



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

**EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE NUEVE PROCEDENCIAS DE**  
***Gmelina arborea* Roxb, (MELINA), EN LA ESTACIÓN**  
**EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA (EECA-INIAP),**  
**PARROQUIA SAN CARLOS, CANTÓN LA JOYA DE LOS SACHAS,**  
**PROVINCIA FRANCISCO DE ORELLANA.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN**  
**PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PARA TITULACIÓN DE GRADO**

**PRESENTADO COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL**  
**TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL**

**MARIO ENRIQUE AMENDAÑO QUINTUÑA**

**RIOBAMBA - ECUADOR**  
**2018**

## HOJA DE CERTIFICACIÓN

EL TRIBUNAL DEL TRABAJO DE TITULACIÓN CERTIFICA QUE: El trabajo de investigación titulado: **EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE NUEVE PROCEDENCIAS DE *Gmelina arborea* Roxb, (MELINA), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA (EECA-INIAP), PARROQUIA SAN CARLOS, CANTÓN LA JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA FRANCISCO DE ORELLANA**, de responsabilidad del señor Mario Enrique Amendaño Quintuña, ha sido prolijamente revisado, quedando autorizado para su sustentación.

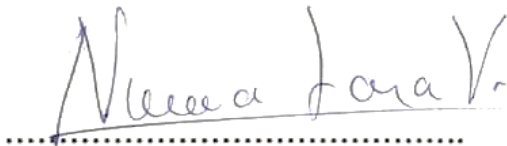
### TRIBUNAL DE TRABAJO DE TITULACIÓN



Ing. Wilson Anselmo Yáñez García

**DIRECTOR**

Fecha: 18-Julio/2018



Ing. Norma Ximena Lara Vasconez

**Asesora**

Fecha: 15-Julio/2018

**RIOBAMBA – ECUADOR**

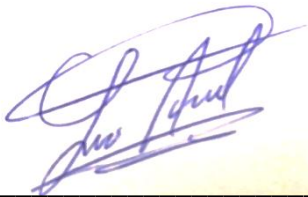
**2018**

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Mario Enrique Amendaño Quintuña, declaro que el presente trabajo de titulación es de mi autoría y que los resultados del mismo son auténticos y originales. Los textos constantes y el documento que proviene de otra fuente están debidamente citados y referenciados.

Como autor, asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos y de este trabajo de titulación.

Riobamba, 01 de Mayo 2018



---

Mario Enrique Amendaño Quintuña

C.I. 210057879-4

## **AUTORÍA**

La autoría del presente trabajo investigativo es de propiedad intelectual del autor y de la Escuela de Ingeniería Forestal de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

## **DEDICATORIA**

*A Dios, por ser fortaleza y guía en tiempos difíciles de mi vida.*

*A Rosendo y Ana mis padres, por ser pilares importantes.*

*A mis hermanos y familia, por su apoyo y cariño incondicional.*

*A Jessica y Ariel, por ser la mayor bendición y motivación de superación.*

*Mario Enrique Amendaño Quintuña*

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios, por ser fortaleza y guía en tiempos difíciles en cada una de las etapas de mi vida.

A mis padres Rosendo Amendaño y Ana Quintuña, por la confianza, sabios consejos, sacrificio y por todo ese apoyo incondicional.

A mis queridos hermanos, por siempre estar siempre presente, acompañándote durante toda esta etapa estudiantil.

A Jesica Magaly y Ariel Alejandro, por ser la bendición más grande que Dios me dio y se han convertido en motivación y razón de superación cada día de mi vida.

A la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA-INIAP), Departamento de Forestería, por la apertura y apoyo al desarrollo de mi trabajo de titulación.

A los miembros del tribunal de mi trabajo de titulación Ing. Wilson Yanez e Ing. Norma Lara, por la paciencia y conocimientos impartidos en el desarrollo de la misma.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Recursos Naturales, Escuela de Ingeniería Forestal, especialmente a su personal docente por sus conocimientos impartidos.

