



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERIA FORESTAL**

**EVALUACIÓN DE TRES DENSIDADES DE PLANTACIÓN EN EL  
CRECIMIENTO DASOMETRICO DE *Gmelina arborea* ROXB.  
PERTENECIENTE A LA EMPRESA ARBORIENTE S.A CANTÓN  
LORETO, PROVINCIA DE ORELLANA**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERA FORESTAL**

**AUTORA: DAISY JAZMÍN CHISAG CHISAG**

**DIRECTOR: Ing. EDUARDO PATRICIO SALAZAR CASTAÑEDA, MsC.**

Riobamba-Ecuador

2023

© 2023, Daisy Jazmín Chisag Chisag

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Daisy Jazmín Chisag Chisag, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este Trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 30 de mayo de 2023.



**Daisy Jazmín Chisag Chisag**

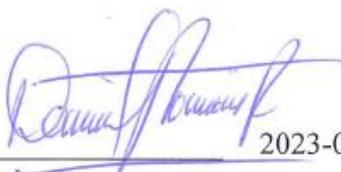
**1804940565**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA INGENIERÍA FORESTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE TRES DENSIDADES DE PLANTACIÓN EN EL CRECIMIENTO DASOMETRICO DE *Gmelina arborea* ROXB. PERTENECIENTE A LA EMPRESA ARBORIENTE S.A CANTÓN LORETO, PROVINCIA DE ORELLANA**, realizado por la señorita: **DAISY JAZMÍN CHISAG CHISAG**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

**FIRMA                  FECHA**

Ing. Daniel Arturo Román Robalino MsC.  
**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

  
2023-05-30

Ing. Eduardo Patricio Salazar Castañeda, MsC.  
**DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

  
2023-05-30

Ing. Miguel Angel Guallpa Calva, MsC.  
**ASESOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

  
2023-05-30

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mis padres, Wilson y Luz María quienes siempre han sido mi fuente de inspiración y mi mayor apoyo en la vida. Gracias por haberme enseñado el valor del esfuerzo y la perseverancia, por haberme inculcado los valores éticos y morales que me han guiado en cada paso que he dado, y por creer en mí. También quiero agradecer a mi hermano Bryan por el apoyo brindado en toda esta trayectoria que nunca faltó sus palabras de aliento. A mi pequeño sobrino Endrick desde el momento que le tuve en mis brazos fue mi inspiración, para poder superarme profesionalmente y personalmente. Agradezco a mi familia, por su amor incondicional y apoyo constante durante todos estos años. Su paciencia y comprensión han sido fundamentales para que pueda completar este trabajo. Sin ustedes, este logro no habría sido posible. También quiero expresar mi gratitud a mis amigos, quienes me han acompañado en este camino y han sido una fuente constante de motivación, por todas las aventuras, las bromas en clase, nunca faltaron risas.

Daisy

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la salud, la fortaleza que me dio durante este proceso, y poder culminarlo. Quiero agradecer a mi director de tesis Ing. Eduardo Salazar y a mi asesor Ing. Miguel Guallpa por su orientación, sabiduría y paciencia durante todo el proceso. Sus valiosos consejos y comentarios han sido esenciales para el éxito de este trabajo. Además, me gustaría expresar mi gratitud al Ing. Manolo Espinoza quien generosamente compartió su tiempo y conocimientos para que este estudio fuera posible. Quiero agradecer a la empresa ARBORIENTE S.A. por abrirme las puertas y darme la oportunidad de realizar esta investigación, a todo el personal de la Finca el “Huino” quienes aportaron en el trabajo en campo.

Daisy

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.	Planteamiento del problema.....	2
1.2.	Justificación.....	2
1.3.	Objetivos.....	2
1.3.1.	<i>Objetivo general</i> .....	2
1.3.2.	<i>Objetivos Específicos</i> .....	2
1.4.	Hipótesis.....	3
1.4.1.	<i>Nula</i> .....	3
1.4.2.	<i>Alternativa</i> .....	3

### CAPÍTULO II

2.	MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.	Plantaciones forestales.....	4
2.2.	Importancia de las plantaciones forestales.....	4
2.3.	Plantaciones de <i>Gmelina arborea</i> en el Ecuador.....	5
2.4.	Descripción de la especie <i>Gmelina arborea</i> .....	5
2.4.1.	<i>Descripción taxonómica Gmelina arborea Roxb.</i> .....	5
2.4.2.	<i>Descripción dendrológica</i> .....	6
2.4.3.	<i>Usos de la madera</i> .....	6
2.4.4.	<i>Requerimiento edafológico de la especie</i> .....	6
2.4.5.	<i>Distribución natural</i> .....	7
2.4.6.	<i>Distribución geográfica en Ecuador</i> .....	7
2.4.7.	<i>Factores que limitan el crecimiento</i> .....	7

2.5.	<b>Inventario forestal</b> .....	7
2.6.	<b>Parcela</b> .....	7
2.6.1.	<i>Parcela circular</i> .....	8
2.6.2.	<i>Parcela rectangular y cuadrada</i> .....	8
2.7.	<b>Censo</b> .....	8
2.8.	<b>Variables que se evalúan en las unidades de muestreos</b> .....	8
2.8.1.	<i>Variables cuantitativas</i> .....	8
2.8.1.1.	<i>Diámetro a la altura del pecho</i> .....	8
2.8.1.2.	<i>Diámetro a la altura del cuello de la plántula</i> .....	9
2.8.1.3.	<i>Altura total</i> .....	9
2.8.2.	<i>Densidad de plantación</i> .....	9
2.8.3.	<i>Índice de espaciamiento relativo</i> .....	10
2.8.4.	<i>Factor de competencia de copa</i> .....	10
2.8.5.	<i>Establecimiento de la plantación</i> .....	10
2.8.5.1.	<i>Preparación del sitio</i> .....	11
2.8.5.2.	<i>Preparación manual</i> .....	11
2.8.5.3.	<i>Preparación mecanizada</i> .....	11
2.8.5.4.	<i>Balizado</i> .....	11
2.8.5.5.	<i>Apertura de hoyos</i> .....	12
2.8.6.	<i>Control de maleza</i> .....	12
2.8.6.1.	<i>Control manual</i> .....	12
2.8.6.2.	<i>Control mecánico</i> .....	12
2.8.6.3.	<i>Control químico</i> .....	12
2.8.7.	<i>Variables cualitativas</i> .....	12
2.8.7.1.	<i>Rectitud del fuste</i> .....	13
2.8.7.2.	<i>Daño mecánico</i> .....	13
2.8.7.3.	<i>Ángulo de inserción de las ramas</i> .....	13
2.8.7.4.	<i>Estado fitosanitario</i> .....	13
2.8.7.5.	<i>Diámetro de copa</i> .....	14
2.8.7.6.	<i>Variable calidad</i> .....	14
2.8.8.	<i>Infostat</i> .....	14
2.8.8.1.	<i>Análisis de varianza (ANOVA)</i> .....	15
2.8.8.2.	<i>Prueba de Shapiro Wilk</i> .....	15
2.8.8.3.	<i>Prueba de Homocedasticidad</i> .....	15
2.8.8.4.	<i>Prueba no paramétrica</i> .....	15

## CAPITULO III

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	16
<b>3.1.</b>	<b>Enfoque de la investigación</b> .....	16
<b>3.2.</b>	<b>Nivel de investigación</b> .....	16
<b>3.3.</b>	<b>Tipo de estudio</b> .....	16
<b>3.4.</b>	<b>Caracterización del lugar</b> .....	16
<b>3.4.1.</b>	<i>Localización</i> .....	16
<b>3.5.</b>	<b>Ubicación geográfica</b> .....	17
<b>3.6.</b>	<b>Clasificación ecológica</b> .....	17
<b>3.7.</b>	<b>Materiales y equipos</b> .....	18
<b>3.7.1.</b>	<i>Materiales de campo</i> .....	18
<b>3.7.2.</b>	<i>Materiales de oficina</i> .....	18
<b>3.8.</b>	<b>Metodología</b> .....	18
<b>3.9.</b>	<b>Localización de las unidades de muestreo</b> .....	18
<b>3.10.</b>	<b>Diseño de las unidades de muestreo</b> .....	18
<b>3.11.</b>	<b>Establecimiento de la plantación</b> .....	20
<b>3.11.1.</b>	<i>Identificación del área de estudio</i> .....	20
<b>3.11.2.</b>	<i>Preparación del terreno</i> .....	20
<b>3.11.3.</b>	<i>Balizado</i> .....	20
<b>3.11.4.</b>	<i>Hoyado</i> .....	20
<b>3.11.5.</b>	<i>Plantación</i> .....	20
<b>3.11.6.</b>	<i>Control de maleza</i> .....	21
<b>3.12.</b>	<b>Registro de datos de campo</b> .....	21
<b>3.13.</b>	<b>Toma de datos de las variables cuantitativas y cualitativas</b> .....	21
<b>3.13.1.</b>	<i>Variables cuantitativas</i> .....	21
<b>3.13.1.1.</b>	<i>Diámetro a la altura del cuello de la plántula</i> .....	21
<b>3.13.1.2.</b>	<i>Altura</i> .....	21
<b>3.13.1.3.</b>	<i>Diámetro a la altura del pecho</i> .....	21
<b>3.14.</b>	<b>Evaluación de la calidad de las plantaciones</b> .....	22
<b>3.14.1.</b>	<i>Variables cualitativas</i> .....	22
<b>3.14.1.1.</b>	<i>Rectitud del fuste</i> .....	22
<b>3.14.1.2.</b>	<i>Daño mecánico</i> .....	22
<b>3.14.1.3.</b>	<i>Estado fitosanitario</i> .....	23
<b>3.14.1.4.</b>	<i>Ángulo de inserción de ramas</i> .....	23
<b>3.14.1.5.</b>	<i>Variable calidad</i> .....	23

3.14.1.6.	<i>Diámetro de copa</i> .....	24
3.15.	<b>Prueba estadística</b> .....	24
3.15.1.	<i>Shapiro Wilk</i> .....	24
3.15.2.	<i>Homocedasticidad</i> .....	25
3.15.3.	<i>ANOVA</i> .....	25
3.15.4.	<i>Prueba de Tukey</i> .....	25
3.15.5.	<i>Prueba no paramétrica</i> .....	25

#### CAPITULO IV

4.	<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	26
4.1.	<b>Variables cuantitativas crecimiento inicial</b> .....	26
4.1.1.	<i>Diámetro a la altura del cuello (DAC) de la plántula a los 120 días</i> .....	26
4.1.2.	<i>Altura total a los 120 días</i> .....	26
4.1.3.	<i>Altura total a los 240 días</i> .....	27
4.1.4.	<i>Diámetro a la altura del pecho a los 240 días</i> .....	28
4.1.5.	<i>Diámetro de copa</i> .....	28
4.2.	<b>Variables cuantitativas</b> .....	29
4.2.1.	<i>Prueba de normalidad para el DAC de la plántula</i> .....	29
4.2.2.	<i>Prueba de normalidad para DAP</i> .....	29
4.2.3.	<i>Prueba de homocedasticidad DAC de la plántula</i> .....	30
4.2.4.	<i>Prueba de homocedasticidad DAP</i> .....	31
4.2.5.	<i>Prueba de homocedasticidad Altura total</i> .....	31
4.2.6.	<b>Variables: DAC, ALTURA a los 30 días</b> .....	32
4.2.6.1.	<i>Análisis de varianza para el DAC a los 30 días</i> .....	32
4.2.6.2.	<i>Prueba de Tukey 5%</i> .....	32
4.2.6.3.	<i>Análisis de varianza para la Altura a los 30 días</i> .....	33
4.2.7.	<b>Variable: DAC, ALTURA a los 60 días</b> .....	33
4.2.7.1.	<i>Análisis de varianza para el DAC a los 60 días</i> .....	33
4.2.7.2.	<i>Prueba de Tukey</i> .....	34
4.2.7.3.	<i>Análisis de varianza para la Altura a los 60 días</i> .....	34
4.2.7.4.	<i>Prueba de Tukey</i> .....	35
4.2.8.	<b>Variable: DAC, ALTURA a los 90 días</b> .....	35
4.2.8.1.	<i>Análisis de varianza para el DAC a los 90 días</i> .....	35
4.2.8.2.	<i>Prueba de Tukey</i> .....	36
4.2.8.3.	<i>Análisis de varianza para Altura a los 90 días</i> .....	36

4.2.8.4.	<i>Prueba de Tukey</i> .....	37
4.2.9.	<b>Variable: DAC, DAP, ALTURA a los 120 días</b> .....	37
4.2.9.1.	<i>Análisis de varianza para el DAC a los 120 días</i> .....	37
4.2.9.2.	<i>Prueba de Tukey</i> .....	38
4.2.9.3.	<i>Análisis de varianza para la Altura a los 120 días</i> .....	38
4.2.9.4.	<i>Prueba de Tukey</i> .....	39
4.2.9.5.	<i>Análisis de varianza para el DAP a los 120 días</i> .....	39
4.2.10.	<b>Variable: Altura, DAP a los 150 días</b> .....	40
4.2.10.1.	<i>Análisis de varianza para la Altura a los 150 días</i> .....	40
4.2.10.2.	<i>Análisis de varianza para el DAP a los 150 días</i> .....	40
4.2.11.	<b>Variable: Altura, DAP a los 180 días</b> .....	41
4.2.11.1.	<i>Análisis de varianza para la Altura a los 180 días</i> .....	41
4.2.11.2.	<i>Análisis de varianza para el DAP a los 180 días</i> .....	41
4.2.12.	<b>Variable: ALTURA, DAP a los 210 días</b> .....	42
4.2.12.1.	<i>Análisis de varianza para la Altura a los 210 días</i> .....	42
4.2.12.2.	<i>Análisis de varianza para el DAP a los 210 días</i> .....	42
4.2.13.	<b>Variable: ALTURA, DAP a los 240 días</b> .....	43
4.2.13.1.	<i>Análisis de varianza para la Altura a los 240 días</i> .....	43
4.2.13.2.	<i>Análisis de varianza para el DAP a los 240 días</i> .....	43
4.2.14.	<b>Variable: Diámetro de copa a los 120 días</b> .....	44
4.2.14.1.	<i>Prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 120 días</i> .....	44
4.2.14.2.	<i>Prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 180 días</i> .....	44
4.2.14.3.	<i>Prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 240 días</i> .....	45
4.3.	<b>Variables cualitativas</b> .....	46
4.4.	<b>Variable calidad</b> .....	47
4.5.	<b>Discusión</b> .....	47

## CAPÍTULO V

5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	50
5.1.	<b>Conclusiones</b> .....	50
5.2.	<b>Recomendaciones</b> .....	51

## BIBLIOGRAFÍA

## ANEXOS

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b>	Descripción taxonómica .....	5
<b>Tabla 1-3:</b>	Niveles de interpretación de rectitud del fuste .....	22
<b>Tabla 2-3:</b>	Niveles de interpretación de daño mecánico .....	23
<b>Tabla 3-3:</b>	Niveles de interpretación del estado fitosanitario.....	23
<b>Tabla 4-3:</b>	Niveles de interpretación de ángulo de inserción de ramas.....	23
<b>Tabla 5-3:</b>	Niveles de interpretación de la variable calidad.....	24
<b>Tabla 1-4:</b>	Prueba de normalidad-Shapiro Wilks DAC .....	29
<b>Tabla 2-4:</b>	Prueba de normalidad- Shapiro Wilk DAP .....	30
<b>Tabla 3-4:</b>	Prueba de normalidad-Shapiro Wilk Altura total .....	30
<b>Tabla 4-4:</b>	Prueba de homocedasticidad DAC .....	31
<b>Tabla 5-4:</b>	Prueba de homocedasticidad DAP .....	31
<b>Tabla 6-4:</b>	Prueba de homocedasticidad Altura total .....	32
<b>Tabla 7-4:</b>	Análisis de varianza para el DAC a los 30 días.....	32
<b>Tabla 8-4:</b>	Prueba de Tukey para el DAC a los 30 días .....	33
<b>Tabla 9-4:</b>	Análisis de varianza Altura a los 30 días.....	33
<b>Tabla 10-4:</b>	Análisis de varianza para el DAC a los 60 días.....	34
<b>Tabla 11-4:</b>	Prueba de Tukey para el DAC a los 60 días .....	34
<b>Tabla 12-4:</b>	Análisis de varianza de Altura a los 60 días .....	35
<b>Tabla 13-4:</b>	Prueba de Tukey Altura a los 60 días .....	35
<b>Tabla 14-4:</b>	Análisis de varianza para el DAC a los 90 días.....	36
<b>Tabla 15-4:</b>	Prueba de tukey DAC a los 90 días .....	36
<b>Tabla 16-4:</b>	Análisis de varianza para la Altura a los 90 días .....	37
<b>Tabla 17-4:</b>	Prueba de Tukey para la Altura a los 90 días .....	37
<b>Tabla 18-4:</b>	Análisis de varianza para el DAC a los 120 días.....	38
<b>Tabla 19-4:</b>	Prueba de Tukey a los 120 días .....	38
<b>Tabla 20-4:</b>	Análisis de varianza para la Altura a los 120 días .....	39
<b>Tabla 21-4:</b>	Prueba de Tukey para la Altura a los 120 días .....	39
<b>Tabla 22-4:</b>	Análisis de varianza para el DAP a los 120 días .....	40
<b>Tabla 23-4:</b>	Análisis de varianza para la Altura a los 150 días .....	40
<b>Tabla 24-4:</b>	Análisis de varianza para el DAP a los 150 días .....	41
<b>Tabla 25-4:</b>	Análisis de varianza para la Altura a los 180 días.....	41
<b>Tabla 26-4:</b>	Análisis de varianza para el DAP a los 180 días .....	42
<b>Tabla 27-4:</b>	Análisis de varianza para la Altura a los 210 días .....	42

<b>Tabla 28-4:</b>	Análisis de varianza para el DAP a los 210 días .....	43
<b>Tabla 29-4:</b>	Análisis de varianza para la Altura a los 240 días .....	43
<b>Tabla 30-4:</b>	Análisis de varianza para el DAP a los 240 días .....	44
<b>Tabla 31-4:</b>	Prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 120 días .....	44
<b>Tabla 32-4:</b>	Prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 180 días .....	45
<b>Tabla 33-4:</b>	Prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 240 días .....	45
<b>Tabla 34-4:</b>	Resumen de las variables cuantitativas .....	45
<b>Tabla 35-4:</b>	Porcentaje de las variables cualitativas .....	47
<b>Tabla 36-4:</b>	Porcentaje variable calidad en la plantación.....	47

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1-3:</b>	Localización Geográfica de la investigación.....	17
<b>Ilustración 2-3:</b>	Diseño de la investigación.....	19
<b>Ilustración 1-4:</b>	Diámetro a la altura del cuello (DAC) .....	26
<b>Ilustración 2-4:</b>	Altura total 120 días .....	27
<b>Ilustración 3-4:</b>	Altura total 240 días .....	27
<b>Ilustración 4-4:</b>	Diámetro a la altura del pecho (DAP).....	28
<b>Ilustración 5-4:</b>	Diámetro de copa .....	29

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** REGISTRO DE TOMA DE DATOS EN CAMPO

**ANEXO B:** PROMEDIOS DE LOS VALORES TOMADO EN CAMPO DE LAS  
VARIABLES CUANTITATIVAS

**ANEXO C:** RESUMEN DE LAS VARIABLES CUALITATIVAS

**ANEXO D:** RECONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES  
CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS EN CAMPO EN LAS  
PLANTACIONES DE LA EMPRESA ARBORIENTE S.A.

