gr/planta de muriato de potasio a los catorce meses de edad, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en los tratamientos de aplicación.

La baja respuesta a la fertilización probablemente obedeció a los bajos niveles de potasio utilizados.

A los 14 meses de edad de la plantación, la especie, *Ochroma pyramidale* Cav fue la que mayor altura y diámetro basal alcanzó, con 11,2 m y 19,34 cm respectivamente, cuando se aplicó 108 gr de muriato de potasio por planta.

En *Gmelina arborea* Roxb, el tratamiento que alcanzó mayor altura y diámetro basal fue cuando se aplicó 108 gr/planta de muriato de potasio con 8,12 m y 14,04 cm respectivamente, a los 14 meses de edad de la plantación.

El tratamiento que alcanzó la mayor altura y diámetro basal en *Eucalyptus urograndis* fué cuando se aplicó 72 gr/planta de muriato de potasio, con una altura de 6,84 m y un diámetro basal de 6,82 cm a los 14 meses de edad de la plantación.

Gmelina arborea Roxb, presentó el mayor porcentaje de sobrevivencia con el 95,8%, seguido de *Ochroma pyramidale* Cav con 90%. Estas dos especies fueron las que alcanzaron el mejor porcentaje de sobrevivencia. *Eucalyptus urograndis* presentó el 81,7% de sobrevivencia, y se debió principalmente a que las plántulas no

fueron bien lignificadas y de buenas características al momento de la plantación por lo que se puede decir que esta especie requiere mayores cuidados en el establecimiento.

Se debe destacar el crecimiento de balsa en los primeros seis meses que fue superior a los 5 cm por día, lo cual constituye un crecimiento vertiginoso; luego de los seis meses su crecimiento disminuye. En melina el crecimiento rápido es hasta los 10 meses, mientras que en eucalipto el crecimiento es continuo.

En las tres especies se encontró una buena morfología de los árboles ya que se obtuvo un 99,2% de árboles rectos en el caso de la balsa, 94,2% en melina y 95,8 de árboles rectos en eucalipto.

La especie *Ochroma pyramidale Cav*, es susceptible al ataque de plagas defoliadoras y barrenador del tallo que deben ser monitoreadas y controladas oportunamente.

VI. RECOMENDACIONES

Para desarrollar programas de reforestación en la zona sur de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, se recomienda con certeza utilizar las especies *Ochroma pyramidale Cav* y *Gmelina arborea Roxb* por su rápido crecimiento y adaptación a la zona.

Reforestaciones con *Eucalyptus urograndis* deben proseguir con investigaciones más rigurosas siguiendo paquetes tecnológicos de fertilizante al momento de la plantación.

Realizar una investigación tomando en cuenta diferentes métodos e intervalos de aplicación de fertilizantes en las tres especies, para determinar con que método las plantas asimilan de una mejor manera los nutrientes para contribuir a que se forme rápidamente la masa forestal.

Realizar un estudio sobre el comportamiento del sistema radicular de cada especie para determinar la distancia de aplicación de fertilizantes con respecto a la raíz y al fuste de los árboles.

Realizar evaluaciones de diferentes dosis de otros macronutrientes como nitrógeno (N) y fósforo (P) a fin de determinar de qué manera influyen en el incremento volumétrico de las especies.

Ensayar dosis más altas de potasio repartidas en tres aplicaciones que se podrían distribuir a la entrada y salida de la estación lluviosa para determinar principalmente si, *Ochroma pyramidale Cav* y *Gmelina arborea Roxb*, responden a dosis más altas

de potasio, tomando en cuenta a la vez el estudio de las propiedades físico-mecánicas de la madera.

Antes de aplicar fertilizantes es indispensable realizar el respectivo análisis de suelos, y si ello lo determina, realizar el encalado principalmente cuando el pH del suelo es inferior a 5,5.

Realizar un estudio de la incidencia de las malezas en plantaciones forestales en los primeros años de vida de la plantación, tomando en cuenta el ritmo de crecimiento de las especies y la densidad inicial de la plantación.

Con la finalidad de disminuir la mortalidad de las plántulas, en la fase de establecimiento, se deben sembrar plántulas bien lignificadas, rústicas, sanas, de tamaño adecuado, con un buen sistema radicular y sobre todo analizar la procedencia u origen del material vegetal.

Proseguir esta investigación de fertilización forestal, con la finalidad de obtener los parámetros de evaluaciones del segundo, tercero año y así sucesivamente para determinar el comportamiento de cada una de las especies en estudio y la rentabilidad en base a la aplicación de fertilizantes.

VII. RESUMEN

En la hacienda Zoila Luz (Santo Domingo de los Tsáchilas) en una formación de Bosque Húmedo Tropical bhT se realizó un estudio durante los primeros catorce meses de establecimiento de tres especies forestales: Eucalipto (*Eucalyptus urograndis*), Melina (*Gmelina arborea Roxb*) y Balsa (*Ochroma pyramidale Cav*) para evaluar la respuestas de estas especies a la aplicación de cuatro niveles de fertilización potásica. En base a la recomendación de fertilización del INIAP Pichilingue, según el análisis de suelo se aplicó una fertilización de base con nitrógeno y fósforo utilizando los fertilizantes 18-46-0 (90gr/planta) y urea (40 gr/planta) aplicados a los tres meses de edad de la plantación. El potasio se aplicó en dosis de 0, 36, 72 y 108 gr/planta en forma de muriato de potasio fraccionado en dos aplicaciones a los 3 meses y 9 meses de edad de la plantación.

Las mediciones de sobrevivencia, altura, diámetro basal y análisis morfológico se realizaron a los 2, 6, 10 y 14 meses de edad de la plantación. Para determinar los costos de cada tratamiento se sumaron todos los gastos generados en cada tratamiento durante los 14 meses de edad de la plantación.