Mario Enrique Amendaño Quintuña

## ÍNDICE

I.	EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE NUEVE PROCEDENCIAS DE <i>Gmelina arborea</i> Roxb, (MELINA), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA (EECA-INIAP), PARROQUIA SAN CARLOS, CANTÓN LA JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA FRANCISCO DE ORELLANA. ..	1
II.	INTRODUCCIÓN. ....	1
A.	JUSTIFICACIÓN. ....	2
B.	OBJETIVOS. ....	2
1.	Objetivo general. ....	2
2.	Objetivos específicos. ....	2
III.	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA. ....	4
A.	<i>Gmelina arborea</i> Roxb. (Melina) ....	4
1.	Descripción botánica. ....	4
2.	Distribución natural. ....	4
3.	Descripción dendrológica. ....	4
B.	IMPORTANCIA ECONÓMICA. ....	5
C.	MANEJO SILVICULTURAL. ....	5
1.	Poda. ....	5
2.	Tipos de poda. ....	6
3.	Raleo. ....	6
D.	VARIABLES DASOMÉTRICAS. ....	7

1.	Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) .....	7
2.	Altura del árbol. ....	7
3.	Altura total. ....	8
E.	TÉCNICAS MORFOLÓGICAS. ....	8
F.	PARÁMETROS GENÉTICOS EN EL MEJORAMIENTO GENÉTICO.....	8
1.	A nivel de procedencias. ....	8
2.	Edad de selección.....	9
G.	ENSAYO DE PROCEDENCIAS/PROGENIE.....	9
H.	FACTOR DE FORMA .....	9
I.	TIPOS DE FACTORES DE FORMA.....	10
1.	Coeficiente de forma de Schiffel (qs) (“Clase de forma”).....	11
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS. ....	13
A.	CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR. ....	13
1.	Localización del área de estudio .....	13
2.	Ubicación geográfica .....	13
3.	Características climatológicas.....	13
4.	Clasificación ecológica. ....	13
B.	MATERIALES Y EQUIPOS. ....	13
1.	Equipos. ....	13
2.	Herramientas .....	13
C.	METODOLOGÍA .....	13



1.	Diseño experimental. ....	14
2.	Análisis funcional. ....	14
3.	Factores de estudio.....	14
4.	Esquema de análisis de varianza.....	14
5.	Tratamientos en estudio. ....	15
D.	ESPECIFICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.....	16
1.	Especificaciones del campo experimental. ....	16
2.	Forma del área experimental.....	16
E.	MANEJO DEL ENSAYO EN CAMPO.....	16
1.	Georeferenciación del lugar de estudio. ....	16
2.	Etiquetado. ....	17
3.	Marcación del DAP. ....	17
4.	Evaluaciones. ....	17
5.	Manejo de los tratamientos. ....	17
F.	VARIABLES A EVALUAR. ....	18
1.	Registro de las variables dasométricas. ....	18
2.	Evaluación del fenotipo. ....	19
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	25
A.	VARIABLES DASOMÉTRICAS DE NUEVE PROCEDENCIAS DE <i>Gmelina</i> <i>arborea</i> Roxb, (Melina).....	25
1.	Altura total. (HT) .....	25
2.	Diámetro a la altura del cuello. (DAC).....	29

3.	Diámetro a la altura del pecho. (DAP) .....	36
B.	Factores de suelo y clima sobre el desarrollo de <i>G. arborea</i> Roxb. ....	45
1.	Resultados de los análisis de suelos previo al establecimiento del ensayo y al primer año de haber establecido el ensayo. ....	45
2.	Resultados climáticos obtenidos en el periodo de la investigación. ....	47
C.	CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS DE NUEVE PROCEDENCIAS DE <i>Gmelina arborea</i> Roxb, (Melina) .....	50
1.	Factor de forma. ....	50
2.	Forma del fuste. ....	50
3.	Bifurcaciones. ....	51
4.	Ángulo de inserción de las ramas. ....	51
5.	Numero de las ramas.....	52
6.	Forma de la copa.....	52
7.	Vigor de la copa. ....	54
8.	Posición en el dosel.....	54
9.	Presencia de plagas. ....	55
VI.	CONCLUSIONES .....	56
VII.	RECOMENDACIONES.....	57
VIII.	RESUMEN.....	58
IX.	BIBLIOGRAFÍA. ....	60
X.	ANEXOS. ....	63

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1:	Esquema del análisis de varianza de la evaluación dasométricas de nueve procedencias de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	14
Cuadro 2:	Esquema del análisis de varianza molecular para medir diversidad genética en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Cuadro 3:	Codificación de los tratamientos en evaluación.....	15
Cuadro 4:	Análisis de varianza para altura total (HT) a los 12 meses de establecido el ensayo, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	25
Cuadro 5:	Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 12 meses.....	25
Cuadro 6.	Análisis de varianza para altura total (HT) a los 15 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	21
Cuadro 7.	Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 15 meses.....	21
Cuadro 8.	Análisis de varianza para altura total (HT) a los 18 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	22
Cuadro 9.	Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 18 meses.....	22
Cuadro 10.	Análisis de varianza para altura total (HT) a los 21 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	23
Cuadro 11.	Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 21 meses.....	23
Cuadro 12.	Análisis de varianza para altura total (HT) a los 24 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	24
Cuadro 13.	Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 24 meses.....	24
Cuadro 14.	Análisis de varianza para altura total (HT) a los 27 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	25
Cuadro 15.	Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 27 meses.....	25