## RESUMEN

El objetivo de la investigación fue evaluar tres densidades de plantación en el crecimiento dasométrico de *Gmelina arborea*, en el cantón Loreto, provincia de Orellana, en las plantaciones de la empresa ARBORIENTE S.A. Se utilizó una metodología a través de un formulario para la medición y estimación de las variables cuantitativas y cualitativas, con un diseño completamente al azar con tres tratamientos, cada tratamiento cuenta con tres repeticiones, con un total de 90 plantas evaluadas por cada tratamiento, la medición se realizó a los 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 y 240 días después de la plantación, se instaló la plantación con las densidades de 3,4x3,4 m, 3x3 m y 2x2 m, las variables evaluadas fueron, diámetro a la altura del cuello de la plántula, diámetro a la altura del pecho, altura total, diámetro de copa, ángulo de inserción de rama, rectitud de fuste, estado fitosanitario, daño mecánico, los datos obtenidos en campo fueron sometidos a diferentes métodos estadísticos mediante el software Infostat. El valor más alto del diámetro a la altura del cuello de la plántulas fue de 3,81 cm, el diámetro a la altura del pecho con un valor de 6,14 cm y el diámetro de copa con su valor más alto de 3,59 m que corresponden al Tratamiento 1 y la altura total obtuvo su mayor valor de 4,60 m correspondiente al Tratamiento 2, la variable calidad presentó que la plantación de *Gmelina arborea* fue denominada en excelentes condiciones para el Tratamiento 1 y aceptable para los Tratamiento 1 y 2. Se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna ya que las variables cuantitativas presentaron diferencias significativas, por lo que se recomienda el monitoreo posterior del estudio cada seis meses.

**Palabras clave:** <CRECIMIENTO INICIAL>, <MELINA (*Gmelina arborea*)>, <VARIABLE CALIDAD>, <SILVICULTURA>, <DASOMETRÍA>, <ANÁLISIS DE VARIANZA (ANOVA)>, <DENSIDAD DE PLANTACIÓN>.



0984-UPT-DBRA-2023

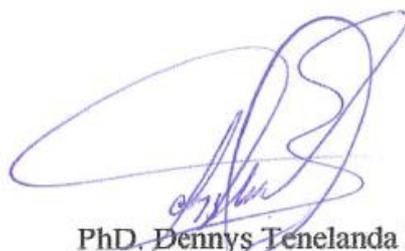
Ing. Cristian ...

## ABSTRACT

This research aimed to evaluate three planting densities in the dasometric growth of *Gmelina arborea*, in Loreto City, Orellana province, in the plantations of the company ARBORIENTE S.A. A methodology was used through a form for the measurement and estimation of the quantitative and qualitative variables, with a completely randomized design with three treatments. Each treatment has three repetitions, with 90 plants evaluated for each treatment. The measurement was carried out at 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210, and 240 days after planting. The plantation was installed with densities of 3.4x3.4 m, 3x3 m, and 2x2 m. The variables evaluated were diameter at the height of the neck of the seedling, diameter at breast height, total height, crown diameter, branch insertion angle, stem straightness, phytosanitary status, and mechanical damage. The data obtained in the field were subjected to different statistical methods. using Infostat software. The highest value of the diameter at the neck of the seedlings was 3.81 cm, the diameter at breast height with a weight of 6.14 cm, and the crown diameter with its highest value of 3.59. m corresponding to Treatment 1, and the total height obtained its highest value of 4.60 m related to Treatment 2. The quality variable presented that the *Gmelina arborea* plantation was in excellent condition for Treatment 1 and acceptable for Treatment 1 and 2. The null hypothesis is rejected, and the alternate hypothesis is accepted since the quantitative variables presented significant differences, so subsequent monitoring of the study every six months is recommended.

**Keywords:** <INITIAL GROWTH>, <MELINA (*Gmelina arborea*)>, <QUALITY VARIABLE>, <FORESTRY>, <DASOMETRY>, <ANALYSIS OF VARIANCE (ANOVA)>, <PLANTATION DENSITY>.

Riobamba, June 6<sup>th</sup>, 2023



Ph.D. Dennys Tenelanda López  
ID number: 0603342189

## INTRODUCCIÓN

Aproximadamente 3 millones de hectáreas son utilizadas para el uso potencial forestal, para fines de producción o protección, las plantaciones forestales en el Ecuador posee ventajas comparativas como la ubicación geográfica, la diversidad climática, la diversidad de especies maderables, la velocidad de crecimiento de especies forestales, las técnicas o métodos de adaptación de especies con valor comercial que demanda en el mercado nacional e internacional (Ecuador Forestal, 2007, p. 10), esta demanda solo puede satisfacer con un adecuado manejo de plantaciones y bosques.

El manejo forestal requiere de varias técnicas como el manejo silvicultural de plantaciones para lograr el incrementar de la producción forestal, tanto en calidad como en cantidad, una técnica importante para las plantaciones es la densidad tiene como objetivo aumentar la cantidad y calidad de madera, es importante realizar una buena elección de densidad de plantación con el fin de abastecer a Cunuhay et al. (2010, pp. 23-24) la industria maderera ecuatoriana (Ecuador Forestal, 2007, p. 11).

La empresa ARBORIENTE S.A. se dedica al aprovechamiento de madera en pie, a la conservación de bosques (Silva, 2015, p. 22), esta empresa posee un proyecto forestal “El Huino” ubicado en el cantón Loreto, Provincia de Orellana, tienen como patrimonio plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb. con el fin de abastecer con materia prima a la fábrica principal (sede Puyo) ya que su actividad principal es la producción de tableros contrachapados.

*Gmelina arborea* Roxb. es una especie forestal introducida al Ecuador, debido a que el país presenta buenas condiciones edafológicas y climáticas favorables para su desarrollo, se caracteriza por ser una especie de rápido crecimiento, resistente a la sequía, a plagas y enfermedades en comparación de otra especies nativas, en los primeros años se puede observar su rápido incremento diamétrico y altura (Brito, 2016, p. 10), es por ello que esta especie forestal es requerida con fines comerciales, por ser madera de calidad.

La presente investigación se realizó con el propósito de obtener datos dasométricos, analizar el crecimiento inicial *Gmelina arborea*, bajo parámetros de evaluación cuantitativas y cualitativas, para poder identificar cuál de las tres densidades evaluadas en plantación tiene mejores resultados.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del problema

ARBORIENTE S.A. dentro de su proyecto forestal “El Huino” ha establecido una densidad para sus plantaciones sin haber experimentado otras alternativas de densidades, por lo tanto, se ha visto la necesidad de experimentar nuevas densidades de plantación que permita comparar el efecto de las mismas aplicadas en las plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb. con la finalidad de disponer indicadores técnicos que sustenten la planificación de las actividades del manejo de las futuras plantaciones.

#### 1.2. Justificación

Debido a la escasa la información sobre la evaluación de diferentes densidades en *Gmelina arborea* Roxb. en el Ecuador, se ha visto la necesidad de realizar esta investigación que permitirá obtener indicadores técnicos para sustentar la planificación de las plantaciones futuras, con una densidad que permita el crecimiento de la especie en diámetro y altura para obtener madera en cantidad y calidad, esto beneficia a la empresa en su actividad principal que es la producción de tableros contrachapados.

#### 1.3. Objetivos

##### 1.3.1. *Objetivo general*

Evaluar tres densidades de plantación en el crecimiento dasométrico de *Gmelina arborea* Roxb. perteneciente a la empresa ARBORIENTE S.A. Cantón Loreto, Provincia de Orellana.

##### 1.3.2. *Objetivos Específicos*

- Estimar el crecimiento inicial de tres plantaciones de *Gmelina arborea*.
- Evaluar las variables cualitativas en tres plantaciones de la especie forestal en estudio.

## **1.4. Hipótesis**

### ***1.4.1. Nula***

Ninguna las tres densidades en plantación de *Gmelina arborea* Roxb. indica diferencias significativas en su crecimiento inicial.

### ***1.4.2. Alterna***

Al menos una de las tres densidades en plantación de *Gmelina arborea* Roxb. indica diferencias significativas en su crecimiento inicial.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Plantaciones forestales

Según Rojas (2001, p. 260) las plantaciones forestales, es el cultivo de árboles forestales destinados a obtener productos de más alta calidad y beneficios forestales al menor costo y tiempo posible. También se necesita una planificación hábil para asegurar la producción de modo que se pueda lograr la máxima eficacia a bajo costo y de manera sostenible. Autores como Carrere (2013, p. 1) mencionan que plantar árboles es algo muy bueno, pero también es algo muy malo. Todo depende del propósito para el que los esté plantando, el tamaño y la ubicación de la plantación, y el costo o beneficio para la población local.

Las grandes plantaciones de especies de crecimiento rápido también tienen el impacto negativo desde el punto de vista social y ecológico. El impacto de este tipo de plantaciones ha llevado a luchas de resistencia generalizadas contra ellas. Además, menciona Barragán (2015, p. 7) que los bosques como las plantaciones poseen bienes y servicios que provoca la desaceleración de la deforestación, indica que si aumenta en el precio de la madera en pie conduce una disminución en la demanda de la madera en rollo. Al mismo tiempo, aumentarán los incentivos financieros para el manejo de bosques naturales y seminaturales, lo que podría brindar incentivos para aumentar la inversión en plantaciones forestales, aumentando así la cubierta vegetal nacional y aumentando el valor agregado de los bosques.

Las plantaciones forestales en el Ecuador poseen varias ventajas como: la ubicación geográfica, la Cordillera de los Andes, debido a la influencia de las corrientes oceánicas nuestro país cuenta con una extensa variedad de zonas climáticas, existe algunas áreas que tienen 12 horas de luz al día durante todo el año, lo que resulta en altas tasas de crecimiento de las especies forestales tanto como nativas o introducidas que son requeridas en nuestros mercados nacionales (Barragán, 2015, p. 8).

#### 2.2. Importancia de las plantaciones forestales

Las plantaciones forestales se enfocan en la producción de madera industrial, madera combustible y productos forestales no maderables (alimentación para los animales, aceites esenciales, corteza, corcho, látex, etc.), pero las plantaciones de protección se enfocan en la captura de carbono,

control de la calidad de agua, recuperación de áreas degradadas, existen casos que se requiere de estas plantaciones cuando se desea rehabilitar zonas despojadas de malezas (Lozano y Puglla, 2021, p. 23).

Además, Shelton et al. (2001, pp. 157-162) indica que la importancia de las plantaciones se establece a través de varios principios, uno de los principios mencionados por el autor dice: “Debe reconocerse, mejorarse y promoverse el papel de los bosques cultivados como fuentes sostenibles y ecológicamente racionales de energía renovable y materias primas industriales”.

### 2.3. Plantaciones de *Gmelina arborea* en el Ecuador

La especie forestal *Gmelina arborea* Roxb. a pesar de ser exótica ha jugado un papel muy importante en el Ecuador por presentar varias cualidades como su versatilidad, resistencia, adaptación su rápido crecimiento y su producción a corto y mediano plazo, cabe mencionar que posee una excelente capacidad de rebrote que ninguna especie presenta esa característica, uno de los factores más importante en estas plantaciones es el manejo silvicultural( podas, chiapas, fertilización, raleos), ya que garantiza madera en cantidad y en calidad, pero hay que tomar en cuenta otros aspectos como la ubicación geográfica, el tipo de suelo, el clima y por su puesto el material genético (Pozo, 2016, pp. 11- 80).

### 2.4. Descripción de la especie *Gmelina arborea*

#### 2.4.1. Descripción taxonómica *Gmelina arborea* Roxb.

**Tabla 1-2:** Descripción taxonómica

<b>Clase:</b> Equisetopsida
<b>Subclase:</b> Magnoliidae
<b>Orden:</b> Lamiales
<b>Familia:</b> Lamiaceae
<b>Género:</b> <i>Gmelina</i>
<b>Especie:</b> <i>arborea</i>

**Fuente:** Tropicos, 2020.

#### **2.4.2. Descripción dendrológica**

Es una especie de rápido crecimiento, que se adapta a bosques húmedos, la capacidad de rebrote es rápida y vigorosa. Es caducifolia en zonas secas, puede media hasta 30 m de altura y 80 cm de diámetro se caracterizan por tener un fuste recto y limpio.

Posee una raíz con un sistema radical profundo, su corteza es lisa de color marrón pálida a grisácea, hojas grandes simples, opuestas, dentadas, más o menos acorazonadas, el haz verde y su envés verde pálido nerviación reticulada, sus flores de color amarillo- anaranjadas en racimos, inicia su época de floración y fructificación a los 6-8 años, su fruto carnoso tipo drupa en forma ovoide u oblonga, carnoso, succulento.

Las semillas forman parte del endocarpo del fruto son de forma elipsoidal de color café lisa, opaca, membranosa (Rojas et al., 2004, pp. 128- 130).

#### **2.4.3. Usos de la madera**

Los productos forestales se obtienen a través de plantaciones forestales con fines industriales, la madera en rollo industrial está destinada a una variedad de usos tales como: tableros contrachapados, MDF, astillas, papel (Ecuador Forestal, 2007, p. 26). Existe un desconocimiento en cuanto al uso de la madera de melina es por ello que el autor Pozo (2016, p. 33), menciona sus principales usos como: elaboración de chapas, tableros Contrachapados, aglomerados, vigas, construcción de barcos, cubiertas, piezas para muebles, paneles, armarios, muebles de cocina, puertas, pisos livianos, molduras, instrumentos musicales, pallets, leña, carbón, papel, es de fácil trabajabilidad, se menciona que por ser una madera de calidad a un futuro puede remplazar a varias especies nativas, convirtiéndose en pionera por su calidad de madera. Sus subproductos la raíz, las hojas, la corteza, sus frutos son utilizados como alimento para la ganadería, medicina ancestral, cosméticos, entre otros.

#### **2.4.4. Requerimiento edafológico de la especie**

Las necesidades *Gmelina arborea* para un buen crecimiento, requieren de mayor disponibilidad de agua y nutrientes como calcio, magnesio, es importante que esta especie forestal se encuentre en un sitio adecuado donde se pueda desarrollar totalmente es por ello que se recomienda plantar (Rojas et al., 2004, p. 131).en suelos con texturas franca y franca arcillosa, preferible zonas sin

pedregosidad, húmedos, bien drenados, fértiles sin obstáculos para su desarrollo radical, su pH óptimo tiene un intervalo de 5-6 (Pozo, 2016, p. 28).

#### **2.4.5. Distribución natural**

La especie forestal melina es originaria de Asia, pero se ha introducido en varios países como Ecuador que ha tenido una excelente acogida, por su rápido crecimiento, la adaptabilidad y su resistencia, se cultiva en zonas de vida de bosques húmedos- muy húmedos de la región tropical de bosque húmedo montado bajo de la región subtropical (Pozo, 2016, p. 23).