Estadísticamente, no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos de fertilización. La sobrevivencia a los 14 meses fue 95,8% para melina, 90% para balsa y 81,7% para eucalipto. Aunque no se encontraron diferencias significativas en altura y diámetro basal por efecto de la aplicación de dosis crecientes de muriato de potasio, el mejor tratamiento en balsa fue la adición de 108 gr/planta que alcanzó una altura de 11,2 m y un diámetro basal de 19,34 cm a los 14 meses de edad de la plantación y un costo de \$ 1051,20 por ha. El mejor tratamiento en melina fue cuando se adicionó 108 gr/planta de muriato de potasio, alcanzando una altura de 8,12 m y un diámetro basal de 14,08 cm a los 14 meses de edad de la plantación con un costo de \$ 1111,20 por ha. El mejor tratamiento de eucalipto fue cuando se aplicó 72 gr/planta de muriato de potasio alcanzando una altura de 6,84 m y un diámetro

basal de 6,82 cm con un costo de \$ 985,20 por ha. Hasta los 14 meses de edad, las tres especies presentan un alto porcentaje de árboles rectos, alcanzando un 99,2% de árboles rectos en balsa, 95,8% de árboles rectos en eucalipto y 94,2% de árboles rectos en melina. De acuerdo a estos resultados para forestaciones y reforestaciones en la provincia Santo Domingo de los Tsáchilas se recomienda sin objeción utilizar las especies *Ochroma pyramidale Cav.* y *Gmelina arborea Roxb.* Se destaca el crecimiento exuberante de balsa en los primeros seis meses que supera los 5 cm por día, período en el cual se debería realizar una intensa fertilización.

VIII. SUMMARY

In the property Zoila Luz (Santo Domingo of the Tsáchilas) in a humid forest formation tropical bhT a study was conducted during the first fourteen months of establishment of three forest species: Eucalyptus (*Eucalyptus urograndis*), Melina (*Gmelina arborea Roxb*) and balsa (*Ochroma pyramidale Cav*) to evaluate the responses of these species to the implementation of four levels of potassium fertilization. Based on the recommendation it Pichilingue fertilization, according to the analysis of soil applied a base with nitrogen and phosphorus fertilization using fertilizers 18-46-0 (90 g/plant) and urea (40 gr/plant) applied at three months old plantation. Potassium is applied at doses of 0, 36, 72, 108 g/plant in the form of potassium muriato split in two applications for 3 months and 9-month-old plantation.

Basal diameter, morphological analysis, survival, height measurements were performed at 2, 6, 10 and 14 months old plantation. To determine the costs of each treatment were joined by all the charges incurred in each treatment during the 14 months old plantation.

Statistically, found no significant difference between treatments of fertilization. Survival at 14 months was melina, 95,8% 90% to raft and 81,7% for eucalyptus. Although no significant differences in height and basal diameter by effect of increasing doses of potassium muriato were found, the best treatment in raft was the addition of 108 g/plant reached 11,2 m tall and a basal diameter 19,34 cm 14 months old plantation and a cost of \$ 1051,20 by has. The best treatment in melina was when adding 108 g/plant muriato potassium, reaching 8,12 m tall and a basal diameter 14,08 cm 14 months old plantation with a cost of \$ 1111,20 by has. Better treatment of eucalyptus was when in implemented 72 g/plant muriato potassium reaching 6,84 m tall and a basal diameter of 6,82 cm with a cost of \$ 985,20 by has. Up to 14 months of age, three species have a high percentage of straight, reaching 99,2% straight tree raft, 95,8% of straight eucalyptus trees and 94,2% straight trees on

melina trees. According to these results for forestation and reforestation in the Santo Domingo of the Tsáchilas province is recommended without objection species *Ochroma pyramidale tuberosa*. and arboreal *Gmelina Roxb.* Lush growth balsa stands in the first six months that exceeds 5 cm per day, period in which an intensive fertilization should perform.

IX. BIBLIOGRAFÍA

ALGUACIL, F. 2006 Árboles singulares - Medio ambiente; Ingeniero de Montes
Disponible en: <http://www.elpadul.es/medio/arbolsin.htm>

ALVARADO, A. 2003. Principios de Nutrición y Fertilización Forestal. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. En Memorias V Congreso Nacional de Fitopatología, IV Congreso Nacional de Suelos, V Congreso Iberoamericano de Agroplasticultura, San José Costa Rica 2003. p 102. Consultado en marzo 8/2008. Disponible en http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a01-8385_memoria.pdf.

APARICIO, J. 2004 Experiencias en Brasil sobre nutrición forestal y preparación mínima del terreno: temas claves para la producción sustentable de madera, São Paulo-Brasil, 13 pp. Paper disponible en:
<http://www.inta.gov.ar/bellavista/info/documentos/forestales/Nutrici%C3%B3n%20forestal.pdf>

ARRUDA, S. R., y MALAVOLTA E.. 2001. Nutricao e adubacao potassica em Eucalyptus. Informacoes Agronómicas, POTAFOS. Encarte Técnico 91:1-10.
Disponible en: <http://www.rragroflorestal.com.br/documents/098.pdf>

BETANCOURT, A. 1987 Silvicultura especial de árboles maderables tropicales, Editorial Científico – Técnica, La Habana – Cuba, pp. 435

BINKLEY, D. 1993 Nutrición Forestal, Prácticas de Manejo, Editorial Limusa, Mexico D.F. Primera edición. pp 340

BRAVO, J. 2001 Establecimiento y manejo de plantaciones forestales. Seminario-Taller de Manejo de Recursos Forestales Disponible en:

http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%20rizzo/perfiles_productos/forestacion.pdf

BRAVO, J. 2008. Establecimiento y Manejo de Plantaciones Forestales. CORPAG. Guayaquil. Consultado en:

http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%20rizzo/perfiles_productos/forestacion.pdf

BUTTERFIELD R. 1995. Desarrollo de especies forestales en tierras bajas húmedas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico No. 260, 41p. Disponible en:

http://www.semarnat.gob.mx/pfnm2/fichas/ochroma_pyramidale.htm

CABRERA, C. 2003 Plantaciones forestales: oportunidades para el desarrollo sostenible Guatemala, Disponible en:

http://www.infoiarna.org.gt/medía/File/publicaciones/propias/doc_tecnicos/06-Plantaciones-Forestales.pdf

CAÑADAS, L. 1983 Agroecosistemas andinos en el Ecuador. El mapa bioclimático y ecológico del Ecuador. Banco central del Ecuador. Quito.

CANNON, P. 1981 Ciclo de nutrientes en plantaciones Fertilización forestal, Santiago Veraguas – Panamá.