Cuadro 16.	Análisis de varianza para altura total (HT) a los 30 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	26
Cuadro 17.	Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 30 meses.....	26
Cuadro 18.	Análisis de varianza para diámetro a altura del cuello (DAC) a los 12 meses de establecido el ensayo, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	29
Cuadro 19.	Separación de medias de Tukey al 5% para el DAC, de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 12 meses de establecido el ensayo.....	29
Cuadro 20.	Análisis de varianza para diámetro a altura del cuello (DAC) a los 15 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	30
Cuadro 21.	Separación de medias de Tukey al 5% para el DAC, de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 15 meses.....	30
Cuadro 22.	Análisis de varianza para diámetro a altura del cuello (DAC) a los 18 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	31
Cuadro 23.	Separación de medias de Tukey al 5% para el DAC, de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 18 meses.....	31
Cuadro 24.	Análisis de varianza para diámetro a altura del cuello (DAC) a los 21 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	32
Cuadro 25.	Separación de medias de Tukey al 5% para el DAC, de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 21 meses.....	32
Cuadro 26.	Análisis de varianza para diámetro a altura del cuello (DAC) a los 24 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	33
Cuadro 27.	Separación de medias de Tukey al 5% para el DAC, de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 24 meses.....	33
Cuadro 28.	Análisis de varianza para diámetro a la altura del pecho (DAP) a los 12 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, de establecido del ensayo.....	36
Cuadro 29.	Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 12 meses de establecido el ensayo.....	36
Cuadro 30.	Análisis de varianza para diámetro a altura del pecho (DAP) a los 15 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	37

Cuadro 31.	Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 15 meses.....	37
Cuadro 32.	Análisis de varianza para diámetro a altura del pecho (DAP) a los 18 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	38
Cuadro 33.	Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 18 meses.....	38
Cuadro 34.	Análisis de varianza para diámetro a altura del pecho (DAP) a los 21 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	39
Cuadro 35.	Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 21 meses.....	39
Cuadro 36.	Análisis de varianza para diámetro a altura del pecho (DAP) a los 24 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	40
Cuadro 37.	Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 24 meses.....	40
Cuadro 38.	Análisis de varianza para diámetro a altura del pecho (DAP) a los 27 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	41
Cuadro 39.	Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 27 meses.....	41
Cuadro 40.	Análisis de varianza para diámetro a altura del pecho (DAP) a los 30 meses, en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	42
Cuadro 41.	Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb, a los 30 meses.....	42
Cuadro 42.	Análisis de varianza para factor de forma de los nueve tratamientos en estudio de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	50
Cuadro 43.	Análisis de varianza para forma del fuste de los nueve tratamientos en estudio de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	50
Cuadro 44.	Análisis de varianza para bifurcaciones de los nueve tratamientos en estudio de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	51
Cuadro 45.	Análisis de varianza para ángulo de inserción de las ramas de los nueve tratamientos en estudio de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	51

Cuadro 46. Análisis de varianza para número de las ramas de los nueve tratamientos en estudio de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	52
Cuadro 47. Análisis de varianza para forma de la copa de los nueve tratamientos en estudio de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	52
Cuadro 48. Separación de medias de Tukey al 5% para forma de copa, de nueve procedencias en <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	53
Cuadro 49. Análisis de varianza para vigor de la copa de los nueve tratamientos en estudio de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	54
Cuadro 50. Análisis de varianza para posición en el dosel de los nueve tratamientos en estudio de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	54
Cuadro 51. Análisis de varianza para presencia de plagas de los nueve tratamientos en estudio de <i>Gmelina arborea</i> Roxb.....	55