#### **2.4.6. Distribución geográfica en Ecuador**

En el Ecuador, *Gmelina arborea* se ha convertido en una especie importante para plantaciones forestales con interés comercial por su crecimiento y los diversos usos que se le da, esta especie se distribuye en zonas tropicales del país, en la Provincias de Pichincha, Los Ríos, Guayas, Santo Domingo, Esmeraldas, el Oro y varias provincias amazónicas en donde posee la mayor cantidad de superficies plantadas con esta especie (Pozo, 2016, pp. 23-24).

#### **2.4.7. Factores que limitan el crecimiento**

Existe varios factores que impiden el crecimiento inicial de *Gmelina arborea* según Vinueza (2012, p. 3) menciona es afectado por los suelos superficiales, con capas endurecidas y pedregosas, es muy susceptible a las arenas secas, si la plantación se encuentra en sitio erosionado o muy compactados la madera presenta características negativas como fustes torcidos, con poca altura y muy ramificados.

### **2.5. Inventario forestal**

Ayuda a proporcionar la información cualitativa y cuantitativa de una plantación que permita calcular el patrimonio forestal, se enfoca en diferentes aspectos como: el número de especies, dimensiones, estimaciones de volumen y contenidos de carbono (MAATE, 2009, párr. 5).

### **2.6. Parcela**

Se considera como la unidad de muestreo, que es utilizada en algunos trabajos de inventarios forestales en bosques que utilizan parcelas circulares, rectangulares, se recomienda utilizar

parcelas grandes para bosques viejos, a diferencia de bosques jóvenes se utiliza parcelas de tamaño pequeño, cabe mencionar que el tamaño de las parcelas se elige por la representatividad y el tiempo que se va medir (Vidal, 2017, pp. 8-9).

### ***2.6.1. Parcela circular***

Son utilizadas en las plantaciones forestales con buena visibilidad, posee un único punto de control que es el centro de la parcela (Gonzales, 2022, p. 13), su establecimiento es muy sencillo ya que requiere de fijar un punto y observar cuantos árboles permanecen dentro del círculo (Vidal, 2017, p. 8), es recomendable establecer parcelas largas y angostas para cubrir en su totalidad el área del terreno.

### ***2.6.2. Parcela rectangular y cuadrada***

Las parcelas son utilizadas en bosques de poca visibilidad, son delimitadas con igual dimensión en largo y ancho el perímetro (Vidal, 2017, p. 8), es importante recalcar que no exceda la dimensión de 4 ha, al instarla esta parcela se obtiene menores costos, menor superficie de amortiguamiento, al medir los árboles sus errores serán menores, para la implementación de estas parcelas se necesita una cinta métrica y una brújula (Gonzales, 2022, p. 14).

## **2.7. Censo**

El censo forestal es un proceso que se lleva a cabo para obtener información actualizada del recurso forestal, la biodiversidad, el objetivo principal es obtener información detallada sobre la estructura, la composición y el estado de los árboles, así como las presiones y amenazas que enfrentan (Ministerio del Ambiente del Ecuador , 2017, p. 14).

## **2.8. Variables que se evalúan en las unidades de muestreos**

### ***2.8.1. Variables cuantitativas***

#### ***2.8.1.1. Diámetro a la altura del pecho***

El DAP, se conoce como diámetro a la altura del pecho, en la biometría forestal se acordado que se mida a 1,30 m desde el nivel del suelo, ya que es una altura promedio en la que se encuentra el pecho de una persona, esta variable es utilizada para el cálculo del volumen de la madera (Aguilar,

2018, pp. 5-6), se utiliza varios instrumentos de medición como: la cinta métrica, la forcípula, cinta diamétrica, en caso de utilizar la cinta métrica el resultado se debe dividir para  $\pi$  (3,1416) (Barragán, 2015, p. 4).

#### *2.8.1.2. Diámetro a la altura del cuello de la plántula*

Según Ordoñez (2018, p. 22) el diámetro a la altura del cuello de la plántula DAC, es una medida del diámetro o circunferencia de una plántula, que mida menos de 1,30 metros de altura, esta medición se realiza a los 10 cm de la base del suelo.

#### *2.8.1.3. Altura total*

Es una variable que se puede medir directamente con varas graduadas o un instrumento como el hipsómetro, dendrómetro o equipos laser (Barragán, 2015, p. 14). Se estima su medición hasta donde el árbol presente alguna bifurcación, copa quebrada o algún defecto. Existe tipos de altura como la altura total que se refiere la medición desde la base del suelo hasta el ápice del árbol, la altura comercial se estima desde la base del suelo hasta las primeras ramas de la copa del árbol o hasta donde considere aprovechable la empresa (Ordoñez, 2018, p. 22).

### **2.8.2. Densidad de plantación**

Es una variable sencilla y objetiva (Hernández et al., 2013, pp. 63-64) que mayor impacto tendrá en el crecimiento de un bosque o plantación, pero no solo se enfoca en el aumento o en la disminución de la producción sino que también tiene un impacto significativo en la rentabilidad de la industria que implemento dicha plantación, es importante hacer una buena elección de densidad según la especie ya que es uno de los factores más importante en la productividad de la zona, y de su rendimiento (Guerra et al., 2014, pp. 23-24).

El silvicultor posee un indicador confiable (Hernández et al., 2013, pp. 63-64) el cual puede manipular, para lograr un manejo de plantaciones forestales eficiente aumentado y mejorando la cantidad y calidad de la madera que va ser aprovechada, existen varias variables que pueden afectar una plantación como: volumen, tamaño de la copa, diámetro, plagas, enfermedades. Desde una perspectiva económica esta variable determina en función de costos y del objetivo de la plantación, es decir si se requiere fustes rectos se debe considerar una mayor densidad, en cambio fustes con copas amplias se utilizará densidades menores (Cunuhay et al., 2010, pp. 23-24).

Moya y Arce (2003, pp. 16-17) indican en su investigación que el espaciamiento afecta en el tamaño de los nudos, la rectitud del fuste, en las plantaciones forestales se puede encontrar diferentes distancias de 6m x 2m, 5m x 5m, 2,4m x 2,4m, 3m x 3m las densidades utilizadas van a depender de la especie y del objetivo de la plantación.

*Gmelina arborea* por lo general utiliza una densidad de 3m x 3m un total de 1111 árboles por hectárea, pero se toma en cuenta varios factores que influyen como: topografía del terreno, la profundidad del suelo, la pendiente, la precipitación, luminosidad, existen varios métodos de plantaciones que se utiliza como: en rectángulo, tres bolillos, en los vértices de los cuadrados y de los rectángulos e hileras, con estos métodos se puede llevar un control más fácil de las pérdidas de las plántulas, los tratamientos silviculturales como los raleos y las podas se pueden realizar sistemáticamente y ordenada (Pozo, 2016, p. 60).

### **2.8.3. Índice de espaciamiento relativo**

Es un indicador que se utiliza para el control intensivo de densidad en el manejo de plantaciones, se puede calcular a partir del número de pies por hectáreas y la altura, pero si se aumenta la cantidad de individuos con una altura promedio se incrementara la densidad del rodal y por ende se disminuye el índice de espaciamiento, cabe recalcar que este indicador lo utilizan en la construcción de diagramas de manejo de densidades teniendo en cuenta la especie forestal (Barragán, 2015, p. 19).

### **2.8.4. Factor de competencia de copa**

La densidad juega un papel muy importante para el factor de competencia de copa porque se puede proyectar cual es el área que va ocupar un árbol, se le considera un método fácil que ayuda a establecer el espacio máximo que requiera el árbol para su crecimiento y determinar la cantidad mínima de árboles en un área sin competencia de copas (Barragán, 2015, p. 19).

### **2.8.5. Establecimiento de la plantación**

Para el establecimiento de una plantación, es necesario considerar ciertas actividades que ayuden a mejorar el sitio y aprovechar los recursos disponibles que favorecen al crecimiento inicial de las plántulas.

#### *2.8.5.1. Preparación del sitio*

Se refiere a las operaciones elaboradas para obtener un terreno limpio donde las plántulas puedan adaptarse correctamente y no sea afectado su crecimiento, las raíces se puedan extender y desarrollar con facilidad, una mayor retención de agua permitiendo un mejor sostén de la planta y aprovechando los nutrientes que posee el suelo (García et al., 2001, p. 12), además se puede obtener un mejor control de las malezas, estas operaciones pueden ser manual o mecanizado, va a depender del estado en que se encuentra el mismo, de la especie a plantar y de su topografía (Valera y Garay, 2017, p. 4). Es recomendable que esta actividad se realizase en periodos secos o baja humedad del suelo, para evitar procesos como compactación y remoción excesiva (García et al., 2001, p. 12).

#### *2.8.5.2. Preparación manual*

Se utiliza la mano de obra y herramientas, equipos, implementos que sean adecuados para las condiciones del suelo como: la textura, estructura, la topografía, la humedad o la sequía del terreno, para la preparación del terreno se requiere de machetes, azadones, rastrillos, picas, palas, barretones, carretillas (Ojeda et al., 1985, pp. 17-22).

#### *2.8.5.3. Preparación mecanizada*

Se realiza la preparación del suelo con maquinaria pesada como: tractor oruga, tractor agrícola a los terrenos que tiene fácil acceso, existe varios limitantes que afectan a esta actividad como: la pendiente, obstáculos del terreno y la vegetación. Es recomendable realizar este proceso antes del periodo de lluvias ya que la remoción del suelo sería mínimo (García et al., 2001, pp. 12-13).

#### *2.8.5.4. Balizado*

Son actividades relacionadas a la plantación manual (Valera y Garay, 2017, p. 5), que tiene como objetivo marcar los puntos de referencia para poder plantar, se utiliza estaquilla de madera o de caña guadua de 50 a 70 cm de longitud de 2 a 3 cm de ancho, además sirven para identificar las plántulas que requieran de mantenimiento (Pozo, 2016, p. 60).

#### *2.8.5.5. Apertura de hoyos*

Se puede realizar esta actividad por medio manual (pico, machete, pala) o mecánico (perforadora, retroexcavadora, compresor), el tamaño del hoyo va depender al tipo de especie que se va plantar o sembrar, con el propósito de que tenga una facilidad en la penetración de las raíces y una buena retención de humedad.

#### **2.8.6. Control de maleza**

El control de maleza puede realizarse de diferentes formas, manual, mecánica o química.

##### *2.8.6.1. Control manual*

Se realiza la limpieza o el coronamiento con la finalidad de obtener un mayor crecimiento inicial, ya que la plántula podrá protegerse de plagas o enfermedades, se retirará cualquier tipo de vegetación que exista a un radio de 1m o 0,50 m alrededor de la planta, para evitar competencia de agua, luz y nutrientes (Duarte et al., 2018, p. 69).

##### *2.8.6.2. Control mecánico*

Esta actividad consiste en suprimir las malezas a través de maquinaria pesada como los tractores con rotativas, discos entre hileras o también desmalezadora en las plantaciones, el éxito de esta actividad va depender del ciclo vida de las malezas (Brito y Leguizamón, 2013, pp. 10-11).

##### *2.8.6.3. Control químico*

Es el método más utilizado, se puede realizar con equipos de uso agrícola o bombas de espalda, los productos herbicidas dependerán del tipo de maleza que se va a controlar, recomendable utilizar productos específicos, baja toxicidad y de baja permanencia en el ambiente, los productos químicos más utilizados son: Glifosato, Preemergente, Surfactante, Garlon 4 (García et al., 2001, p. 16).

#### **2.8.7. Variables cualitativas**

Las variables cualitativas requieren constante entrenamiento y estandarización a base de varios criterios (Barragán, 2015 p. 15).

#### 2.8.7.1. *Rectitud del fuste*

Barragán (2015, p. 15) menciona que esta variable se debe calificar según como se observa el árbol, es decir desde su base hacia su copa, girando y revisando todos sus lados. La rectitud puede ser afectada por varios factores durante toda la vida del árbol, como daños en el ápice, clima (viento), incidencia de luz hacia el árbol (Pando et al., 2008, pp. 107-108).

La rectitud del fuste se califica según el estado del árbol, es decir un árbol en pie que sea semejante a un poste de luz, su fuste no tenga torcedura es un árbol de rectitud 1, en cambio si presenta torceduras leves es un árbol de rectitud 2 y por ultimo si presenta torceduras muy notorias que definitivamente no se pueda aprovechar ninguna pieza de madera es un árbol con rectitud 3, en cambio las trozas será calificadas de una forma individual según su estado de rectitud (Barragán, 2015, p. 15).

#### 2.8.7.2. *Daño mecánico*

Esta variable es notoria cuando el fuste presenta daños que pueden ser provocados por prácticas inadecuadas de manejo forestal, actividades humanas, fisuras en el tallo provocando futuras bifurcaciones exponiéndole al árbol a plagas, enfermedades, y así causando la muerte o pérdida del crecimiento de la especie (Barragán, 2015, p. 16).

#### 2.8.7.3. *Ángulo de inserción de las ramas*

Las ramas son consideradas como la estructura de un árbol, por cumplir varias funciones como de soporte y la conductividad hidráulica entre la raíz, el fuste y sus hojas, es importante dos variables como el diámetro y el ángulo de inserción de la rama para poder determinar, la calidad de origen de la semilla, el aprovechamiento y su valor comercial de la madera (Corvalán, 2017, p. 128). El ángulo de inserción en algunos casos es confundido por las torceduras o inclinación de las ramas que sufren durante su crecimiento, es por ello que Barragán (2015, p. 16) indica que si el ángulo de la rama se aproxima a un  $90^\circ$  su nudo será de menor tamaño, por ende, será menor el costo de poda y sus heridas disminuirán en el momento de podar.

#### 2.8.7.4. *Estado fitosanitario*

Es una variable que nos permite conocer el estado que se encuentra el árbol, a simple vista se puede observar el color de su fuste, las hojas si tiene algún marchitamiento o daño, es por ello

que se recomienda calificar cada todos los árboles de la investigación bajo diferentes criterios, cabe recalcar que esta variable es muy importante para poder determinar la calidad del árbol (Barragán, 2015, p. 16).

#### *2.8.7.5. Diámetro de copa*

El tamaño de la copa, va depender de las condiciones competitivas de luz hacia el árbol, se puede medir en dos diferentes direcciones Norte- Sur y Este- Oeste, teniendo en cuenta la proyección de los extremos desde el suelo, se utiliza instrumentos de medición como una cinta métrica de extremo a extremo de la copa del árbol (Wabo, 2020, p. 3).

#### *2.8.7.6. Variable calidad*

La variable calidad es aquella que recopila la información de las variables antes mencionadas con la finalidad de conocer sobre el estado de calidad de cada uno de los árboles y de la calidad de toda la plantación (Barragán, 2015, p. 17), se clasifican en tres tipos de calidad:

- **Calidad 1:** se refiere cuando el fuste o la troza esta recta, se encuentra sana sin presencia de enfermedades, fisuras, pero una sola rama puede descalificar a la troza.
- **Calidad 2:** fuste con leves torceduras, aceptable para aserrío, presencia ramas gruesas, que posee un ángulo de inserción de 60°.
- **Calidad 3:** sus trozas son aprovechable un 50%, por presentar torceduras graves, inclinados con bifurcaciones, sus ramas son demasiadas gruesas con presencia de plagas, posee un ángulo de inserción menor a 45°.
- **Calidad 4:** sus dimensiones son menores a 10 cm, son utilizados para leña, postes (pingos), no es aserrable (Barragán, 2015, p. 17).

#### *2.8.8. Infostat*

Es un software que se utiliza para análisis estadísticos, ofrece una extensa variedad de herramientas para el análisis de datos, que cubre las necesidades elementales para la obtención de estadística descriptiva, inferenciales, análisis multivariado y gráficos, además se puede realizar una variedad de pruebas estadísticas ANOVA, chi-cuadrado, Shapiro Wilks, Homocedasticidad, Tukey (UNC, 2010, p. 1).

#### 2.8.8.1. *Análisis de varianza (ANOVA)*

Es el método más preciso para calcular la variabilidad de un sistema de medición ya que tiene una ventaja de cuantificar la variación debida a las diferentes interacciones, este proceso se basa en las mismas técnicas estadísticas utilizadas para analizar los efectos de varios factores en el diseño experimental. También ayuda a probar la hipótesis nula (las medias son iguales) o la hipótesis alternativa (al menos una de las medias es diferente) (Arbeláez et al., 2007, p. 534).

#### 2.8.8.2. *Prueba de Shapiro Wilk*

Esta prueba se utiliza para contrastar la normalidad, siempre y cuando el tamaño de la muestra sea menor a 50 datos, consiste en ordenar la muestra de menor a mayor valor, a partir de ello obteniendo un nuevo vector muestral, en el cual se puede calcular la media y la varianza muestral (Tapia y Flores, 2021, p. 87).

#### 2.8.8.3. *Prueba de Homocedasticidad*

Esta prueba se refiere cuando se prueba bajo un parámetro tradicional se enfrenta a no rechazar la hipótesis nula de una igualdad de varianzas que no solo significa escasez de evidencia para concluir diferencias estadísticamente significativas entre los parámetros comparados (Flores et al., 2018, p. 5).