CATIE, (1986) Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central, Centro Agronómico Tropical de Investigación y

Enseñanza, Departamento de Recursos Naturales Renovables, Turrialba – Costa Rica, Disponible en:

http://books.google.com.ec/books?id=cm4OAQAAIAAJ&pg=PA159&lpg=PA159&dq=gmelina+arborea+taxonomia&source=bl&ots=7T5UWjFskt&sig=wOhq0OWOjLYfGhyvEmWY4XhLTol&hl=es&ei=Woz6S6OmBIHG1QeWsvD2Cg&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=10&ved=0CDUQ6AEwCQ#v=onepage&q&f=false

CODO DEL POZUZO (s.f.) Proyectos Forestales y Agro – Forestales Recurso Forestal: Reforestación y plantaciones forestales. Paper disponible en:

<http://www.cododelpozuzo.com/3.html>

COOKE 1985. Potassium in the agricultural systems of the humid tropics. International Potash Institute. Proceedings of the 19th. Colloquium of the International Potash Institute held in Bangkok/Thailand. 405 p.

CORMADERA. 2001. Guías técnicas para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales productivas en el litoral ecuatoriano. Proyecto Piloto para la reforestación. Corporación de Desarrollo Forestal y maderero del Ecuador. Quito, Ecuador. pp 85 – 111.

DAJOZ, R. 2001. Entomología forestal: los insectos y el bosque, Editorial Mundi Prensa, México, 548 p.

DAVEY, C. 1998 Crecimiento de los árboles y los elementos nutrientes esenciales Panamá, 105 p.

DAVIS, R. y HOLMGREN, P. 2000 Cambios en la cobertura forestal del Ecuador Octubre 2000 disponible en:

<http://www.fao.org/forestry/4039-1-0.pdf>

EUCAPACIFIC. 2001 Plantaciones de Eucalipto en la provincia de Esmeraldas. Quito –Ecuador. Paper disponible en:

[www.accionecologica.org/.../alerta%20114 plantaciones%20de%20eucalipto.doc](http://www.accionecologica.org/.../alerta%20114%20plantaciones%20de%20eucalipto.doc)

ESPINOZA, G. 2002 Dirección Nacional Forestal - Información General del Sector Forestal Ecuatoriano Disponible en:

http://cifopecuador.org/uploads/docs/Direccion_Nacional_Forestal.pdf

FAO, 1965 Especies arbóreas de crecimiento rápido para las plantaciones industriales en los países en vías de desarrollo Depósito de documentos de la FAO No 79 Paris Paper Disponible en:

<http://www.fao.org/DOCREP/30289S/30289s02.htm>

FAO, 1981 El Eucalipto en la repoblación forestal 765 pág. Depósito de documentos de la FAO Paris Disponible en:

<http://www.fao.org/DOCREP/004/AC459S/AC459S02.htm>

FERERES, A. 1989. Stomatal Conductance: Measurement and Significance. In Methods of K-Research in Plants. Proceedings of the 21st Colloquium of the international Potash Institute held at Louvain-la-Neuve/belgium 1989. International Potash Institute. Bern, Switzerland.

FRANCIS, J. 1991. *Ochroma pyramidale* Cav. Balsa. Familia de las bombaxes New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p. Disponible en:

<http://www.fs.fed.us/globaliitf/Ochromapyramidale.pdf>

GARA, R. y ONORE, G. 1989 Entomología forestal Proyecto DINAF – AID, Quito – Ecuador, 267 p.

INPOFOS, 1997 Manual Internacional de fertilidad de suelo, Instituto de la potasa y el fósforo, Editorial POTASH PHOSPHATE INSTITUTE, Quito – Ecuador, PP. 69

JIMÉNEZ, L. 2009 Nota de Aula de Silvicultura. Escuela Politécnica del Ejército. Carrera de ingeniería en Ciencias Agropecuarias, Santo Domingo de los Tsáchilas. Ecuador. 68 p.

LUZAR J. 2007 The Political Ecology of a “Forest Transition”: Eucalyptus forestry in the Southern Peruvian Disponible en:
<http://www.wikipedia.org/eucalipto1.mht>

MADEPRON (s.f.) Datos Técnicos: Balsa (Ochroma Pyramidale) Plantación Viveros Aserriós Plantación Guayaquil – Ecuador Paper disponible en:
http://www.madepron.com.ec/esp/Plantacion_y_Aserrios/plantacion_y_aserrios.html

MARTÍNEZ, I. 2001 Curso de fertilización forestal en la escuela agraria de derio
Artículo disponible en:
<http://www.basogintza.net/nuevodatos/documentoscurso%20de%20fertilizaci%C3%B3n>

MARTINES, R.; AZPÍROZ, H.; RODRIGUEZ, J.; CETINA, V.; GUTIERREZ, M.; 2006. Importancia de las plantaciones forestales de Eucaliptos, Volumen 2, México, pp. 815-846 Disponible en:
<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/46146120313.pdf>

MURILLO, O. 1991. Metodología para el control de la calidad en plantaciones forestales. Cómo estimar la calidad de la materia prima desde el árbol en pie? Instituto Tecnológico de Costa Rica. Disponible en:

<http://www.una.ac.cr/inis/docs/teca/temas/olmamur.pdf>

MURILLO O. y CAMACHO P. 1997 Calidad de la poda en plantaciones forestales Costa Rica Disponible en: http://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n02_229.pdf

OBREGÓN, C. 2005. Gmelina arborea Versatilidad, Renovación y Productividad Sostenible para el Futuro Bogotá – Colombia 20 p.

OHLAND, C. 2000. Recomendaciones para el manejo de *Gmelina arborea*. MINAE-ITCR COSEFORMA CCF-GTZ. Costa Rica. 53 p.

PADILLA, W. 2004. Fertilización de Suelos y Nutrición Vegetal. Agrobiolab@clinica-agricola.com. Quito, Ecuador.

QUEVEDO, R. 1992. Manual Técnico, Manipuleo de trozas y saneamiento de fustes, Características de los fustes y la presencia de defectos; Universidad Autónoma Gabriel René Moreno –U.A.G.R.M Facultad de Ciencias Agrícolas –F.C.A Carrera de Ingeniería Forestal –C.I.F Programa de Investigación Forestal – ProInFor/ FOMABO. Consultado el 26 de marzo del 2010. Disponible en: <http://www.fomabo.life.ku.dk/Publications/~medía/Fomabo/Documents/Publications/Other/2008/Practicas%20Mejoradas%20%20Optimizacion%20de%20Fustes2.ashx>

RICHTER, D. y CALVO, J. 1995. ¿Es una plantación forestal un bosque? Revista Forestal Centroamericana. Turrialba, Costa Rica pp. 12-13.