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1.	Mapa de la distribución de las procedencias dentro del ensayo. ....	13
Figura 2.	Curva de crecimiento en altura total en cm, de las nueve procedencias de Gmelina arborea Roxb.....	28
Figura 3.	Curva de crecimiento en diámetro a la altura del cuello en cm, de las nueve procedencias de Gmelina arborea Roxb. ....	35
Figura 4.	Curva de crecimiento en diámetro a la altura del pecho en cm, de las nueve procedencias de Gmelina arborea Roxb. ....	44
Figura 5.	Resultados de los análisis de suelos (Junio 2015 y Junio 2016) a la profundidad de 0 – 20 cm. ....	45
Figura 6.	Resultados de los análisis de suelos (Junio 2015 y Junio 2016) a la profundidad de 21 – 40 cm. ....	46
Figura 7.	Resultados del pH obtenidos en el análisis de suelo. ....	47
Figura 8.	Incidencia de la precipitación en el desarrollo en altura de Melina. ....	47
Figura 9.	Precipitación sobre incremento en altura de G. arborea. ....	48
Figura 10.	Variación climática durante el periodo de investigación. ....	49

**I. EVALUACIÓN DASOMÉTRICA DE NUEVE PROCEDENCIAS DE *Gmelina arborea* Roxb, (MELINA), EN LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA (EECA-INIAP), PARROQUIA SAN CARLOS, CANTÓN LA JOYA DE LOS SACHAS, PROVINCIA FRANCISCO DE ORELLANA.**

**II. INTRODUCCIÓN.**

La caracterización dasométrica de la especie forestal *Gmelina arborea* Roxb, propuesta en este trabajo, permitió generar información preliminar útil, para la estimación del recurso genético superior, de nueve procedencias introducidas al Ecuador.

La reducción sistemática de los bosques nativos, ha sido provocada por una irracional explotación de los recursos forestales para distintos fines y usos, pero sobre todo para la industria de la madera, siendo el proceso de colonización, el eje principal mediante el cual se evidenció transferencia de tierras para uso agropecuario en detrimento de tierras con aptitud forestal.

Las plantaciones de melina, son inversiones económicamente rentables por ser de rápido crecimiento con fines comerciales, rusticidad, resistente a plagas y enfermedades por ende los productores no quieren arriesgar en el momento de elegir la procedencia de la especie.

La presente investigación contribuyó a generar información dasométricas y el comportamiento de esta especie, a condiciones bioclimáticas de la amazonia, de nueve diferentes procedencias, e identificar, una que presente las mejores características en desarrollo en la zona.



## **A. JUSTIFICACIÓN.**

Para atender a los objetivos del cambio de la matriz productiva y lograr el desarrollo, en el ámbito social, económico y ambiental en nuestro país, el estado ecuatoriano ha manifestado interés de evaluar la adaptación y desarrollo de plantas forestales de rápido crecimiento con fines comerciales, por lo que la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA) a través del Programa Nacional de Forestería evalúa este ensayos para conocer el comportamiento de *Gmelina arborea* Roxb, bajo condiciones climáticas y edáficas de la Amazonia Ecuatoriana, y posteriormente realizar un mejoramiento genético de dicha especie.

Esta investigación desarrolló información inicial dasométricas en un ensayo de nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb, para atender a una de las mayores inquietudes de los investigadores. La información que se generó será una base fundamental para realizar proyecciones y estimaciones futuras.

## **B. OBJETIVOS.**

### **1. Objetivo general.**

Evaluar variables dasométricas de nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb, (Melina), en la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA-INIAP), parroquia San Carlos, cantón La Joya de los Sachas, provincia Francisco de Orellana.

### **2. Objetivos específicos**

- a. Evaluar las variables dasométricas de nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb, (Melina) al segundo año de evaluación.
- b. Analizar la incidencia edafoclimática en el desarrollo de *Gmelina arborea* Roxb, (Melina) al segundo año de evaluación

### **III. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.**

#### **A. *Gmelina arborea* Roxb. (Melina)**

##### **1. Descripción botánica.**

Rojas *et al*, (2004) determinan la siguiente clasificación.

Orden: Lamiales

Familia: Verbenaceae

Género: *Gmelina*

Especie: *arborea*

Nombre Vulgar: melina, hivan, gambar, gamari.