#### 2.8.8.4. *Prueba no paramétrica*

Friedman es una prueba no paramétrica se aplica cuando los datos son dependientes, para determinar si existe o no diferencias estadísticamente, se comparan las medianas de los varios grupos obtenidos en el estudio estadístico (Amat, 2016, p. 1).

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación es cuantitativo y cualitativo por las variables dasométricas que se tomó en campo, a partir de ello se buscó la mejor densidad en plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb. para considerar estos resultados en la toma de decisiones de futuras plantaciones.

#### 3.2. Nivel de investigación

La presente investigación tuvo un nivel experimental en el cual se compara el crecimiento inicial de las plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb. de las tres densidades en estudio ya que mejorar la producción de *Gmelina arborea* Roxb. a través de identificar la mejor densidad de plantación de esta especie permitiendo a la empresa potenciar su productividad de esta especie.

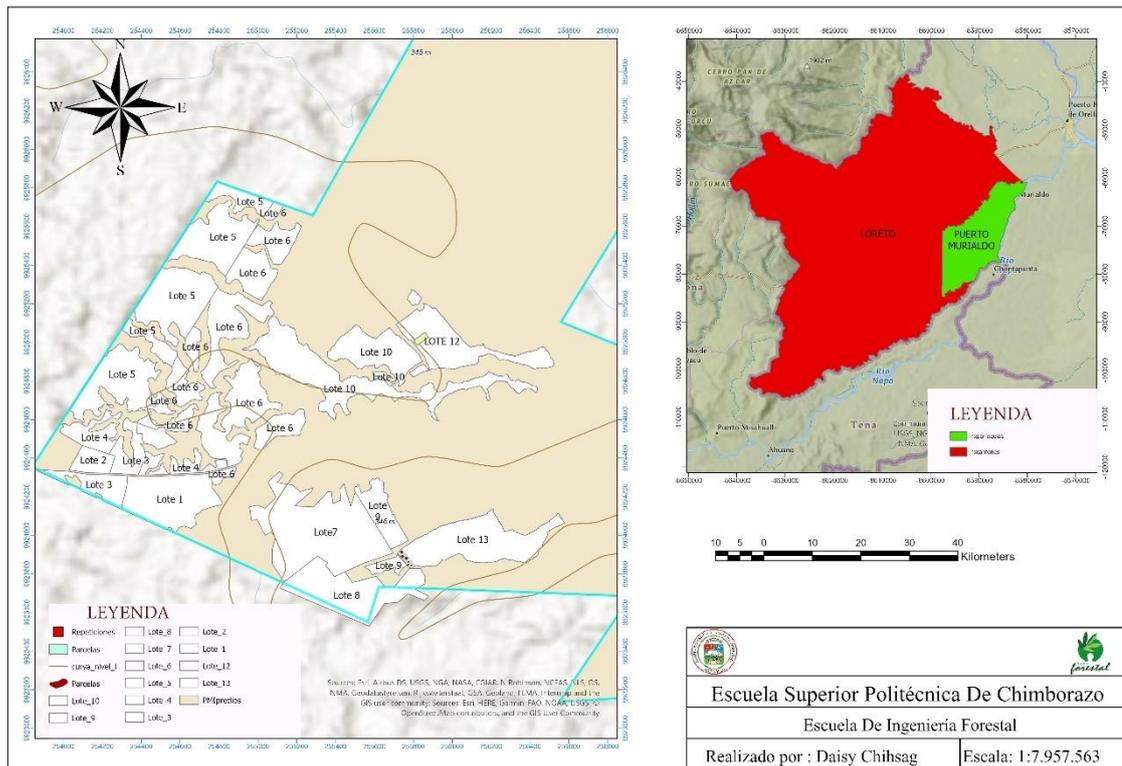
#### 3.3. Tipo de estudio

La investigación tiene un tipo de estudio de trabajo en campo, en donde se recopiló los datos cuantitativos y cualitativos de forma directa con el fin de obtener datos que nos sirvieron para determinar las variables establecidas en el presente trabajo de investigación.

#### 3.4. Caracterización del lugar

##### 3.4.1. Localización

La presente investigación se ejecutó en el patrimonio de la empresa ARBORIENTE S.A. ubicada en la provincia de Orellana, cantón Loreto, parroquia Puerto Murialdo, con una superficie de área boscosa de 1550,71 ha, donde 205 ha son destinadas a las plantaciones de *Gmelina arborea*.



### Ilustración 1-3: Localización Geográfica de la investigación

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

### 3.5. Ubicación geográfica

**UTM: ZONA 18 SUR**

**DATUM: WGS 84**

**Latitud: 0° 69' 8,889" S**

**Longitud: 77° 31' 3,056" O**

**Altitud: 420 msnm**

**Precipitación anual: 3000 a 6000 mm**

**Humedad relativa: 88% (GADPR Puerto Murialdo, 2019, pp. 8-10).**

### 3.6. Clasificación ecológica

El área de la investigación se clasifica en Bosque siempreverde de tierras bajas sector Napo-Curaray (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2012, p. 84).

### **3.7. Materiales y equipos**

#### **3.7.1. Materiales de campo**

Balizas de caña guadua, cuaderno de campo, cinta diamétrica, cámara fotográfica Redmi 9, cinta métrica, forcípula, GPS garmin 10x, machete, mapas del proyecto Forestal “El Huino” de la empresa ARBORIENTE S.A., moto guadaña Stihl FS 280, perforadora Stihl BT 131, pintura roja, retroexcavadora JCB JS 220 LC.

#### **3.7.2. Materiales de oficina**

Computadora Dell core i7, impresora epon L365, software ArcGIS PRO, Google earth pro, Microsoft Excel office 2016, Microsoft Word office 2016, programa estadístico Infostat 2020e.

### **3.8. Metodología**

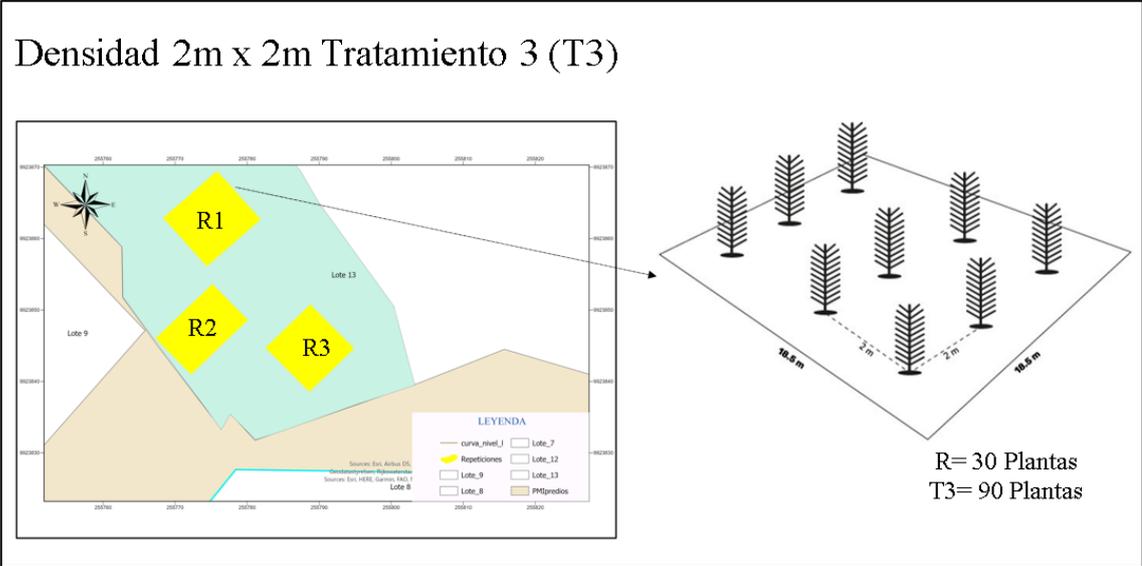
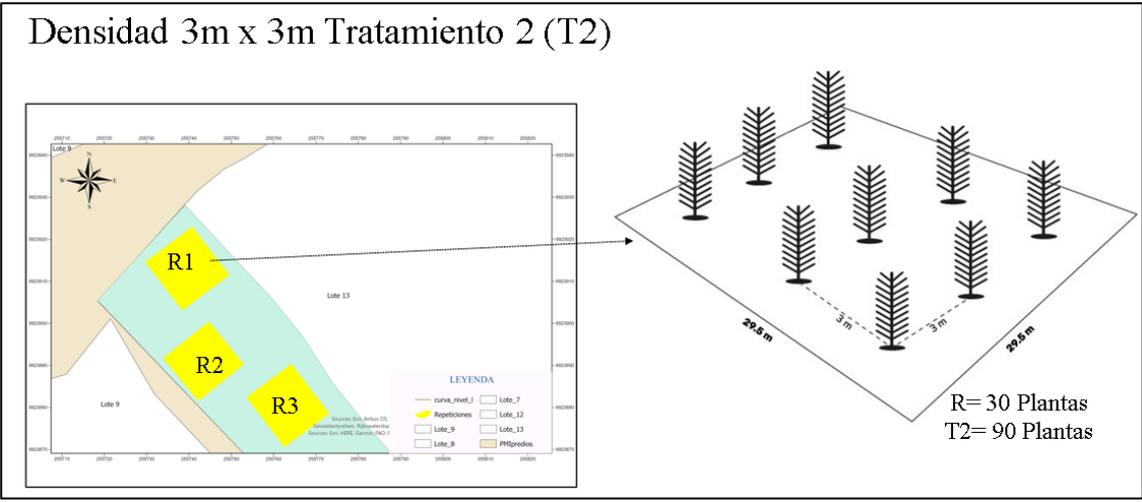
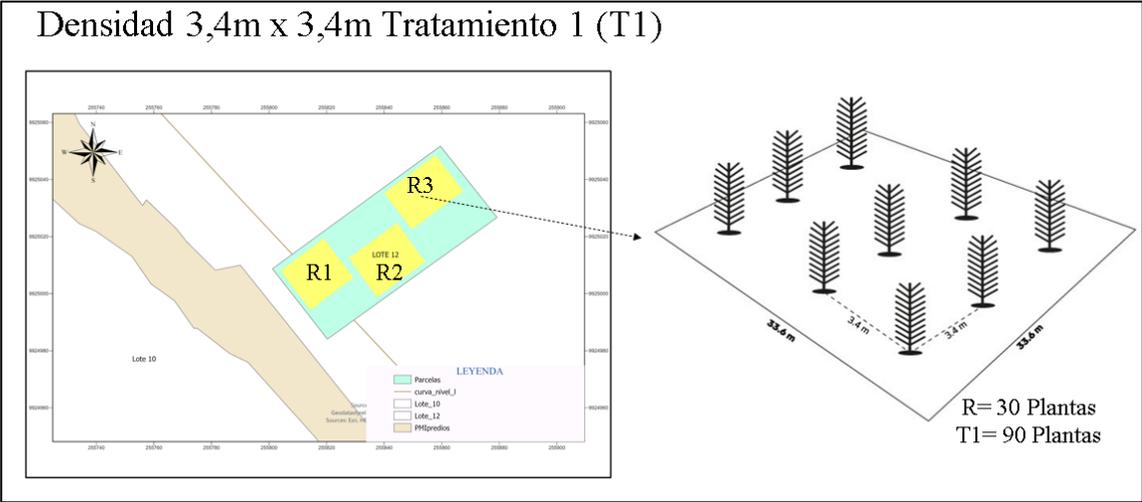
La presente investigación se realizó para obtener datos dasométricos, para valorar el crecimiento inicial *Gmelina arborea* Roxb. bajo algunos parámetros de evaluación cuantitativas y cualitativas, para identificar cuál de las tres densidades evaluadas en las plantaciones posee los mejores resultados.

### **3.9. Localización de las unidades de muestreo**

Se realizó la georreferenciación de los lotes con la utilización de un GPS con el fin de delimitar geográficamente la zona de estudio de cada una de las densidades.

### **3.10. Diseño de las unidades de muestreo**

La ubicación de los lotes y su delimitación del sitio de estudio en donde se establecieron las unidades de muestreo utilizando un diseño completamente al azar (DCA), en el cual consta de tres tratamientos: T1, T2 y T3, cada tratamiento posee tres repeticiones R1, R2 y R3 cada repetición cuenta con un total 30 plántulas, un total de 90 plántulas por cada tratamiento, y 270 plántulas en total evaluadas en la investigación.



**Ilustración 2-3:** Diseño de la investigación

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

### **3.11. Establecimiento de la plantación**

Se inicio las labores del establecimiento de la plantación en el mes de junio en donde se realizó diferentes actividades como: identificación del área de estudio, preparación del terreno, balizado, hoyado, plantación y control de maleza.

#### ***3.11.1. Identificación del área de estudio***

Para la delimitación del área seleccionada de la presente investigación, se realizó una visita y reconocimiento del lugar en el cual se procedió a delimitar con piola las zonas de investigación con el objetivo de que esas áreas no sean intervenidas por los jornales de la empresa.

#### ***3.11.2. Preparación del terreno***

La preparación del terreno se realizó, los días 15 y 16 del mes de mayo, con la finalidad de eliminar toda planta o maleza, la remoción del suelo se utilizó maquinaria pesada la retroexcavadora ya que se tenía un fácil acceso a las tres zonas de investigación.

#### ***3.11.3. Balizado***

Se realizo estaquillas de caña guadua de 60 cm de longitud y 3 cm de ancho las cuales ayudaron para marcar los puntos específicos donde se iba a plantar, considerando las distintas densidades: 3,4 m x 3,4 m(T1), 3 m x 3 m (T2), y 2 m x 2 m(T3).

#### ***3.11.4. Hoyado***

Para el proceso de plantación tomando en cuenta las densidades, se utilizó una la perforadora, con un taladro de 15 cm de radio y 1,2 m de longitud, se realizó los hoyos en los puntos que tenía las estaquillas con una profundidad aproximadamente de 20 a 25 cm.

#### ***3.11.5. Plantación***

Se planto de forma manual las plántulas de *Gmelina arborea* utilizando el método de hileras, a finales del mes de mayo, fueron trasladadas a las zonas de plantación en bandejas con tubetes de 20 cm, cada bandeja tenía 40 plántulas, su altura promedio fue de 25 a 40 cm antes de la plantación.

### **3.11.6. Control de maleza**

Se realizó el control de maleza a los dos meses después de la plantación, utilizando el método manual con machete, con un coronamiento de 1 metro de diámetro, a los 4 meses y a los 6 meses se hizo el control de maleza con el método mecánico utilizando la moto guadaña, estos dos métodos se utilizaron para las tres densidades.

### **3.12. Registro de datos de campo**

Se realizó el registro de la información mediante un formulario diseñado modificado por Murillo y Camacho (1997, pp. 193-197) para la evaluación de las variables cuantitativas y cualitativas de cada una de las plantas, además se utilizó pintura roja para marcar el DAC y el DAP de cada plántula, para no tener pérdida de datos (ANEXO A).

### **3.13. Toma de datos de las variables cuantitativas y cualitativas**

#### **3.13.1. Variables cuantitativas**

Los datos se tomaron de una forma directa con ayuda de distintos instrumentos:

##### **3.13.1.1. Diámetro a la altura del cuello de la plántula**

DCA, se registró en la libreta de campo hasta los 120 días ya que la planta superaba el 1,50 m de altura, se marcó con pintura roja desde la base cinco centímetros de la plántula para la medición, se utilizó el instrumento de medición una forcípula.

##### **3.13.1.2. Altura**

La altura fue medida hasta los 240 días, se utilizó una cinta métrica hasta los 180 días, midiendo desde la base de la planta hasta su ápice, a partir de los 210 días, se utilizó un tubo PVC de 3 metros de longitud.

##### **3.13.1.3. Diámetro a la altura del pecho**

DAP fue registrado desde los 150 días hasta los 240 días ya que la planta media más de 1,50 m, se midió a 1,30 m desde la base del árbol para esta actividad se utilizó una forcípula forestal; los

datos fueron registrados en la hoja de campo, se marcó el DAP de cada árbol con pintura roja para las posteriores tomas.

### **3.14. Evaluación de la calidad de las plantaciones**

Para la evaluación de la calidad de las plantaciones de *Gmelina arborea*, se utilizó la metodología propuesta por Murillo y Camacho (1997, pp. 193-197), en la cual considera dos tipos de información como los aspectos y variables de la plantación y la calificación de cada planta.

#### **3.14.1. Variables cualitativas**

Estas variables describen las características iniciales del manejo de la plantación, para la recolección se observó directamente con el árbol.

##### **3.14.1.1. Rectitud del fuste**

Se observó desde la base de la planta y su alrededor, observando de forma detenida si la planta tiene algún defecto es decir una torcedura leve, muy leve o no presenta esa característica o se asemeja a un poste de luz por su rectitud, utilizando el rango de calificación propuesto por Murillo y Camacho (1997, pp. 193-197), descrito en la Tabla 1-3.