RIZZO , P. 2006. Especies seleccionas para la forestación: eucalipto tropical, teca, melina, pino caribe, guayacán, laurel, balsa, eucalipto glóbulos y pino. Servicio de Información Agropecuaria del Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador. Disponible en:

http://www.sica.gov.ec/agronegocios/biblioteca/ing%20rizzo/forestacion/especies_maderables.htm

ROJAS, F.; ARIAS, D.; MOYA, R.; MEZA, A.; MURILLO, O. y ARGUEDAS, M. 2004. Manual para productores de melina *Gmelina arborea* en Costa Rica Cartago – Costa Rica, 314 p

RUIZ, B. 2002 Manual de Reforestación para América Tropical Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos Instituto Internacional de Dasonomía Tropical Estación Experimental Sureña San Juan, Puerto Rico Disponible en:

<http://www.scribd.com/doc/22452468/Manual-de-forestacion-para-America>

SARANGO, O. 2006 Plan Nacional De Forestación Y Reforestación Subproceso Fomento Forestal Bosques, Mercado Del Carbono Ministerio del Ambiente de la República del Ecuador. Disponible en:

http://www.ambiente.gov.ec/paginas_espanol/4ecuador/bosques.htm

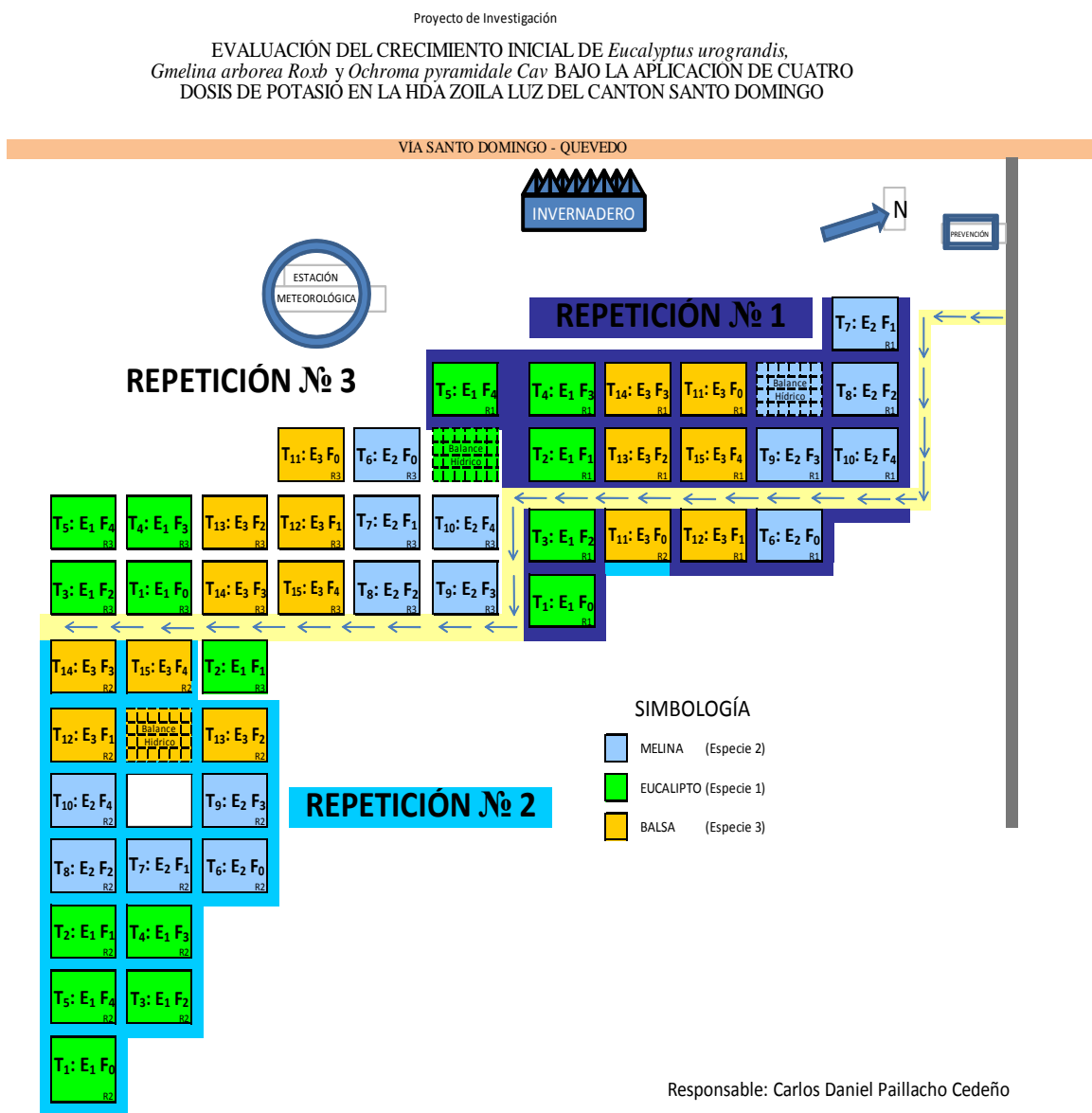
SIERRA, R. CERÓN C. PALACIOS, W. y VALENCIA, R. 1999, Tipos de vegetación del ecuador continental, Mapa de vegetación del ecuador continental Proyecto INEFAN/GEF BIRF Quito – Ecuador Disponible en:

http://www.cifopecuador.org/uploads/docs/Mapa_tipos_vegetacion.jpg

- SOTOMAYOR, A.; HELMKE, E. y GARCÍA, E. (2002) Manejo y Mantenimiento de Plantaciones Forestales *Eucalyptus spp.*, LOM Ediciones, Chile, 56 pp. Disponible en: <http://www.agroforesteria.cl/menu/publicaciones/Manual%20de%20manejo%20PF.pdf>
- TORO, J. 1995. Avances en fertilización en Pino radiata y Eucalyptus en Chile. In: Simposio IUFRO. Manejo Nutritivo de Plantaciones Forestales. Valdivia, Chile pp. 293-298.
- TORRES, C. 2009 Nutrimientos Esenciales, Funciones y Efectos, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía Disponible en: <http://www.scribd.com/doc/12761554/Practica-3-Nutrientes-Esenciales>
- VELA, A. 2010 Identificación Y Selección De Plantas Madre. Archivo de blog Disponible en: <http://avelalinares.blogspot.com/>
- ZOBEL, B y TALBERT, J 1988 Técnicas de Mejoramiento Genético de árboles forestales México, D.F. Limusa 545 p Disponible en: <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0017S/A0017S11.PDF>
- ZÚÑIGA, T. 2002 Situación actual de la forestación y reforestación en el Ecuador INEFAN, Ecuador Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/007/ad102s/AD102S08.htm>
- ZAMORA, N. 2004 Árboles y Arbustos del Bosque Seco de Costa Rica. Instituto Nacional de Biodiversidad, Costa Rica. Disponible en: <http://darnis.inbio.ac.cr/FMPro?–DB=UBIpub.fp3&.lay=weball&Format=/ubi/detail,html&.Op=bw&id=1431&.Find>

IX. ANEXOS

Anexo 1. Croquis del área experimental



Anexo 2. Recomendación del INIAP Pichilingue en base a los resultados obtenidos en el análisis de suelos



INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS
ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL PICHILINGUE

RECOMENDACIONES DE FERTILIZACION PARA BALZA, MELINA, EUCALIPTO

PROPIEDAD: Hda. Zoila Luz
UBICACION: Km. 24 vía Sto. Domingo
EDAD: A Sembrar

PROPIETARIO: ESPE
PROVINCIA: Santo Domingo
DENSIDAD:

Según el análisis de suelo correspondiente, el pH, es ácido. Los macro y micro nutrientes presentan niveles bajos, esto indica que las reservas nutricionales de los suelos están deficientes, más estos suelos presentan una textura, franco, Por lo tanto necesario fertilizar a fin de mejorar las reservas y disponibilizar los nutrientes a las plantas, ya que se va a plantar cultivos que demandan una nutrición balanceada exigente.

De acuerdo a la interpretación de los análisis se recomienda aplicar:


- ✓ 10 sacos de Carbonato de Calcio.
- ✓ 1 sacos de Urea
- ✓ 2 sacos de DAP.
- ✓ 1,5 sacos de Muriato de Potasio

Estos fertilizantes serán aplicados, de acuerdo a cuadro siguiente.

Fertilizantes Kg ha ⁻¹	INICIO	3 MESES	6 MESES
Carbonato de Ca.	500		
DAP		50	50
Urea		22,5	22,5
Muriato de K		40	40
TOTAL Kg ha⁻¹	500	112,5	112,5


Ing. Agr. Wuellins Durango C.
Manejo de Suelos y Aguas
wuellins@yahoo.es , Cel 094020794


Anexo 3. Resultado del análisis de suelo realizado en el INIAP Pichilingue


 INIAP INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018													
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS														
DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Paillacho Daniel Sr. Dirección : Santo Domingo Ciudad : Santo Domingo Teléfono : Fax :	DATOS DE LA PROPIEDAD Nombre : Zoila Luz Provincia : Santo Domingo Cantón : Santo Domingo Parroquia : Ubicación : Km 24 Vía Sto. Domingo Quevedo	PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : Balsa-Melina-Eucalipt N° Reporte : 3802 Fecha de Muestreo : 16/07/2008 Fecha de Ingreso : 16/07/2008 Fecha de Salida : 05/08/2008												
N° Muest.	Datos del Lote	pH	ppm			meq/100ml			ppm					
Laborat.	Identificación	Area	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
46674	Muestra 1		27 B	3 B	0,18 B	3 B	0,8 B	7 B	2,1 B	4,6 A	117 A	1,4 B	0,07 B	

INTERPRETACION				Elementos: de N a B	
pH					
M ^{Ac} = Muy Acido	L ^{Ac} = Liger. Acido	L ^{Al} = Lige. Alcalino	RC = Requiere Cal	B	= Bajo
A ^c = Acido	PN = Prac. Neutro	Me ^{Al} = Media. Alcalino		M	= Medio
Me ^{Ac} = Media. Acido	N = Neutro	Al = Alcalino		A	= Alto

METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
pH = Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado
N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S


 LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS




 RESPONSABLE LABORATORIO

..... Continuación anexo 3.

 INIAP <small>INSTITUTO NACIONAL AUTÓNOMO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS</small>	ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24 Quevedo - Ecuador Teléfono: 750 - 967 Fax: 751 - 018
--	---

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS


<p style="text-align: center;">DATOS DEL PROPIETARIO</p> <p>Nombre : Paillacho Daniel Sr. Dirección : Santo Domingo Ciudad : Santo Domingo Teléfono : Fax :</p>	<p style="text-align: center;">DATOS DE LA PROPIEDAD</p> <p>Nombre : Zoila Luz Provincia : Santo Domingo Cantón : Santo Domingo Parroquia : Ubicación : Km 24 Vía Sto. Domingo Quevedo</p>	<p style="text-align: center;">PARA USO DEL LABORATORIO</p> <p>Cultivo Actual : Balsa-Melina-Eucalipto N° de Reporte : 3802 Fecha de Muestreo : 16/07/2008 Fecha de Ingreso : 16/07/2008 Fecha de Salida : 05/08/2008</p>
---	--	---

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	(%)	Ca	Mg	Ca+Mg	meq/100ml	(meq/l) ^{1/2}	ppm	Textura (%)			Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	K	Σ Bases	RAS	Cl	Arena	Limo	Arcilla	
46674					4,2 M	3,7	4,44	21,11	3,98			50	38	12	Franco

INTERPRETACION			
Al+H, Al y Na	C.E.		M.O. y Cl
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo
M = Medio	LS = Lig. Salino	MS = Muy Salino	M = Medio
T = Tóxico			A = Alto

ABREVIATURAS
C.E. = Conductividad Eléctrica
M.O. = Materia Orgánica
RAS = Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA
C.E. = Conductímetro
M.O. = Titulación de Walkley Black
Al+H = Titulación con NaOH


LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS




RESPONSABLE LABORATORIO

Anexo 4. Labores realizadas en la investigación.



a. Estaquillado del terreno



b. Evaluación de altura en eucalipto



c. Poda en melina

Anexo 5. Control de la maleza utilizando moto guadaña



a. En las tres especies se utilizó motoguadaña



b. Resultado de la chapea con motoguadaña

Anexo 6. Poda realizada en la melina, eliminación de ramas secas y ramas con diámetro mayor a dos centímetros.