##### **2. Distribución natural.**

Esta especie es nativa de India, Bangladesh, Sri Lanka, Myanmar, Tailandia, sur de China, Laos, Camboya y Sumatra en Indonesia y es una importante fuente maderera en las regiones tropicales y subtropicales de Asia. Naturalmente se desarrolla entre las latitudes 5° N -30° N, desde el sudeste asiático, incluyendo Pakistán hasta Camboya y China meridional. (Rojas *et al*, 2004)

##### **3. Descripción dendrológica.**

Melina es una especie de rápido crecimiento, oportunista en los bosques húmedos y se clasifica como una pionera de vida larga. Su capacidad de rebrote es excelente y los brotes presentan un crecimiento rápido y vigoroso. Es caducifolia, en las zonas secas, puede llegar a medir 30 m de altura y presentar más de 80 cm de diámetro. Crece usualmente con un fuste limpio de 6 hasta 9m y con una copa cónica. (Rojas *et al* 2004)

##### **a.- Copa**

Presenta una copa amplia en sitios abiertos, pero en plantación su copa es densa y compacta.

**b.- Corteza**

Lisa o escamosa, de marrón pálida a grisácea; en árboles de 6-8 años de edad se exfolia en la parte engrosada de la base del tronco y aparece una nueva corteza, de color más pálido y lisa.

**c.- Raíz**

Presenta un sistema radical profundo, aunque puede ser superficial en suelos con capas endurecidas u otros limitantes de profundidad.

**d.- Fuste**

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

**e.- Hojas**

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

**f.- Flores y Frutos**

Numerosas, amarillo-anaranjadas, en racimos, monoicas perfectas, cuya inflorescencia es un racimo o panícula cimosa terminal, cáliz tubular, corola con 4-5 sépalos soldados a la base del ovario, de color amarillo brillante, cáliz 2.5 cm de largo y 4 estambres. Es un fruto carnoso tipo drupa, de forma ovoide u oblonga, carnoso, succulento.

**h.- Semillas**

Las semillas de esta especie se encuentran formando parte del endocarpo del fruto, son de forma elipsoidal, comprimidas, de 7-9 mm de largo; testa color café, lisa, opaca, membranosa, muy delgada; el embrión es recto, comprimido, de color amarillo-crema y

ocupa toda la cavidad de la semilla; los cotiledones son dos, grandes, planos, carnosos y elipsoidales; la radícula es inferior y corta. (Rojas *et al*, 2004)

## **B. IMPORTANCIA ECONÓMICA**

(Rojas *et al*, 2004), mencionan que la madera de la melina es de color crema uniforme tendiendo a pardo amarillento claro, tornándose pardo rojizo con la edad. Existe poca diferencia entre la albura y el duramen. Grano recto a entrecruzado, no presenta olor ni sabor distintivo, con una densidad básica de 0.40 – 0.58, secado fácil. Cuando está seca la madera presenta buena estabilidad debido a que las tasas de contracción son bajas. El secado, se reporta desde bueno y moderadamente rápido hasta lento con ligeros problemas de alabeo.

La madera es de baja durabilidad, el duramen más denso se clasifica como moderadamente durable. La resistencia a las termitas y a los perforadores marinos es variable, pero por lo general la madera se la clasifica como susceptible. Diversos análisis sobre la composición química de la madera han arrojado resultados más o menos similares. El contenido de lignina es de 27%, el de cenizas de 1%, y el contenido de extractivos de 5%. El contenido de holocelulosa es normalmente alto y varía entre 67 y 81%. (Rojas *et al*, 2004)

La pulpa de la melina es de fibra corta, pero son comparativamente muy flexibles. Varios ensayos realizados con madera procedente de Ibadán, Nigeria, para determinar sus propiedades de pulpeo, reportan que con el proceso químico con sulfato se puede esperar una pulpa adecuada para la elaboración de papel de embalaje, de escritura y de imprenta. La pérdida de rendimiento por el blanqueo es relativamente baja, el consumo de agente blanqueador es ínfimo y se produce un papel de alta brillantez. (Rojas *et al*, 2004)

## **C. MANEJO SILVICULTURAL.**

### **1. Poda.**

La poda se puede definir como la supresión de cualquier parte de la planta (hojas, ramas, raíces, yemas, flores, etc), realizado según el criterio del cultivador con el fin de obtener un

resultado determinado en lo referente a seguridad, salud, estética o productividad de la planta (FAO, 2010)

## **2. Tipos de poda.**

Hay tres tipos básicos de poda que se corresponden con las tres etapas de la vida de las plantas:

### **a.- Poda de formación.**

Es la llevada a cabo durante la fase juvenil de la planta. Es la poda más importante quizás, pues lo que se pretende es que la planta desarrolle una estructura adecuada que posiblemente mantendrá durante toda su vida. También se puede pretender con ella acelerar su desarrollo. Se debe hacer de la forma más temprana posible y se puede prolongar durante unos pocos años. En general en esta poda los cortes serán moderados y muchas veces se realizan durante la época vegetativa. (Meza & Torres, 2006)