**Tabla 1-3:** Niveles de interpretación de rectitud del fuste

<b>Rango</b>	<b>Valores</b>	<b>Interpretación</b>
1	0° a 10°	Árbol recto con leve torcedura
2	10° a 20°	Árbol recto con más torcedura
3	20° a 30°	Árbol con torceduras

**Fuente:** Murillo y Camacho, 1997.

##### **3.14.1.2. Daño mecánico**

Se procedió a verificar si el tallo presentaba algún daño visible, se utilizó los valores de 1 y 2 como se observa en la Tabla 2-3, para la calificación de cada una de las plantas.

**Tabla 2-3:** Niveles de interpretación de daño mecánico

Valores	Interpretación
1	Sin daños visibles
2	Con algún daño visible

Fuente: Murillo y Camacho, 1997.

#### 3.14.1.3. Estado fitosanitario

Se observó cada planta de arriba hacia abajo detenidamente para ver si presentaba algún defecto o síntoma ya sea por plaga o alguna enfermedad, se utilizó un rango de 1 a 3 para su respectiva calificación, como se observa en la Tabla 3-3.

**Tabla 3-3:** Niveles de interpretación del estado fitosanitario

Valores	Interpretación
1	Sano
2	Aceptablemente sano
3	Enfermo

Fuente: Murillo y Camacho, 1997.

#### 3.14.1.4. Ángulo de inserción de ramas

En esta variable se estimó el ángulo de la rama de cada planta y el eje perpendicular del tallo, ajustándose a un rango de 1 a 3 para su calificación la misma que es descrita en la Tabla 4-3.

**Tabla 4-3:** Niveles de interpretación de ángulo de inserción de ramas

Rango	Valores	Interpretación
1	De 90°	Ángulo ideal
2	De 90° a 45°	Ángulo promedio
3	Mayor a 45°	Ángulo regular

Fuente: Murillo y Camacho, 1997.

#### 3.14.1.5. Variable calidad

Las variables cualitativas ayudaron a la estimación de la calidad del árbol, se calificó mediante un rango de: calidad 1, calidad 2, y calidad 3, con fin de obtener el porcentaje de calidad de cada árbol y de toda la plantación de *Gmelina arborea*, como se describe en la Tabla 5-3.

**Tabla 5-3:** Niveles de interpretación de la variable calidad

<b>Rango</b>	<b>Interpretación</b>
Calidad 1	Excelente
Calidad 2	Aceptable
Calidad 3	Mala

**Fuente:** Murillo y Camacho, 1997.

- **Excelente:** Todas las calificaciones deben ser “1”
- **Aceptable:** Las variables rectitud y el estado fitosanitario tengan calificaciones de “1 y 2”
- **Mala:** calificaciones más de 2 veces de “2”, plantas muertas en pie.

#### 3.14.1.6. Diámetro de copa

La variable se midió en dos direcciones, Norte-Sur y Este- Oeste, tomando en cuenta la proyección de sus extremos, se utilizó una cinta métrica para medir los extremos, la toma final se obtuvo mediante un promedio de las dos medidas tomadas.

$$Dc = \frac{M1 + M2}{2}$$

Donde:

Dc: diámetro de copa

M1: Medida Norte- Sur

M2: Medida Este- Oeste

### 3.15. Prueba estadística

Se utilizó el software Infostat para el análisis estadístico de la investigación para las variables cuantitativas como: DAC, altura total y DAP fueron sometidas a pruebas estadísticas, Shapiro Wilk, Homocedasticidad, ANOVA y la prueba de Tukey.

#### 3.15.1. Shapiro Wilk

Se realizó la prueba de Shapiro Wilk con los promedios de las variables cuantitativas de los 240 días después de la plantación, para comprobar que los datos cumplan con la normalidad siempre y cuando su p-valor sea mayor a 0.05 (5%).

### ***3.15.2. Homocedasticidad***

Comprobado que los promedios de las variables cuantitativas cumplan con la normalidad se procede a la prueba de homocedasticidad donde su p-valor debe ser mayor a 0,05(5%).

### ***3.15.3. ANOVA***

El análisis de varianza para las variables cuantitativas se ejecutó con los promedios de los 240 días después de la plantación, para comprobar que su p-valor debe ser menor a 0.05 (5%) por ende existe diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos.

### ***3.15.4. Prueba de Tukey***

Los variables cuantitativas que cumplieron con normalidad, homocedasticidad, ANOVA, se realizó la prueba de Tukey al 5% para observar cuál de los tratamientos evaluados posee el valor más alto de las medias y cuantos rangos presenta la prueba.

### ***3.15.5. Prueba no paramétrica***

Las variables que no presentaron normalidad, homocedasticidad se aplicó una prueba no paramétrica Friedman, para comprobar que su p-valor sea menor 0,05 (5%) existe diferencias estadísticamente significativas y observar el valor más alto de las medianas.

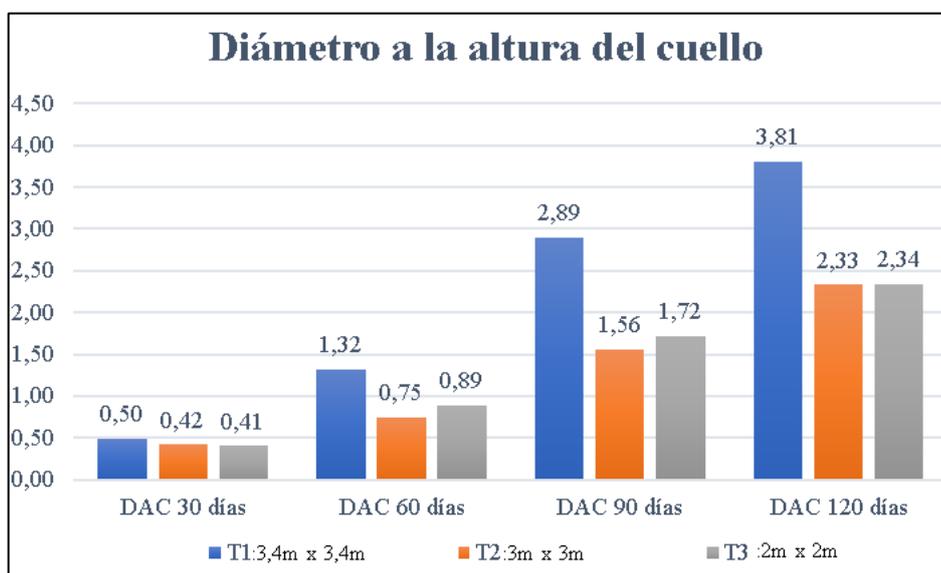
## CAPITULO IV

### 4. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1. Variables cuantitativas crecimiento inicial

##### 4.1.1. Diámetro a la altura del cuello (DAC) de la plántula a los 120 días

En relación a la Ilustración 1-4, la variable diámetro a la altura del cuello (DAC) evaluada a los 30, 60, 90 y 120 días, presentaron el valor más alto de DAC fue de 3,81cm corresponde al T1y 0,41cm siendo este valor el menor de DAC que pertenece al T3.

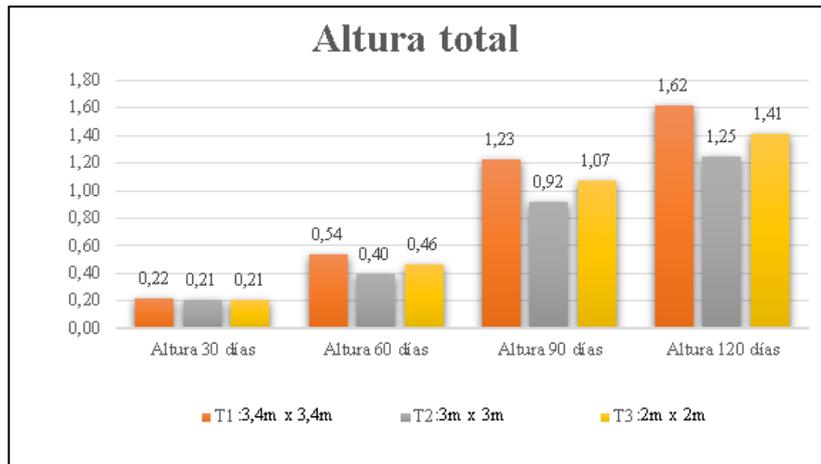


**Ilustración 1-4:** Diámetro a la altura del cuello (DAC)

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

##### 4.1.2. Altura total a los 120 días

En relación a la Ilustración 2-4, la variable altura total evaluada a los 30, 60, 90 y 120 días después de la plantación, presentaron el valor más alto de altura fue de 1,62 m que corresponde al T1y 0,21m siendo este valor menor de altura total pertenece al T2 y T3.

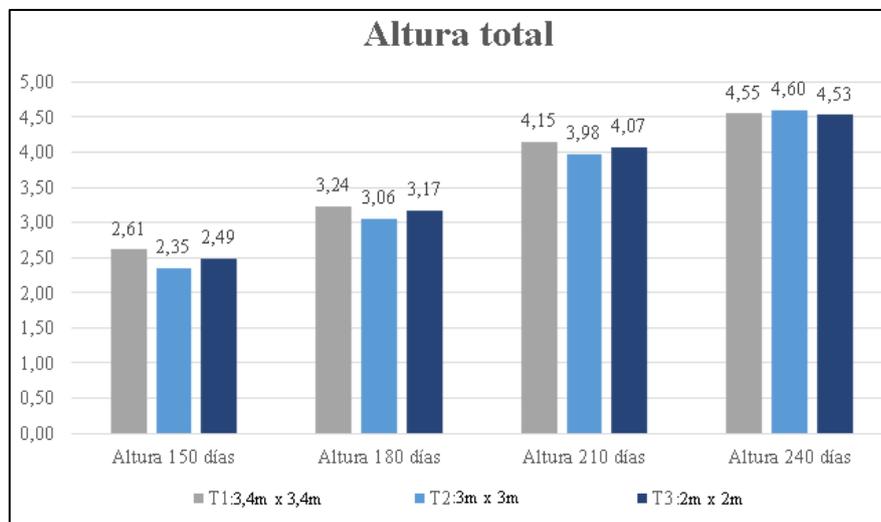


**Ilustración 2-4:** Altura total 120 días

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.1.3. *Altura total a los 240 días*

En relación a la Ilustración 3-4, la variable altura total evaluada a los 150, 180, 210 y 240 días después de la plantación, presentaron el valor más alto de altura fue de 4,60m y 2,35m siendo este valor menor de altura que corresponde al T2.

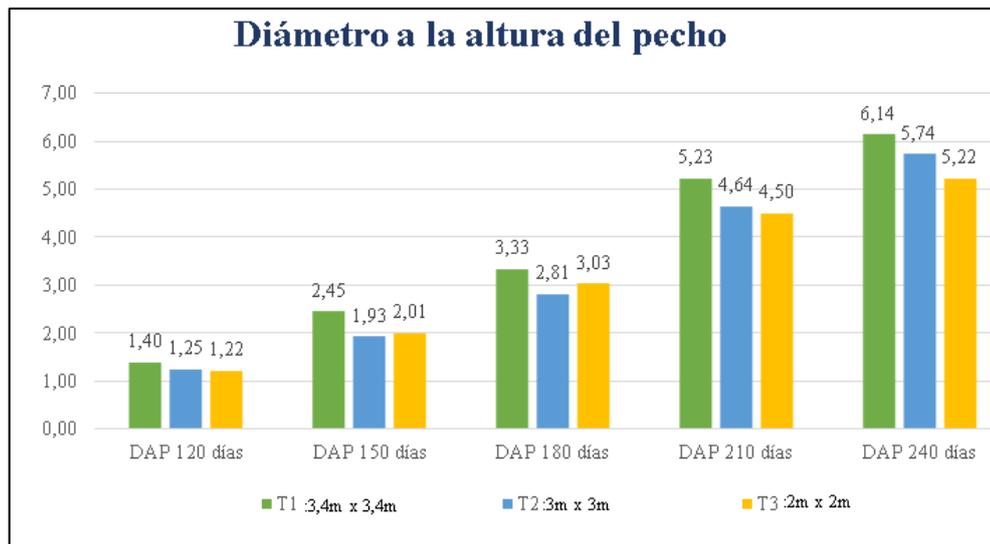


**Ilustración 3-4:** Altura total 240 días

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.1.4. Diámetro a la altura del pecho a los 240 días

En Ilustración 4-4, se observa el DAP evaluado a los 120, 150, 180, 210 y 240 días presentaron el valor más alto de DAP de 6,14 cm que corresponde al T1 y 1,22 cm siendo este el valor menor correspondiente al T3.

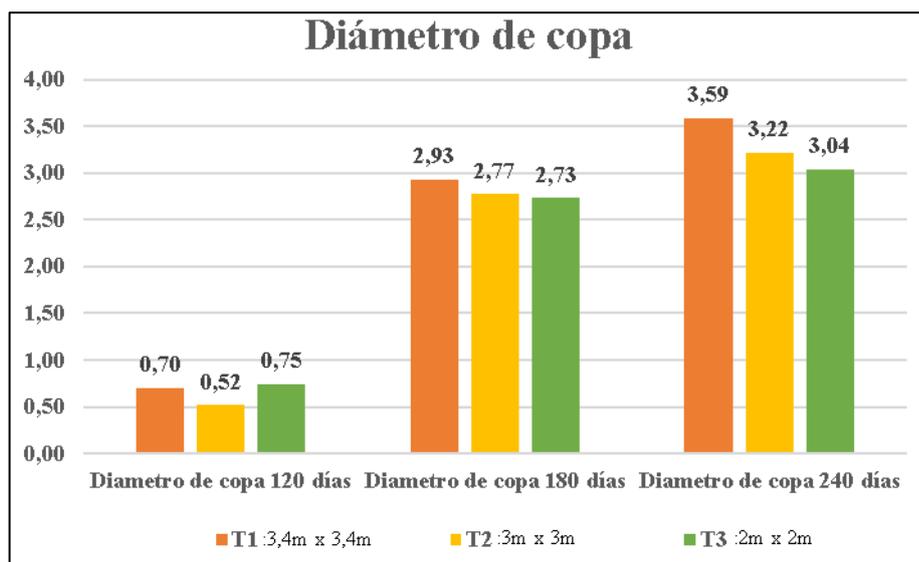


**Ilustración 4-4:** Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.1.5. Diámetro de copa

En la ilustración 5-4, se observa el diámetro de copa a los 120, 180 y 240 días presentaron los valores más altos del diámetro de copa fue de 3,59 m que corresponde al T1 y 0,52 m siendo este el valor menor del diámetro de copa correspondiente al T2.



**Ilustración 5-4:** Diámetro de copa

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

## 4.2. Variables cuantitativas

### 4.2.1. Prueba de normalidad para el DAC de la plántula

De acuerdo a la Tabla 1-4, la prueba de normalidad para la variable, Diámetro a la altura del cuello (DAC), desde los 30 días hasta los 120 días evaluados después de la plantación, se dio un resultado de p-valor mayor al 0,05 (5%), por lo que se considera que cumple la normalidad.

**Tabla 1-4:** Prueba de normalidad-Shapiro Wilks DAC

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
DAC 120 días	9	0,00	0,17	0,94	0,7320
DAC 90 días	9	0,00	0,09	0,95	0,8027
DAC 60 días	9	0,00	0,05	0,90	0,3778
DAC 30 días	9	0,00	0,02	0,96	0,8430

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

### 4.2.2. Prueba de normalidad para DAP

De acuerdo a la Tabla 2-4, la prueba de normalidad para la variable, diámetro a la altura del pecho (DAP), desde los 120 días hasta los 240 días evaluados después de la plantación, se dio un resultado de p-valor mayor al 0,05 (5%), por lo que se considera que cumple la normalidad.

**Tabla 2-4:** Prueba de normalidad- Shapiro Wilk DAP

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
DAP 240 días	9	0,00	0,45	0,96	0,8509
DAP 210 días	9	0,00	0,43	0,95	0,7566
DAP 180 días	9	0,00	0,39	0,93	0,6213
DAP 150 días	9	0,00	0,23	0,92	0,5397
DAP 120 días	9	0,00	0,07	0,96	0,8449

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

De acuerdo a la Tabla 3-4, la prueba de normalidad para la variable, altura total, desde los 30 días hasta los 240 días evaluados después de la plantación, se dio un resultado de p-valor mayor al 0,05 (5%), por lo que se considera que cumple la normalidad.

**Tabla 3-4:** Prueba de normalidad-Shapiro Wilk Altura total

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (Unilateral D)
Altura 240 días	9	0,00	0,18	0,96	0,8569
Altura 210 días	9	0,00	0,13	0,96	0,8440
Altura 180 días	9	0,00	0,18	0,96	0,8664
Altura 150 días	9	0,00	0,14	0,96	0,8741
Altura 120 días	9	0,00	0,08	0,95	0,7394
Altura 90 días	9	0,00	0,06	0,87	0,1950
Altura 60 días	9	0,00	0,03	0,96	0,8570
Altura 30 días	9	0,00	0,01	0,92	0,5290

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.3. Prueba de homocedasticidad DAC de la plántula

En relación con la Tabla 4-4, la prueba de homocedasticidad para la variable cuantitativa: DAC presento un p-valor mayor al 0,05 (5%), por lo que se considera que cumple la homocedasticidad desde los 30 días hasta los 120 días evaluados.