Anexo 7. Ciclo de vida del lepidóptero defoliador de la balsa



a. Huevos del lepidóptero observados en el microscopio

Fotografía del laboratorio de entomología
Ing. Marcelo Patiño (2009)



b. Estado de larva de la plaga



c. Estado de pupa
Fotografía del laboratorio de entomología
Ing. Marcelo Patiño (2009)



d. Estado adulto

Anexo 8. Daños y control del lepidóptero defoliador del la balsa aun no identificado



a. Las larvas tienen la característica de formar colonias



b. En estado larval, en el día las orugas se agrupan en el tallo



c. Resultado de la defoliación realizada en horas de la noche



d. Control realizado con la bomba estacionaria



e. Bomba estacionaria utilizada para el control del defoliador

Anexo 9. Estados larvales de *Euchroma gigantea* y su daño provocado en la investigación



a. Estado larval de *E. gigantea*



b. *Euchroma gigantea* en estado adulto



c. Ataque de *E. gigantea* en la balsa

Anexo 10. Coeficientes Ortogonales para todas las variables

trat	Cont. 1	Cont. 2	Cont. 3	Cont. 4	Cont. 5	Cont. 6	Cont. 7	Cont. 8	Cont. 9	Cont. 10	Cont. 11	Cont. 12
T1	-4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T2	1	-3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T3	1	1	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T4	1	1	1	-1	0	0	0	0	0	0	0	0
T5	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
T6	0	0	0	0	-4	0	0	0	0	0	0	0
T7	0	0	0	0	1	-3	0	0	0	0	0	0
T8	0	0	0	0	1	1	-2	0	0	0	0	0
T9	0	0	0	0	1	1	1	-1	0	0	0	0
T10	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
T11	0	0	0	0	0	0	0	0	-4	0	0	0
T12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	-3	0	0
T13	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	-2	0
T14	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	-1
T15	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

Anexo 11. Costos de establecimiento y mantenimiento (14 meses) del tratamiento 2 (Eucalipto)

PRESUPUESTO DEL TRATAMIENTO T 2					Materia prima/ Insumos	Mano de obra directa	Gastos Generales	Total	Observaciones	
Actividad/Rubro	Cantidad	Unidad	V./unit \$	Costo						
Preparación del terreno								182,63	20,69 %	
Chapía	5	Jornal	10	50		50				
Glifosato (Herbicida)	2	Litro	4	8	8					
Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20				
Preparación de valizas	1111	Unidad	0,02	22,22		22,22				
Trazada y estaquillado	1111	Unidad	0,02	22,22		22,22				
Coronas	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33				
Análisis de suelo	1	Unidad	26,86	26,86			26,86			
					8	\$	147,77	\$	26,86	\$
					5,14	%	80,91	%	15,38	%
Establecimiento								293,31	33,23 %	
Hoyado	2	Jornal	10	20		20				
Transporte de plantas (mayor)	1111	Unidad	0,01	11,11			11,11			
Distribución (Trans. Menor)	2	Jornal	10	20		20				
Costo de planta de eucalipto	1111	Unidad	0,2	222,2	222,2					
Siembra o Plantación definitiva	2	Jornal	10	20		20				
					222,2	\$	60	\$	11,11	\$
					75,76	%	20,46	%	3,79	%
Mantenimiento hasta los 14 meses de edad								406,73	46,08 %	
Coronas	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33				
Carbonato de calcio (CaCO3)	12,5	Sacos 40Kg	4	50	50					
Aplicación de CaCO3	3	Jornal	10	30		30				
Fertilizantes 1era aplicación:										
Urea	1	Sacos 45Kg	30	30	30					
Aplicación de urea	1	Jornal	10	10		10				
18-46-0	2,22	Sacos 45Kg	45	99,9	99,9					
Aplicación de 18-46-0	1	Jornal	10	10		10				
Gramoxone (Herbicida)	3	Litro	4	12		12				
1er Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20	12					
Control de maleza con motoguadaña	1,5	Jornal	25	37,5		20				
Control de maleza con tractor	3	Horas	10	30		37,5				
Gramoxone (Herbicida)	3	Litro	4	12			30			
2da Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20	12					
						20				
					203,9	\$	172,83	\$	30	\$
					50,13	%	42,49	%	7,38	%
Total Costos					434,1		380,6		67,97	
					49,18	%	43,12	%	7,70	%
								882,67	100 %	

Costos de establecimiento y mantenimiento (14 meses) del tratamiento 4 (Eucalipto)

PRESUPUESTO DEL TRATAMIENTO T4					Materia prima/	Mano de obra	Gastos			
Espaciamiento: 3 x 3		Densidad: 1111 árboles/ha			Insumos	directa	Generales	Total	Observaciones	
ACTIVIDAD/RUBRO	Cantidad	Unidad	V./unit \$	Costo						
Preparación del terreno								182,63	18,54 %	
Chapia	5	Jornal	10	50		50				
Glifosato (Herbicida)	2	Litro	4	8	8					
Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20				
Preparación de valizas	1111	Unidad	0,02	22,22		22,22				
Trazada y estaquillado	1111	Unidad	0,02	22,22		22,22				
Coronas	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33				
Análisis de suelo	1	Unidad	26,86	26,86			26,86			
					8	\$	147,77	\$	26,86	\$
					5,14	%	80,91	%	15,38	%
Establecimiento								293,31	29,77 %	
Hoyado	2	Jornal	10	20		20				
Transporte de plantas (mayor)	1111	Unidad	0,01	11,11			11,11			
Distribución (Trans. Menor)	2	Jornal	10	20		20				
Costo de planta de eucalipto	1111	Unidad	0,2	222,2	222,2					
Siembra o Plantación definitiva	2	Jornal	10	20		20				
					222,2	\$	60	\$	11,11	\$
					75,76	%	20,46	%	3,79	%
Mantenimiento hasta los 14 meses de edad								509,26	51,69 %	
Coronas	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33				
Carbonato de calcio (CaCO3)	12,5	Sacos 40Kg	4	50	50					
Aplicación de CaCO3	3	Jornal	10	30		30				
Fertilizantes 1era aplicación:										
Urea	1	Sacos 45Kg	30	30	30					
Aplicación de urea	1	Jornal	10	10		10				
18-46-0	2,22	Sacos 45Kg	45	99,9	99,9					
Aplicación de 18-46-0	1	Jornal	10	10		10				
Muriato de potasio	0,89	Sacos 45Kg	40	35,6	35,6					
Aplicación de muriato de potasio	1	Jornal	10	10		10				
Gramoxone (Herbicida)	3	Litro	4	12	12					
1er Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20				
Control de maleza con motoguadaña	1,5	Jornal	25	37,5		37,5				
Fertilizantes 2da aplicación:										
Muriato de potasio	0,89	Sacos 45Kg	40	35,6	35,6					
Aplicación de muriato de potasio	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33				
Control de maleza con tractor	3	Horas	10	30			30			
Gramoxone (Herbicida)	3	Litro	4	12	12					
2da Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20				
					275,1	\$	204,16	\$	30	\$
					54,02	%	40,09	%	5,89	%
Total Costos					505,3		411,93		67,97	
					51,29	%	41,81	%	6,90	%
								985,20	100 %	