**Tabla 4-4:** Prueba de homocedasticidad DAC

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
DAC 120 días	0,02	2	0,01	2,46	0,2008
DAC 90 días	0,01	2	3,0E-03	2,71	0,1804
DAC 60 días	2,1E-03	2	1,1E-03	3,86	0,1165
DAC 30 días	3,3E-04	2	1,6E-04	1,28	0,3708

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### **4.2.4. Prueba de homocedasticidad DAP**

En relación con la Tabla 5-4, la prueba de homocedasticidad para la variable cuantitativa: DAP presento un p-valor mayor al 0,05 (5%), por lo que se considera que cumple la homocedasticidad desde los 120 días hasta los 240 días evaluados.

**Tabla 5-4:** Prueba de homocedasticidad DAP

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
DAP 240 días	0,33	2	0,16	5,09	0,0797
DAP 210 días	0,19	2	0,09	2,64	0,1859
DAP 180 días	0,07	2	0,03	0,86	0,4901
DAP 150 días	0,02	2	0,01	0,85	0,4913
DAP 120 días	3,4E-03	2	1,7E-03	2,37	0,2093

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### **4.2.5. Prueba de homocedasticidad Altura total**

En relación con la Tabla 6-4, la prueba de homocedasticidad para la variable cuantitativa: Altura total, presento un p-valor mayor al 0,05 (5%), por lo que se considera que cumple la homocedasticidad, desde los 30 días hasta los 240 días evaluados.

**Tabla 6-4:** Prueba de homocedasticidad Altura total

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Altura 240 días	0,04	2	0,02	4,15	0,1059
Altura 210 días	0,01	2	0,01	1,39	0,3479
Altura 180 días	0,01	2	0,01	1,11	0,4139
Altura 150 días	0,01	2	0,01	2,03	0,2460
Altura 120 días	1,4E-03	2	6,9E-04	0,38	0,7033
Altura 90 días	9,0E-04	2	4,5E-04	0,33	0,7369
Altura 60 días	2,2E-04	2	1,1E-04	0,50	0,6379
Altura 30 días	9,7E-05	2	4,8E-05	1,46	0,3338

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.6. Variables: DAC, ALTURA a los 30 días

##### 4.2.6.1. Análisis de varianza para el DAC a los 30 días

De acuerdo a la Tabla 7-4, el Análisis de Varianza para el DAC a los 30 días, después de la plantación se determinó un p-valor de 0,0441 para los tratamientos porque lo que se interpreta que si existe diferencias estadísticamente significativas y diferencias no significativas para las repeticiones.

**Tabla 7-4:** Análisis de varianza para el DAC a los 30 días

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	0,02	4	3,8E-03	3,95	0,1060
Tratamientos	0,01	2	0,01	7,52	<b>0,0441</b>
Repeticiones	7,0E-04	2	3,5E-04	0,37	0,7116
Error	3,8E-03	4	9,5E-04		
Total	0,02	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

##### 4.2.6.2. Prueba de Tukey 5%

La Tabla 8-4, en la prueba de Tukey al 5% para el DAC a los 30 días después de la plantación presento dos rangos, en el rango A con el mayor valor de la media de 0,5 cm perteneciente al T1, seguido del T2 con una media de 0,42 cm en los rangos A-B y finalmente en el rango B con el menor valor de la media de 0,40 cm correspondiente al T3.

**Tabla 8-4:** Prueba de Tukey para el DAC a los 30 días

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	0,50	3	0,02	A
T2	0,42	3	0,02	A B
T3	0,40	3	0,02	B

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.6.3. Análisis de varianza para la Altura a los 30 días

De acuerdo a la Tabla 9-4, el análisis de varianza para la Altura a los 30 días después de la plantación, se determinó un p-valor de 0,1943 para los tratamientos, lo que se interpreta que no existe diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 9-4:** Análisis de varianza Altura a los 30 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,6E-03	4	6,6E-04	1,73	0,3048
Tratamientos	1,9E-03	2	9,7E-04	2,54	<b>0,1943</b>
Repeticiones	7,0E-04	2	3,5E-04	0,92	0,4702
Error	1,5E-03	4	3,8E-04		
Total	4,2E-03	8			

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.7. Variable: DAC, ALTURA a los 60 días

##### 4.2.7.1. Análisis de varianza para el DAC a los 60 días

Según el análisis de varianza para el DAC a los 60 días después de la plantación, se determinó un p-valor de 0,0017 para los tratamientos porque lo que se interpreta que existen diferencias estadísticamente significativas y diferencias no significativas para las repeticiones, como se distingue en la Tabla 10-4.

**Tabla 10-4:** Análisis de varianza para el DAC a los 60 días

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>GI</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	0,55	4	0,14	24,15	0,0046
Tratamientos	0,53	2	0,27	47,02	<b>0,0017</b>
Repeticiones	0,01	2	0,01	1,29	0,3690
Error	0,02	4	0,01		
Total	0,57	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.7.2. Prueba de Tukey

La prueba de Tukey al 5% para el DAC a los 60 días después de la plantación presento dos rangos, en el rango A con el mayor valor de la media de 1,32 cm perteneciente al T1, seguido del T3 con una media de 0,89 cm y finalmente el T2 con el menor valor de la media fue de 0,75 cm que corresponden al rango B, que se observa en la Tabla 11-4.

**Tabla 11-4:** Prueba de Tukey para el DAC a los 60 días

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T1	1,32	3	0,04	A
T3	0,89	3	0,04	B
T2	0,75	3	0,04	B

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.7.3. Análisis de varianza para la Altura a los 60 días

De acuerdo a la Tabla 12-4, el análisis de varianza para la altura a los 60 días, se determinó un p-valor de 0,0377 para los tratamientos, lo que se interpreta que existen diferencias estadísticamente significativas y diferencias no significativas para las repeticiones.

**Tabla 12-4:** Análisis de varianza de Altura a los 60 días

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	0,03	4	0,01	4,39	0,0906
Tratamientos	0,03	2	0,01	8,30	<b>0,0377</b>
Repeticiones	1,7E-03	2	8,4E-04	0,48	0,6513
Error	0,01	4	1,8E-03		
Total	0,04	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.7.4. Prueba de Tukey

La prueba de Tukey al 5% para altura a los 60 días después de la plantación presento dos rangos, en el rango A con el mayor valor de la media de 0,64 m perteneciente al T1, seguido del T3 con una media de 0,46cm en el rango A-B y finalmente el T2 con el menor valor de la media fue de 0,40 m que corresponden al rango B (Tabla 13-4).

**Tabla 13-4:** Prueba de Tukey Altura a los 60 días

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T1	0,54	3	0,02	A
T3	0,46	3	0,02	A B
T2	0,40	3	0,02	B

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.8. Variable: DAC, ALTURA a los 90 días

##### 4.2.8.1. Análisis de varianza para el DAC a los 90 días

En relación a la Tabla 14-4, el análisis de varianza para el DAC a los 90 días después de la plantación, se distingue un p-valor de 0,0003 para los tratamientos, lo que interpreta que existen diferencias estadísticamente significativas y diferencias no significativas para las repeticiones.

**Tabla 14-4:** Análisis de varianza para el DAC a los 90 días

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	3,30	4	0,82	55,93	0,0009
Tratamientos	3,19	2	1,59	108,25	<b>0,0003</b>
Repeticiones	0,11	2	0,05	3,62	0,1268
Error	0,06	4	0,01		
Total	3,36	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.8.2. Prueba de Tukey

La prueba de Tukey al 5% para el DAC a los 90 días después de la plantación presento dos rangos, en el rango A con el mayor valor de la media 2,90 cm corresponde al T1, seguido por el T3 con una media de 1,72cm, finalmente el T2 con el menor valor de la media fue 1,56cm que pertenecen al rango B, que se observa en la Tabla 15-4.

**Tabla 15-4:** Prueba de tukey DAC a los 90 días

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T1	2,90	3	0,07	A
T3	1,72	3	0,07	B
T2	1,56	3	0,07	B

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.8.3. Análisis de varianza para Altura a los 90 días

En relación a la Tabla 16-4, el análisis de varianza para la altura a los 90 días después de la plantación, se determinó un p-valor de 0,0287 para los tratamientos, lo que interpreta que existen diferencias estadísticamente significativas y diferencias no significativas para las repeticiones.

**Tabla 16-4:** Análisis de varianza para la Altura a los 90 días

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	0,16	4	0,04	5,57	0,0625
Tratamientos	0,14	2	0,07	9,81	<b>0,0287</b>
Repeticiones	0,02	2	0,01	1,33	0,3618
Error	0,03	4	0,01		
Total	0,19	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.8.4. Prueba de Tukey

En la prueba de Tukey al 5% para la altura a los 90 días después de la plantación presento dos rangos, en el rango A, con el mayor valor de la media 1,23 m correspondiente al T1, en seguido por el T3 con una media de 1,07 m en los rangos A-B y finalmente el T2 con el menor valor de la media fue de 0,92 m en el rango B, que se observa en Tabla 17-4.

**Tabla 17-4:** Prueba de Tukey para la Altura a los 90 días

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T1	1,23	3	0,05	A
T3	1,07	3	0,05	A B
T2	0,92	3	0,05	B

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.9. Variable: DAC, DAP, ALTURA a los 120 días

##### 4.2.9.1. Análisis de varianza para el DAC a los 120 días

En relación a la Tabla 18-4, el análisis de varianza para el DAC a los 120 después de la plantación, se determinó un p-valor de 0,0026 para los tratamientos, lo que interpreta que existen diferencias estadísticamente significativas y diferencias no significativas para las repeticiones.

**Tabla 18-4:** Análisis de varianza para el DAC a los 120 días

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	4,54	4	1,14	19,47	0,0069
Tratamientos	4,32	2	2,16	37,03	<b>0,0026</b>
Repeticiones	0,22	2	0,11	1,92	0,2608
Error	0,23	4	0,06		
Total	4,77	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.9.2. Prueba de Tukey

La prueba de Tukey al 5% para el DAC a los 120 días después de la plantación presento dos rangos, en el rango A con el mayor valor de la media de 3,81cm correspondiente al T1, seguido por el T3 con una media de 2,34 cm, finalmente el T2 con el menor valor de la media de 2,34 cm corresponden al rango B, que se observa en la Tabla 19-4.

**Tabla 19-4:** Prueba de Tukey a los 120 días

<b>Tratamientos</b>	<b>Medias</b>	<b>n</b>	<b>E.E.</b>	
T1	3,81	3	0,14	A
T3	2,34	3	0,14	B
T2	2,34	3	0,14	B

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.9.3. Análisis de varianza para la Altura a los 120 días

En relación a la Tabla 20-4, el análisis de varianza para la altura a los 120 días después de la plantación, se determinó un p-valor de 0,0324 para los tratamientos porque lo que interpreta que existen diferencias estadísticamente significativas y diferencias no significativas para las repeticiones.

**Tabla 20-4:** Análisis de varianza para la Altura a los 120 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,26	4	0,06	5,31	0,0673
Tratamientos	0,22	2	0,11	9,12	<b>0,0324</b>
Repeticiones	0,04	2	0,02	1,51	0,3248
Error	0,05	4	0,01		
Total	0,31	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.9.4. Prueba de Tukey

La prueba de Tukey al 5% para la altura a los 120 días después de la plantación presento dos rangos, en el rango A con el mayor valor de la media de 1,62 m corresponde al T1, seguido por el T3 con una media de 1,36 m en los rangos A-B, finalmente el T2 con el menor valor de la media de 1,25 m en el rango B, que se observa en la Tabla 21-4.

**Tabla 21-4:** Prueba de Tukey para la Altura a los 120 días

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
T1	1,62	3	0,06	A
T3	1,36	3	0,06	A B
T2	1,25	3	0,06	B

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.9.5. Análisis de varianza para el DAP a los 120 días

En relación a la Tabla 22-4, el análisis de varianza para el DAP a los 120 días después de la plantación, se determinó un p-valor de 0,0755 para los tratamientos, lo que se interpreta que no existe diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 22-4:** Análisis de varianza para el DAP a los 120 días

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	0,12	4	0,03	3,21	0,1427
Tratamientos	0,10	2	0,05	5,28	<b>0,0755</b>
Repeticiones	0,02	2	0,01	1,14	0,4068
Error	0,04	4	0,01		
Total	0,15	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.10. Variable: Altura, DAP a los 150 días

##### 4.2.10.1. Análisis de varianza para la Altura a los 150 días

De acuerdo a la Tabla 23-4, el análisis de varianza para la altura a los 150 días después de la plantación, se observó un p-valor de 0,3563 para los tratamientos, lo que se interpreta que no existe diferencias estadísticamente significativas.

**Tabla 23-4:** Análisis de varianza para la Altura a los 150 días

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Modelo	0,13	4	0,03	0,79	0,5898
Tratamientos	0,11	2	0,05	1,35	<b>0,3563</b>
Repeticiones	0,02	2	0,01	0,22	0,8121
Error	0,16	4	0,04		
Total	0,29	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

##### 4.2.10.2. Análisis de varianza para el DAP a los 150 días

De acuerdo a la Tabla 24-4, el análisis de varianza para el DAP a los 150 días después de la plantación, se observó un p-valor de 0,2057 para los tratamientos, lo que se interpreta que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

**Tabla 24-4:** Análisis de varianza para el DAP a los 150 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,56	4	0,14	1,37	0,3837
Tratamientos	0,49	2	0,24	2,41	<b>0,2057</b>
Repeticiones	0,07	2	0,03	0,33	0,7362
Error	0,41	4	0,10		
Total	0,96	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.11. Variable: Altura, DAP a los 180 días

##### 4.2.11.1. Análisis de varianza para la Altura a los 180 días

De acuerdo a la Tabla 25-4, el análisis de varianza para la Altura a los 180 días después de la plantación, se observó un p-valor de 0,6471 para los tratamientos, lo que se interpreta que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

**Tabla 25-4:** Análisis de varianza para la Altura a los 180 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,13	4	0,03	0,51	0,7319
Tratamientos	0,06	2	0,03	0,49	<b>0,6471</b>
Repeticiones	0,07	2	0,03	0,54	0,6182
Error	0,25	4	0,06		
Total	0,38	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

##### 4.2.11.2. Análisis de varianza para el DAP a los 180 días

De acuerdo a la Tabla 26-4, el análisis de varianza para el DAP a los 180 días después de la plantación, se determinó un p-valor de 0,5486 para los tratamientos, lo que se interpreta que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

**Tabla 26-4:** Análisis de varianza para el DAP a los 180 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,52	4	0,13	0,43	0,7807
Tratamientos	0,42	2	0,21	0,70	<b>0,5486</b>
Repeticiones	0,10	2	0,05	0,17	0,8514
Error	1,20	4	0,30		
Total	1,72	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.12. Variable: ALTURA, DAP a los 210 días

##### 4.2.12.1. Análisis de varianza para la Altura a los 210 días

De acuerdo a la Tabla 27-4, el análisis de varianza para la Altura a los 210 días después de la plantación, se observó un p-valor de 0,5649 para los tratamientos, lo que se interpreta que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

**Tabla 27-4:** Análisis de varianza para la Altura a los 210 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,33	4	0,08	2,39	0,2102
Tratamientos	0,05	2	0,02	0,66	<b>0,5649</b>
Repeticiones	0,29	2	0,14	4,11	0,1072
Error	0,14	4	0,03		
Total	0,47	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

##### 4.2.12.2. Análisis de varianza para el DAP a los 210 días

De acuerdo a la Tabla 28-4, el análisis de varianza para el DAP a los 210 días, se determinó un p-valor de 0,3631 para los tratamientos, lo que se interpreta que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

**Tabla 28-4:** Análisis de varianza para el DAP a los 210 días

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	1,35	4	0,34	0,91	0,5340
Tratamientos	0,97	2	0,49	1,32	<b>0,3631</b>
Repeticiones	0,37	2	0,19	0,51	0,6362
Error	1,47	4	0,37		
Total	2,82	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.13. Variable: ALTURA, DAP a los 240 días

##### 4.2.13.1. Análisis de varianza para la Altura a los 240 días

De acuerdo a la Tabla 29-4, el análisis de varianza para la Altura a los 240 días después de la plantación, se observó un p-valor de 0,7286 para los tratamientos porque lo que interpreta que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

**Tabla 29-4:** Análisis de varianza para la Altura a los 240 días

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0,22	4	0,05	0,87	0,5515
Tratamientos	0,04	2	0,02	0,34	<b>0,7286</b>
Repeticiones	0,18	2	0,09	1,40	0,3461
Error	0,25	4	0,06		
Total	0,47	8			

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

##### 4.2.13.2. Análisis de varianza para el DAP a los 240 días

De acuerdo a la Tabla 30-4, el análisis de varianza para el DAP a los 240 días, se observó un p-valor de 0,3075 para los tratamientos por lo que se puede interpretar que no existe diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos aplicados.

**Tabla 30-4:** Análisis de varianza para el DAP a los 240 días

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,50	4	0,38	0,93	0,5262
Tratamientos	1,29	2	0,65	1,61	<b>0,3075</b>
Repeticiones	0,21	2	0,10	0,26	0,7843
Error	1,61	4	0,40		
Total	3,11	8			

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.14. Variable: Diámetro de copa a los 120 días

##### 4.2.14.1. Prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 120 días

En relación a la Tabla 31-4, la prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 120 días, presento diferencia significativa con un p-valor de 0,0494, representado en dos rangos, con el mayor valor de la mediana de 0,75 m corresponde al T3, con una mediana de 0,63 m corresponde al T1 en el rango B, con el menor valor de la mediana de 0,51 m corresponde al T2 en el rango A.

**Tabla 31-4:** Prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 120 días

Tratamiento	Suma (Ranks)	Mediana	n	
T2	3	0,51	3	A
T1	7	0,63	3	B
T3	8	0,75	3	B

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

##### 4.2.14.2. Prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 180 días

En relación a la Tabla 32-4, la prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 180 días, no presento diferencia significativa con un p-valor de 0,4444, solo diferencia numérica, con el mayor valor de la mediana de 2,91 m corresponde al T1, con una mediana de 2,75 m corresponde al T3 y en el T2 con el menor valor de la mediana de 2,62 m.

**Tabla 32-4:** Prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 180 días

Tratamiento	Suma (Ranks)	Mediana	n
T3	5	2,75	3
T2	5	2,62	3
T1	8	2,91	3

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.2.14.3. Prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 240 días

En relación a la Tabla 33-4, la prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 240 días, presento diferencia significativa con un p-valor de 0,0494, presento tres rangos, en el rango C con el mayor valor de la mediana de 3,7 m corresponde al T1, en el rango AB con una mediana de 3,22 m corresponde al T2 y en el rango A con el menor valor de la mediana de 3,14 m en el T3.

**Tabla 33-4:** Prueba de Friedman para el diámetro de copa a los 240 días

Tratamiento	Suma (Ranks)	Mediana	n	
T3	4	3,14	3	A
T2	5	3,22	3	A B
T1	9	3,7	3	C

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

**Tabla 34-4:** Resumen de las variables cuantitativas

		Días evaluados		
DAC	Tratamientos	30 días (cm)	120 días (cm)	Incremento 90 días (cm)
	T1	0,5	3,81	3,31
	T2	0,42	2,33	1,91
	T3	0,41	2,34	1,93
Altura total		30 días (m)	240 días (m)	210 días (m)
	T1	0,25	4,55	4,3
	T2	0,25	4,6	4,35
	T3	0,25	4,53	4,28
DAP		120 días (cm)	240 días (cm)	120 días (cm)
	T1	1,4	6,14	4,74

	T2	1,25	5,74	4,49
	T3	1,22	5,22	4
<b>Diámetro de copa</b>		<b>120 días (m)</b>	<b>240 días (m)</b>	<b>120 días (m)</b>
	T1	0,7	3,59	2,89
	T2	0,52	3,22	2,7
	T3	0,75	3,04	2,29

**Realizado por:** Chisag, Daisy, 2023.

### 4.3. Variables cualitativas

Respecto a la variable ángulo de inserción de rama (valor 1) fue el mayor porcentaje que corresponde al T2 con 73% siendo un ángulo ideal, seguido (valor 2) con un 34% corresponde al T1 siendo un ángulo promedio y por último con un (valor 3) con un 2% para el T3 siendo ángulo regular (Tabla 35-4).

El rango de rectitud de fuste, el T3 obtuvo el mayor porcentaje con un 68% (valor1) que corresponde árboles con leve torcedura, seguido el T2 con un 37% (valor 2) árboles rectos con más torceduras y por último el T3 con un 4% (valor 3) que corresponde a los árboles con torceduras (Tabla 35-4).

La variable estado fitosanitario, con el mayor porcentaje de árboles sanos (valor 1) con 98% corresponde al T1, seguido de los árboles aceptablemente sano (valor 2) con un 6% correspondiente al T2 y finalmente los árboles enfermos (valor 3) con el 1% para al T1 (Tabla 35-4).

Los árboles sin daño mecánico visible (valor 1) con el 100% corresponden al T1y T2 y por último los árboles con daños visibles (valor 2) con el 1% para el T3 (Tabla 35-4).

**Tabla 35-4:** Porcentaje de las variables cualitativas

		Angulo de Inserción Ramas			Rectitud de Fuste			Estado Fitosanitario			Daño mecánico	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
T1	<b>SUMA</b>	159	82	0	154	84	4	235	3	2	242	0
T1	<b>PORCENTAJE</b>	66%	34%	0%	64%	35%	2%	<b>98%</b>	1%	1%	100%	0%
T2	<b>SUMA</b>	148	54	2	124	75	6	193	12	0	205	0
T2	<b>PORCENTAJE</b>	<b>73%</b>	26%	1%	60%	37%	3%	94%	6%	0%	100%	0%
T3	<b>SUMA</b>	140	57	3	136	56	7	190	8	0	196	2
T3	<b>PORCENTAJE</b>	70%	29%	2%	<b>68%</b>	28%	4%	96%	4%	0%	99%	1%

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.4. Variable calidad

La variable calidad, en los tratamientos T1, T2 y T3, obteniendo como resultado el mayor porcentaje con el 63% (calidad 1) una plantación en excelentes condiciones que corresponde al tratamiento T3, seguido con un 38% (calidad 2) una plantación aceptable Tabla 36-4.

**Tabla 36-4:** Porcentaje variable calidad en la plantación

TRATAMIENTOS	CALIDAD 1 (%)	CALIDAD 2 (%)	CALIDAD 3 (%)
	Excelente	Aceptable	Malo
T1	62%	38%	0%
T2	62%	38%	0%
T3	63%	37%	0%

Realizado por: Chisag, Daisy, 2023.

#### 4.5. Discusión

Al realizar la evaluación de las plantaciones de *Gmelina arborea* en el crecimiento inicial es importante determinar las causas que influyen en su calidad como, factores climáticos, manejo silvicultural, calidad de la semilla y del suelo, mientras tanto Murillo y Camacho (1997, p. 197) señala que su calificación se realiza en base a variables, como: diámetro a la altura del cuello, altura, diámetro a la altura de pecho, rectitud y estado fitosanitario.

En el presente estudio se llegó a determinar que la altura promedio de *Gmelina arborea* Roxb. es de 4,60 m en un lapso de 8 meses, cultivada por la empresa ARBORIENTE S.A. en la finca “El

Huino” provincia de Orellana, mientras que en el estudio realizado por Rojas et al. (2016, p. 32) en el Pacífico Sur de Costa Rica, en la finca Puntarenas presento una altura promedio de 4,87 m a los 11 meses de edad, con un distanciamiento de 3,5 m x 3,5 m, cabe indicar que en este estudio inclusive con dosis de 0g, 200g y 300g  $\text{árb}^{-1}$  con dos aplicaciones de fertilización a base de N, K, P (10-30-10) se reporta una altura de 4,87 m ligeramente superior a la obtenida por ARBORIENTE de 4,60 m, pero esto en 8 meses y sin aplicación de fertilización.

El crecimiento inicial presento significancia estadística en las variables dasométricas diámetro a la altura del cuello (DAC) y altura total, donde su p-valor es menor a 0,05 (5%) en los primeros meses de seguimiento a la plantación, mientras que el estudio realizado por Arias et al. (2015, p. 30) que evaluaron por 27 meses el desarrollo juvenil de clones de *G. arborea* en el cual se evaluaron las variables DAP, calidad, volumen, altura, en ningún carácter lograron obtener diferencias estadísticamente significativas.

Las variables cuantitativas, altura, diámetro a la altura del cuello (DAC), diámetro a la altura del pecho (DAP) y diámetro de copa fueron evaluadas en la investigación en diferentes densidades: T1 (3,4 x 3,4m), T2 (3 x 3m) y T3(2 x 2m), el tratamiento que obtuvo mejores resultados fue T1 en todas las variables antes mencionadas a excepción de la variable altura que su mayor valor pertenece al T2, Rojas et al. (2004, p. 157) mencionan en su manual de manejo que la densidad óptima para plantaciones de *Gmelina arborea* va a depender del objetivo de aprovechamiento, si se quiere producir leña o pulpa es aconsejable una densidad de plantación de 2,5 x 2,5m a diferencia para el aprovechamiento en madera, astillas, aserrío es conveniente una densidad de 3 x 3m.

La plantación de *Gmelin arborea*, en los tres tratamientos se reporta que el estado fitosanitario se encuentra en un rango 1 representado por árboles sanos en su mayoría a diferencia de otras investigaciones como el estudio de Arguedas (2004, pp. 2-4) que ha presentado problemas fitosanitarios en el año 2004, en donde reportan 36 agentes causales como insectos, patógenos, vertebrados, que provocan daños en el fuste (corteza) y en el follaje.

La evaluación de *Gmelina arborea* en los tres tratamientos utilizados durante los 8 meses de investigación se obtuvieron de forma general resultados alentadores en las variables cuantitativas y cualitativas, cabe mencionar que la plantación no fue fertilizada durante el periodo (8 meses), por ende la zona de estudio posee las condiciones de sitio óptimas para el cultivo de esta especie forestal, Ayala et al. (2010, pp. 67-71) menciona en los resultados de su investigación que evalúa el crecimiento inicial de una plantación mixta entre *Gmelina arborea* y *Tabebuia donnell-smithii* de

acuerdo a esta investigación los tratamientos de procedencia local sin fertilización (T1) y procedencia local con fertilización (T3) durante cinco años se obtuvo los mejores resultados en melina los tratamientos T1 y T3 con una promedio de altura de 6,75 m, un diámetro de 0,08 m y un diámetro de copa de 3,56 m.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Se acepta la hipótesis alternativa porque al menos una de las tres densidades en plantación de *Gmelina arborea* Roxb. indicó diferencias significativas donde su p-valor es menor a 0,05 (5%) en su crecimiento inicial, fue el tratamiento T1 en las variables diámetro a la altura del cuello de la plántula (DAC) y altura total.

De acuerdo al resultado de las variables cuantitativas en el crecimiento inicial de *Gmelina arborea*, el tratamiento T1 obtuvo los valores más altos en las siguientes variables, en el diámetro a la altura del cuello (DAC) con 3,81cm, el diámetro a la altura del pecho (DAP) con 6,14cm, y el diámetro de copa con 3,59m y el valor más alto de la altura es de 4,60m corresponde al T2, que fueron evaluadas a los 30, 60, 90, 120, 150, 180, 210 y 240 días después de la plantación.

Los mejores promedios de las variables cualitativas, se obtuvieron en el rango 1 del ángulo de inserción de ramas con un 73% correspondiente al T2, la rectitud del fuste con un 68% que corresponde el T3, seguido del estado fitosanitario un 98% en el T1 y por último el daño mecánico con el 100% correspondiente al T1 y T2.

Según la calificación propuesta por Murrillo y Camacho (1997, pp. 193-197) el porcentaje de la variable calidad, fue de una plantación en excelentes condiciones (calidad 1) correspondiente al T3 y una plantación aceptable (calidad 2) para los tratamientos T1 y T2, ya que esta zona presenta condiciones óptimas climáticas y edafológicas que benefician a la especie forestal.

## **5.2. Recomendaciones**

Según los resultados obtenidos en cuanto las variables cuantitativas y cualitativas se recomienda continuar a la empresa ARBORIENTE S.A., con la densidad ya establecida en sus plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb. para las futuras plantaciones ya que se obtuvo resultados aceptables con la densidad 3,4 m x 3,4 m (T1).

Se recomienda el monitoreo de esta investigación cada 6 meses, para comprobar el rango de calidad y producción de la plantación.

Se recomienda realizar estudios similares, como de costos de producción y del manejo silvicultural de la plantación *G arborea*, tomando en cuenta la aplicación de la fertilización inicial.

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUILAR, M.** *Medición del diámetro (DAP) de un árbol* [En línea]. México D.F.-México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2018, pp. 5-6. [Consulta: 9 febrero 2023]. Disponible en: [https://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/ppt\\_medici%C3%B3n\\_del\\_di%C3%A1metro\\_de\\_un\\_%C3%A1rbol.pdf](https://arquitectura.unam.mx/uploads/8/1/1/0/8110907/ppt_medici%C3%B3n_del_di%C3%A1metro_de_un_%C3%A1rbol.pdf).

**AMAT, J.** *Test De Friedman* [En línea]. Ciencia de datos, 2016, p.1. [Consulta: 09 marzo 2023]. Disponible en: [https://www.cienciadedatos.net/documentos/21\\_friedman\\_test](https://www.cienciadedatos.net/documentos/21_friedman_test).

**ARBELÁEZ, M.** “ANOVA utilizado para realizar el estudio de repetibilidad reproducibilidad dentro del control de calidad de un sistema de medición”. *Scientia et Technica* [En línea], 2007, (Colombia) 13(37), pp. 533-537. [Consulta: 13 diciembre 2022]. ISSN: 0122-1701. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4787724.pdf>.

**ARGUEDAS, M.** “Problemas fitosanitarios de la melina (*Gmelina arborea* (Roxb)) en Costa Rica”. *Revista Forestal Mesoamericana KURÚ* [En línea], 2004, (Costa Rica) 1(2), pp. 1-9. [Consulta: 16 abril 2023]. ISSN: 2215-2504. Disponible en: <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/574/500>.

**ARIAS, C.; et al.** “Desarrollo juvenil de clones de *Gmelina arborea* Roxb. de dos procedencias, en sitios planos del Pacífico Sur de Costa Rica”. *Revista Forestal Mesoamericana KURÚ* [En línea], 2015, (Costa Rica) 12(28), pp. 23-35. [Consulta: 15 abril 2023]. ISSN: 2215-2504. Disponible en: <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/2097/1933>.

**AYALA, J.; et al.** “Crecimiento inicial de una plantación mixta de especies tropicales en Veracruz”. *Revista mexicana de ciencias forestales* [En línea], 2010, (México) 1(2). pp. 67-71. [Consulta: 16 abril 2023]. ISSN: 2007-1132. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v1n2/v1n2a6.pdf>.

**BARRAGÁN, M.** Evaluación de la calidad de plantaciones de balsa *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. de un año de edad, en los cantones Valencia y Mocache, provincia de Los Ríos (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera de Ingeniería Forestal. Quevedo-Ecuador. 2015. pp. 4-19.

**BRITO, J.; & LEGUIZAMÓN, A.** *Manual de plantaciones forestales. Técnicas de instalación y manejo* [En línea]. Asunción-Paraguay: Instituto Forestal Nacional, 2013, pp. 10-11. [Consulta: 09 marzo 2023]. Disponible en: [http://www.infona.gov.py/application/files/7914/3204/8913/Manual\\_Plantaciones\\_Forestales.pdf](http://www.infona.gov.py/application/files/7914/3204/8913/Manual_Plantaciones_Forestales.pdf).

**BRITO, M.** Evaluación de los métodos de propagación sexual, asexual y comportamiento de melina (*Gmelina arborea* Roxb), en plantación, en la hacienda Pizará, cantón Pedro Vicente Maldonado, provincia de Pichincha (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2016, p. 10.

**CARRERE, R.** *Ten Replies to Ten Lies* [En línea] Montevideo-Uruguay: Movimiento Mundial por los Bosques Tropicales, 2013, p. 1. [Consulta: 25 febrero 2023]. Disponible en: [https://www.wrm.org.uy/wp-content/uploads/2013/04/Ten\\_Replies\\_to\\_Ten\\_Lies.pdf](https://www.wrm.org.uy/wp-content/uploads/2013/04/Ten_Replies_to_Ten_Lies.pdf).

**CORVALÁN, P.** “Caracterización del diámetro, ángulo de inserción y longevidad de ramas vivas axiales de *Nothofagus obliqua*”. Revista Cubana De Ciencias Forestales [En línea], 2017, (Chile) 5(2), pp. 127-139. [Consulta: 13 diciembre 2022]. ISSN: 1996-2452. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6090127.pdf>.

**CUNUHAY, P.; et al.** “Efecto de la densidad de plantación en el crecimiento de cuatros especies forestales tropicales”. Ciencia y Tecnología [en línea], 2010, (Ecuador) 3(1), pp. 23-26. [Consulta: 27 diciembre 2022]. Disponible en: <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/cyt/article/view/87/101>.

**DUARTE, N.; et al.** *Selección y establecimiento de estrategias y prácticas de restauración* [En línea]. Quito-Ecuador: CONDESAN, 2018, p. 69. [Consulta: 09 marzo 2023]. ISBN: 978-9942-8662-5-7. Disponible en: <https://imfn.net/wp-content/uploads/2019/04/Modulo-2-GU%C3%8DA-PARA-LA-RESTAURACI%C3%93N.pdf>.

**ECUADOR FORESTAL.** *Planificación estratégica plantaciones forestales en el Ecuador* [en línea]. Quito-Ecuador: Corporación de Promoción de Exportaciones, Agencia Ejecutora del Programa, 2007, pp. 10-11. [Consulta: 10 enero 2023]. Disponible en: [https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE\\_Industrias.pdf](https://ecuadorforestal.org/wp-content/uploads/2013/03/PE_Industrias.pdf).