Costos de establecimiento y mantenimiento (14 meses) del tratamiento 7 (Melina)

PRESUPUESTO DEL TRATAMIENTO T 7					Materia prima/ Insumos	Mano de obra directa	Gastos Generales	Total	Observaciones
Espaciamiento: 3 x 3	Densidad: 1111 árboles/ha	Cantidad	Unidad	V./unit \$					
ACTIVIDAD/RUBRO									
Preparación del terreno								182,63	19,01 %
Chapa	5	Jornal	10	50		50			
Cifosato (Herbicida)	2	Litro	4	8	8				
Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20			
Preparación de valizas	1111	Unidad	0,02	22,22		22,22			
Trazada y estaquillado	1111	Unidad	0,02	22,22		22,22			
Coronas	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33			
Análisis de suelo	1	Unidad	26,86	26,86			26,86		
					8	\$ 147,77	\$ 26,86		
					5,14	%	80,91	%	15,38
Establecimiento								293,31	30,53 %
Hoyado	2	Jornal	10	20		20			
Transporte de plantas (mayor)	1111	Unidad	0,01	11,11			11,11		
Distribución (Trans. Menor)	2	Jornal	10	20		20			
Costo de planta de melina	1111	Unidad	0,2	222,2	222,2				
Sembra o Plantación definitiva	2	Jornal	10	20		20			
					222,2	\$	60	\$	11,11
					75,76	%	20,46	%	3,79
Mantenimiento hasta los 14 meses de edad								484,73	50,46 %
Coronas	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33			
Carbonato de calcio (CaCO3)	12,5	Sacos 40Kg	4	50	50				
Aplicación de CaCO3	3	Jornal	10	30		30			
Fertilizantes 1era aplicación:									
Urea	1	Sacos 45Kg	30	30	30				
Aplicación de urea	1	Jornal	10	10		10			
18-46-0	2,22	Sacos 45Kg	45	99,9	99,9				
Aplicación de 18-46-0	1	Jornal	10	10		10			
Gramoxone (Herbicida)	3	Litro	4	12	12				
1er Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20			
Primera poda	2	Jornal	10	20		20			
Control de maleza con motoguadña	1,5	Jornal	25	37,5		37,5			
Segunda poda	3	Jornal	10	30		30			
Control de maleza con tractor	3	Horas	10	30			30		
Tercera poda	4	Jornal	10	40		40			
Gramoxone (Herbicida)	3	Litro	4	12	12				
2da Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20			
					203,9	\$	250,83	\$	30
					42,06	%	51,75	%	6,19
Total Costos								960,67	100 %
					434,1		458,6		67,97
					45,19	%	47,74	%	7,08

Costos de establecimiento y mantenimiento (14 meses) del tratamiento 10 (Melina)

PRESUPUESTO DEL TRATAMIENTO T10					Materia prima/ Insumos	Mano de obra directa	Gastos Generales	Total	Observaciones
Espaciamiento: 3 x 3		Densidad: 1111 árboles/ha							
ACTIVIDAD/RUBRO	Cantidad	Unidad	V./unit \$	Costo					
Preparación del terreno								182,63	16,44 %
Chapía	5	Jornal	10	50		50			
Glifosato (Herbicida)	2	Litro	4	8	8				
Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20			
Preparación de valizas	1111	Unidad	0,02	22,22		22,22			
Trazada y estaquillado	1111	Unidad	0,02	22,22		22,22			
Coronas	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33			
Análisis de suelo	1	Unidad	26,86	26,86			26,86		
					8	\$	147,77	\$	26,86
					5,14	%	80,91	%	15,38
Establecimiento								293,31	26,40 %
Hoyado	2	Jornal	10	20		20			
Transporte de plantas (mayor)	1111	Unidad	0,01	11,11			11,11		
Distribución (Trans. Menor)	2	Jornal	10	20		20			
Costo de planta de melina	1111	Unidad	0,2	222,2	222,2				
Siembra o Plantación definitiva	2	Jornal	10	20		20			
					222,2	\$	60	\$	11,11
					75,76	%	20,46	%	3,79
Mantenimiento hasta los 14 meses de edad								635,26	57,17 %
Coronas	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33			
Carbonato de calcio (CaCO3)	12,5	Sacos 40Kg	4	50	50				
Aplicación de CaCO3	3	Jornal	10	30		30			
Fertilizantes 1era aplicación:									
Urea	1	Sacos 45Kg	30	30	30				
Aplicación de urea	1	Jornal	10	10		10			
18-46-0	2,22	Sacos 45Kg	45	99,9	99,9				
Aplicación de 18-46-0	1	Jornal	10	10		10			
Muriato de potasio	1,34	Sacos 45Kg	40	53,6	53,6				
Aplicación de muriato de potasio	1	Jornal	10	10		10			
Gramoxone (Herbicida)	3	Litro	4	12	12				
1er Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20			
Primera poda	2	Jornal	10	20		20			
Control de maleza con motoguadaña	1,5	Jornal	25	37,5		37,5			
Segunda poda	3	Jornal	10	30		30			
Fertilizantes 2da aplicación:									
Muriato de potasio	1,34	Sacos 45Kg	40	53,6	53,6				
Aplicación de muriato de potasio	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33			
Control de maleza con tractor	3	Horas	10	30			30		
Tercera poda	4	Jornal	10	40		40			
Gramoxone (Herbicida)	3	Litro	4	12	12				
2da Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20			
					311,1	\$	294,16	\$	30
					48,97	%	46,31	%	4,72
Total Costos								1111,20	100 %
					541,3	\$	501,93	\$	67,97
					48,71	%	45,17	%	6,12

Costos de establecimiento y mantenimiento (14 meses) del tratamiento 12 (Balsa)

PRESUPUESTO DEL TRATAMIENTO T12					Materia prima/ Insumos	Mano de obra directa	Gastos Generales	Total	Observaciones
Espaciamiento: 3 x 3		Densidad: 1111 árboles/ha							
ACTIVIDAD/RUBRO	Cantidad	Unidad	V./unit \$	Costo					
Preparación del terreno									
Chapía	5	Jornal	10	50		50			
Gifosato (Herbicida)	2	Litro	4	8	8				
Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20			
Preparación de valizas	1111	Unidad	0,02	22,22		22,22			
Trazada y estaquillado	1111	Unidad	0,02	22,22		22,22			
Coronas	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33			
Análisis de suelo	1	Unidad	26,86	26,86			26,86		
					8	\$	147,77	\$	26,86
					5,14	%	80,91	%	15,38
Establecimiento								293,31	32,57 %
Hovado	2	Jornal	10	20		20			
Transporte de plantas (mayor)	1111	Unidad	0,01	11,11			11,11		
Distribución (Trans. Menor)	2	Jornal	10	20		20			
Costo de planta de balsa	1111	Unidad	0,2	222,2	222,2				
Sembra o Plantación definitiva	2	Jornal	10	20		20			
					222,2	\$	60	\$	11,11
					75,76	%	20,46	%	3,79
Mantenimiento hasta los 14 meses de edad								424,73	47,16 %
Coronas	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33			
Carbonato de calcio (CaCO3)	12,5	Sacos 40Kg	4	50	50				
Aplicación de CaCO3	3	Jornal	10	30		30			
Fertilizantes 1era aplicación:									
Urea	1	Sacos 45Kg	30	30	30				
Aplicación de urea	1	Jornal	10	10		10			
18-46-0	2,22	Sacos 45Kg	45	99,9	99,9				
Aplicación de 18-46-0	1	Jornal	10	10		10			
Gramosone (Herbicida)	3	Litro	4	12	12				
1er Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20			
Control de plaga defoliadora	1	Frasco 500 cc	6	6	6				
Aplicación de Insecticida	1	Jornal	10	10		10			
Control del barrenador del tallo	1	Frasco 250 cc	4	4	4				
Aplicación de Insecticida	1	Jornal	10	10		10			
Control de maleza con motoguadaña	1,5	Jornal	25	37,5		37,5			
Control de maleza con tractor	3	Horas	10	30			30		
Gramosone (Herbicida)	3	Litro	4	12	12				
2da Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20			
					213,9	\$	180,83	\$	30
					50,36	%	42,58	%	7,06
Total Costos					444,1		388,6		67,97
					49,31	%	43,15	%	7,55
								900,67	100 %

Costos de establecimiento y mantenimiento (14 meses) del tratamiento 15 (Balsa)

PRESUPUESTO DEL TRATAMIENTO T15					Materia prima/	Mano de obra	Gastos		
Espaciamiento: 3 x 3		Densidad: 1111 árboles/ha			Insumos	directa	Generales	Total	Observaciones
ACTIVIDAD/RUBRO	Cantidad	Unidad	V./unit \$	Costo					
Preparación del terreno								182,63	17,37 %
Chapía	5	Jornal	10	50		50			
Glifosato (Herbicida)	2	Litro	4	8	8				
Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20			
Preparación de vaizás	1111	Unidad	0,02	22,22		22,22			
Trazada y estaquillado	1111	Unidad	0,02	22,22		22,22			
Coronas	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33			
Análisis de suelo	1	Unidad	26,86	26,86			26,86		
					8	\$	147,77	\$	26,86
					5,14	%	80,91	%	15,38
Establecimiento								293,31	27,90 %
Hoyado	2	Jornal	10	20		20			
Transporte de plantas (mayor)	1111	Unidad	0,01	11,11			11,11		
Distribución (Trans. Menor)	2	Jornal	10	20		20			
Costo de planta de balsa	1111	Unidad	0,2	222,2	222,2				
Siembra o Plantación definitiva	2	Jornal	10	20		20			
					222,2	\$	60	\$	11,11
					75,76	%	20,46	%	3,79
Mantenimiento hasta los 14 meses de edad								575,26	54,72 %
Coronas	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33			
Carbonato de calcio (CaCO3)	12,5	Sacos 40Kg	4	50	50				
Aplicación de CaCO3	3	Jornal	10	30		30			
Fertilizantes 1era aplicación:									
Urea	1	Sacos 45Kg	30	30	30				
Aplicación de urea	1	Jornal	10	10		10			
18-46-0	2,22	Sacos 45Kg	45	99,9	99,9				
Aplicación de 18-46-0	1	Jornal	10	10		10			
Muriato de potasio	1,34	Sacos 45Kg	40	53,6	53,6				
Aplicación de muriato de potasio	1	Jornal	10	10		10			
Gramoxone (Herbicida)	3	Litro	4	12	12				
1er Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20			
Control de plaga defoliadora	1	Frasco 500 cc	6	6	6				
Aplicación de Insectífida	1	Jornal	10	10		10			
Control del barrenador del tallo	1	Frasco 250 cc	4	4	4				
Aplicación de Insectífida	1	Jornal	10	10		10			
Control de maleza con motoguadaña	1,5	Jornal	25	37,5		37,5			
Fertilizantes 2da aplicación:									
Muriato de potasio	1,34	Sacos 45Kg	40	53,6	53,6				
Aplicación de muriato de potasio	1111	Unidad	0,03	33,33		33,33			
Control de maleza con tractor	3	Horas	10	30			30		
Gramoxone (Herbicida)	3	Litro	4	12	12				
2da Aplicación de herbicidas	2	Jornal	10	20		20			
					321,1	\$	224,16	\$	30
					55,82	%	38,97	%	5,22
Total Costos					551,3		431,93		67,97
					52,44	%	41,09	%	6,47
								1051,20	100 %