**FLORES, P.; et al.** “Verificación de supuestos en las pruebas de comparación de medias. Una revisión”. *Ciencia Digital* [en línea], 2018, (Ecuador) 2(4.1), pp. 5-22. [Consulta: 01 febrero 2023]. ISSN: 2602-8085. Disponible en: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/187/165>.

**GADPR PUERTO MURIALDO.** *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia Puerto Murialdo* [En línea]. Puerto Murialdo-Ecuador: GADPR Puerto Muerialdo, 2019, pp. 8-10. [Consulta: 15 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.puertomurialdo.gob.ec/gadpr-murialdo/plan-de-desarrollo/2087-pdy-ot-p-murialdo-consolidado-2019-2023/file.html>.

**GARCÍA, E.; et al.** *Establecimiento de Plantaciones Forestales Pinus radiata Pinus ponderosa Pseudotsuga menziesii* [En línea]. Santiago de Chile-Chile: INFOR, 2001, pp. 12-16. [Consulta: 01 febrero 2023]. ISBN: 956-7727-32-5. Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/6452/14147.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

**GONZALES, L.** Determinación del volumen comercial en plantación de Teca (*Tectona grandis* L) utilizando tres formas de parcelas en el sitio Visquiye del Cantón Santa Ana. Universidad Estatal Del Sur De Manabí (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Facultad de Ciencias Naturales y de la Agricultura, Carrera de Ingeniería Forestal. Jipijapa-Manabí. 2022, pp. 13-14.

**GUERRA, E.; et al.** “Efecto de la densidad de plantación en la rentabilidad de plantaciones de *Eucalyptus globulus*”. *Revista Chapingo serie ciencias forestales y del ambiente* [En línea], 2014, (México) 20(1), pp. 21-31. [Consulta: 02 febrero 2023]. ISSN: 2007-3828. Disponible en : <https://www.redalyc.org/pdf/629/62930437002.pdf>.

**HERNÁNDEZ, J.; et al.** “Guía de densidad para manejo de bosques naturales de *Pinus teocote* Schlecht. et Cham. en Hidalgo”. *Revista mexicana de ciencias forestales* [En línea], 2013, (México) 4(19), pp. 63-77. [Consulta: 10 noviembre 2022]. ISSN: 2007-1132. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v4n19/v4n19a6.pdf>.

**LOZANO, D.; & PUGLLA, C.** “Funcionalidad ecológica en plantaciones de eucalipto, en el Bosque Nacional Ipanema: cuál es la importancia de las plantaciones forestales en la restauración de áreas degradadas?”. *BOSQUES Latitud Cero* [En línea], 2021, (Ecuador) 11(2), pp. 19-31.

[Consulta: 10 noviembre 2022]. ISSN: 2528-7818. Disponible en: [https://drive.google.com/file/d/10f\\_-5aiuCoT-bQOrCPtAyB159Z2GKmPT/view](https://drive.google.com/file/d/10f_-5aiuCoT-bQOrCPtAyB159Z2GKmPT/view).

**MAATE.** *Inventario nacional forestal* [En línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2009. [Consulta: 10 noviembre 2022]. Disponible en: [http://enf.ambiente.gob.ec/web\\_enf/?page\\_id=642](http://enf.ambiente.gob.ec/web_enf/?page_id=642).

**MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR.** *Guía metodológica para el Censo Nacional Forestal* [En línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2017, p. 14. [Consulta: 10 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.ambiente.gob.ec/evaluacion-nacional-forestal-del-ecuador-enf/>.

**MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL ECUADOR.** *Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental* [En línea]. Quito-Ecuador: Gobierno del Ecuador, 2012, p. 84. [Consulta: 25 noviembre 2022]. Disponible en: [https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS\\_ECUADOR\\_2.pdf](https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf).

**MOYA, R.; & ARCE V.** “Efecto del espaciamiento en plantación sobre dos propiedades físicas de madera de teca a lo largo del fuste”. *Madera y Bosques* [En línea], 2003, (México) 9(2), pp. 15-27. [Consulta: 05 febrero 2023]. ISSN: 1405-0471. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/617/61790202.pdf>.

**MURILLO, O.; & CAMACHO, P.** *Metodología para la evaluación de la calidad de plantaciones forestales recién establecidas* [En línea]. San José-Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica, 1997, pp. 193-197. [Consulta: 05 marzo 2023.] Disponible en: [https://www.mag.go.cr/rev\\_agr/v21n02\\_189.pdf](https://www.mag.go.cr/rev_agr/v21n02_189.pdf).

**OJEDA, I; et al.** *Preparación manual de suelos para siembra de pastos*. Bogotá-Colombia: Servicio Nacional de Aprendizaje, 1985, pp. 17-22.

**ORDOÑEZ, G.** Caracterización de variables dasométricas, fenotípicas foliares de quince procedencias de *Cedrelinga catenaeformis* D. DUCKE (chuncho), en el cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal. Riobamba-Ecuador. 2018, p. 22.

**PANDO, V.; et al.** “Nuevo enfoque para la mejora de la rectitud del fuste en *Pinus pinaster* AIT”. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales [En línea], 2008, (España) 24(1), pp. 107-112. [Consulta: 10 noviembre 2022]. ISSN: 2386-8368. Disponible en: <https://documat.unirioja.es/descarga/articulo/4245899.pdf>.

**POZO, L.** *El cultivo de la melina Gmelina arborea Roxb en el trópico* [En línea]. Sangolquí-Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, 2016, pp. 11- 80. [Consulta: 05 marzo 2023]. ISBN: 978-9978-301-86-9. Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/11687/CULTIVO%20DE%20LA%20MELINA.pdf?sequence=4&isAllowed=y>.

**ROJAS, F.** *Plantaciones Forestales*. San José-Costa Rica: EUNED, 2001. ISBN: 978-9968-31-106-9. p. 260.

**ROJAS, F.; et al.** *Manual para productores de melina Gmelina arborea en Costa Rica* [En línea]. Cartago-Costa Rica: Centro de Investigación de Integración Bosque Industria de la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, 2004, pp. 128-131. [Consulta: 01 febrero 2023]. Disponible en: <http://www.fonafifo.go.cr/media/1334/manual-para-productores-de-melina.pdf>.

**ROJAS, M.; et al.** “Crecimiento inicial de *Gmelina arborea* Roxb. aplicando diferentes tratamientos de fertilización en el Pacífico Sur de Costa Rica”. Revista Forestal Mesoamericana KURÚ [En línea], 2016, (Costa Rica) 13(33), pp. 29-35. [Consulta: 15 abril 2023]. ISSN: 2215-2504. Disponible en: <https://revistas.tec.ac.cr/index.php/kuru/article/view/2575/2360>.

**SHELTON, D.; et al.** *Application of an ecosystem services inventory approach to the Goulburn Broken Catchment*. Brisbane-Australia: Cooperative Research Centre for Catchment Hydrology, 2001. pp. 157-162.

**SILVA, M.** Examen de auditoria al proceso de producción de la empresa ABORIENTE S.A. del año 2012 (Trabajo de titulación) (Magíster) [En línea]. Universidad Técnica Particular de Loja, Área Administrativa, Magíster en Auditoría Integral. Puyo-Ecuador. 2015, p. 22. [Consulta: 02 febrero 2023]. Disponible en: [https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/12191/1/Lopez\\_Silva\\_Mariela\\_Liliana.pdf](https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/12191/1/Lopez_Silva_Mariela_Liliana.pdf).

**TAPIA, C.; & FLORES, K.** “Pruebas para comprobar la normalidad de datos en procesos productivos: Anderson Darling, Ryan-Joiner, Shapiro-Wilk y Kolmogórov-Smirnov”. *Revista de Ciencias Sociales y Humanísticas* [En línea], 2021, (Ecuador) 23(2), pp. 83-97. [Consulta: 11 noviembre 2022]. ISSN: 1560-0408. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/jatsRepo/341/3412237018/3412237018.pdf>.

**TROPICOS.** *Trópicos connecting the world to botanical data since 1982* [En línea]. Missouri-Estados Unidos: Jardín Botánico de Misuri, 2020. [Consulta: 10 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.tropicos.org/name/33701840>.

**UNC.** *Infostat software estadístico. InfoStat* [En línea]. Córdoba-Argentina: Universidad Nacional de Córoba, 2010, p. 1. [Consulta: 10 marzo 2023]. Disponible en: <https://www.infostat.com.ar/>.

**VALERA, L.; & GARAY, V.** *Producción vegetal y establecimiento de plantaciones, establecimiento de plantaciones*. Caracas-Venezuela: Universidad de Los Andes, 2017. pp. 4-5.

**VIDAL, M.** Determinación del tamaño y forma de parcelas de muestreo para inventario forestal en plantaciones de *Tectona grandis* L.F. (Teca) en el recinto Pavón, cantón Quevedo, provincia Los Rios (Trabajo de titulación) (Ingeniería). Universidad Técnica Estatal De Quevedo, Facultad de Ciencias Ambientales, Carrera Ingeniería Forestal. Quevedo.Los Ríos. 2017, pp. 8-9.

**VINUEZA, M.** *Ficha Técnica N° 3: MELINA* [En línea]. Quito-Ecuador: Ecuador Forestal, 2012, p. 3. [Consulta: 10 febrero 2023]. Disponible en: <https://ecuadorforestal.org/fichas-tecnicas-de-especies-forestales/ficha-tecnica-no-3-melina/>.

**WABO, E.** *Capítulo 2: medición de diámetros. Medición de Diámetros, Alturas y Edad del Árbol* [En línea]. La Plata-Argentina: Universidad Nacional de La Plata, 2020, p. 3. [Consulta: 15 febrero 2023]. Disponible en: [https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76146/mod\\_folder/content/0/WABO%20Diámetros.pdf?forcedownload=1](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76146/mod_folder/content/0/WABO%20Diámetros.pdf?forcedownload=1).



## ANEXOS

### ANEXO A: REGISTRO DE TOMA DE DATOS EN CAMPO

N° arboles	DAC	ALTURA	DAP	Diámetro N-S	De copa E-O	Angulo de Inserción Ramas (1,2,3)	Rectitud de Fuste (1,2,3)	Estado Fitosanitario (1,2,3)	Daño mecánico (1,2)	Observaciones
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
21										
22										

**Cuadro 6.** Niveles de interpretación de ángulo de inserción de ramas

Rango	Valores	Interpretación
1	De 90°	Ángulo ideal
2	De 90° a 45°	Ángulo promedio
3	Mayor a 45°	Ángulo regular

Fuente: Murillo, 2000

**Cuadro 3.** Niveles de interpretación de rectitud del fuste

Rango	Valores	Interpretación
1	0° a 10°	Árbol recto con leve torcedura
2	10° a 20°	Árbol recto con más torcedura
3	20° a 30°	Árbol con torceduras

Fuente: Murillo, 2000

**Cuadro 5.** Niveles de interpretación del estado fitosanitario

Valores	Interpretación
1	Sano
2	Aceptablemente sano
3	Enfermo

Fuente: Murillo, 2000

**Cuadro 4.** Niveles de interpretación de daño mecánico

Valores	Interpretación
1	Sin daños visibles
2	Con algún daño visible

Fuente: Murillo, 2000

**ANEXO B: PROMEDIOS DE LOS VALORES TOMADO EN CAMPO DE LAS VARIABLES CUANTITATIVAS**

Tratamientos	Repeticiones	Promedio de DAC 30 días	Promedio de DAC 60 días	Promedio de DAC 90 días	Promedio de DAC 120 días
T1	R1	0,52	1,32	2,94	3,78
T1	R2	0,47	1,32	2,84	3,69
T1	R3	0,49	1,33	2,91	3,96
T2	R1	0,41	0,64	1,48	2
T2	R2	0,4	0,71	1,37	2,17
T2	R3	0,45	0,9	1,84	2,85
T3	R1	0,43	0,86	1,78	2,27
T3	R2	0,42	0,92	1,56	2,42
T3	R3	0,37	0,89	1,81	2,34

Tratamientos	Repeticiones	Promedio de DAP 120 días	Promedio de DAP 150 días	Promedio de DAP 180 días	Promedio de DAP 210 días	Promedio de DAP 240 días
T1	R1	1,40	2,51	3,54	5,35	6,11
T1	R2	1,32	2,10	2,90	4,89	5,96
T1	R3	1,44	2,75	3,58	5,47	6,37
T2	R1	1,00	1,73	2,41	3,95	5,05
T2	R2	1,12	1,82	2,58	4,30	5,50
T2	R3	1,30	2,23	3,46	5,57	6,64
T3	R1	1,26	2,04	3,24	4,77	5,57
T3	R2	1,19	2,21	3,33	4,57	5,36
T3	R3	1,20	1,75	2,54	4,14	4,73

Tratamientos	Repeticiones	Promedio de Altura 30 días	Promedio de Altura 60 días	Promedio de Altura 90 días	Promedio de Altura 120 días	Promedio de Altura 150 días	Promedio de Altura 180 días	Promedio de Altura 210 días	Promedio de Altura 240 días
T1	R1	0,24	0,55	1,23	1,62	2,59	3,23	4,21	4,58
T1	R2	0,21	0,52	1,16	1,51	2,46	2,98	3,85	4,30
T1	R3	0,21	0,54	1,28	1,74	2,79	3,50	4,38	4,76
T2	R1	0,20	0,34	0,82	1,14	2,24	2,90	3,83	4,41
T2	R2	0,20	0,39	0,86	1,18	2,27	2,94	3,71	4,36
T2	R3	0,22	0,46	1,07	1,43	2,54	3,32	4,40	5,02

T3	R1	0,20	0,46	1,02	1,32	2,52	3,17	4,17	4,58
T3	R2	0,19	0,47	1,13	1,43	2,72	3,43	4,03	4,41
T3	R3	0,16	0,44	1,05	1,33	2,34	3,06	4,12	4,30

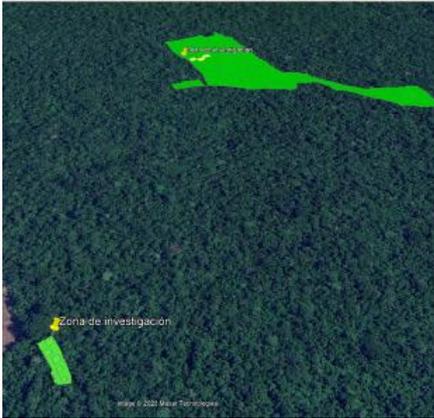
Tratamientos	Repeticiones	Promedio de	Promedio de	Promedio de
		Diámetro de copa 120 días	Diámetro de copa 180 días	Diámetro de copa 240 días
T1	R1	0,63	2,91	3,74
T1	R2	0,57	2,87	3,70
T1	R3	0,88	2,99	3,34
T2	R1	0,40	2,62	3,22
T2	R2	0,51	2,58	3,07
T2	R3	0,65	3,11	3,30
T3	R1	0,64	2,75	2,86
T3	R2	0,85	2,85	3,14
T3	R3	0,75	2,60	3,14

**ANEXO C: RESUMEN DE LAS VARIABLES CUALITATIVAS**

<b>Angulo de Inserción Ramas</b>				<b>Rectitud de Fuste</b>			<b>Estado Fitosanitario</b>			<b>Daño mecánico</b>	
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
T1	75	9	0	48	34	3	80	3	2	85	0
T1	53	32	0	55	29	1	85	0	0	85	0
T1	31	41	0	51	21	0	70	0	0	72	0
<b>SUMA</b>	159	82	0	154	84	4	235	3	2	242	0
<b>PORCENTAJE</b>	66%	34%	0%	64%	35%	2%	98%	1%	1%	100%	0%
T2	55	20	0	44	30	1	65	11	0	76	0
T2	52	17	0	34	31	4	68	1	0	69	0
T2	41	17	2	46	14	1	60	0	0	60	0
<b>SUMA</b>	148	54	2	124	75	6	193	12	0	205	0
<b>PORCENTAJE</b>	73%	26%	1%	60%	37%	3%	94%	6%	0%	100%	0%
T3	53	19	3	47	24	3	65	8	0	73	0
T3	48	18	0	48	16	2	66	0	0	64	2
T3	39	20	0	41	16	2	59	0	0	59	0
<b>SUMA</b>	140	57	3	136	56	7	190	8	0	196	2
<b>PORCENTAJE</b>	70%	29%	2%	68%	28%	4%	96%	4%	0%	99%	1%

**ANEXO D: RECONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES CUANTITATIVAS Y CUALITATIVAS EN CAMPO EN LAS PLANTACIONES DE LA EMPRESA ARBORIENTE S.A.**

Reconocimiento de la zona de investigación,  
densidad 3,4 m x 3,4 m, 3 m x 3 m, 2 m x 2 m.



Preparación del terreno



Delimitación de los tratamientos y de las repeticiones en la plantación de *Gmelina arborea* Roxb.



Balizado



Plantación

Hoyado



Control de malezas



Medición de diámetro a la altura del cuello de la plántula



Medición de diámetro a la altura del pecho



Medición de la altura



Diámetro de copa







**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 012 / 06 / 2023

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Daisy Jazmín Chisag Chisag
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Ingeniería Forestal
<b>Título a optar:</b> Ingeniera Forestal
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz



  
Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

0984-DBRA-UTP-2023