### **b.- Poda de mantenimiento.**

Se lleva a cabo durante la fase madura de la planta. Con ella se pretende controlar y guiar el desarrollo sobre la estructura básica, retrasar el envejecimiento de la planta y favorecer la floración, tanto en calidad como en cantidad, en las especies cultivadas con este fin. (Meza & Torres, 2006)

## **3. Raleo.**

El raleo consiste en la corta o eliminación de una proporción de los árboles de un rodal, extrayendo aquellos que interfieren en el crecimiento de los árboles seleccionados o definitivos para la cosecha final, y/o cuando no pueden cumplir con la obtención de productos de calidad por su mal crecimiento o mala forma. (Meza & Torres, 2006)

## **D. VARIABLES DASOMÉTRICAS.**

### **1. Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)**

Medición tomada a una altura normal de 1.30 m sobre el nivel del suelo. Pero si los árboles presentan deformaciones a esta altura, entonces se mide el diámetro donde termina la deformación, Instituto Nacional de Bosques. (INAB, 1999)

Se usan varios instrumentos para medir el diámetro de los árboles, las ventajas de cada uno de ellos depende de varias circunstancias, como la posición y el estado de la parte del árbol que vaya a medirse, el grado de precisión requerido y la facilidad de transporte del instrumento. La medición se efectúa directamente en centímetros. Para tener un alto grado de precisión, se acostumbra a registrar las mediciones en decímetros. Si la bifurcación (punto en que se divide el duramen) comienza por debajo de 1,30 m de altura teniendo cada tronco el diámetro requerido será considerado, como un árbol. (INAB, 1999).

La medición del diámetro de cada tronco se tomará a 1,30 m de altura. Si la bifurcación comienza más arriba de 1,30 m, el árbol se contará como uno solo, la medición del diámetro se realiza por tanto por debajo del punto de intersección de la bifurcación. Los brotes de monte bajos se originan entre el nivel del suelo y 1,30 m sobre el tronco de un árbol muerto o cortado. Los brotes de monte bajo que se originan por debajo de 30 cm se miden a 1,30 m sobre el terreno, los que se originan entre 30 cm y 1,30 m o miden a 1.00 m del punto en que se origina. (INAB, 1999).

### **2. Altura del árbol.**

Distancia vertical entre el nivel del suelo y la punta más alta del árbol. Cuando se trata de árboles plantados o establecidos en ladera se mide a partir del punto más elevado del terreno, aunque algunas veces este concepto se modifica, por ejemplo si se toma el nivel medio del suelo (INAB, 1999)

### **3. Altura total.**

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

## **E. TÉCNICAS MORFOLÓGICAS.**

Son características fenotípicas de fácil identificación visual tales como forma, color, tamaño o altura. Muchos de ellos se convierten en importantes descriptores, a la hora de inscribir nuevas variedades. Este tipo de marcadores contribuyó significativamente al desarrollo teórico del ligamiento genético y a la construcción de las primeras versiones de mapas genéticos (Ferreira & Grattapaglia, 2000).

Un carácter puede ser considerado como marcador genético, siempre que demuestre una variación experimentalmente detectable entre los individuos de la población y un modo de herencia predecible según las leyes de Mendel, desde cambios fenotípicos heredables hasta variación en un solo nucleótido. Siendo un marcador ideal aquel que cumple con ser altamente polimórfico o variable dentro y entre especies, de herencia mendeliana no epistática (sin interacción entre genes), insensible a los efectos ambientales, codominante, de rápida identificación y simple análisis y de posible detección en los estadios tempranos del desarrollo de la planta (Ferreira & Gattapaglia, 2000).

## **F. PARÁMETROS GENÉTICOS EN EL MEJORAMIENTO GENÉTICO.**

### **1. A nivel de procedencias.**

Como primer paso en un programa de mejoramiento genético está la realización de ensayos de procedencias. Estos ensayos comprenden hoy día, por lo general, la evaluación de material

procedente de poblaciones donde la especie habita en forma natural (denominadas procedencias o material de origen), así como material procedente de sitios donde la especie fue introducida con éxito (denominadas razas locales o procedencias derivadas). (Rojas *et al* 2004)

## **2. Edad de selección.**

La edad de selección es de suma importancia por la posibilidad de reducir el tiempo de evaluación en campo del material. Se ha registrado con clones de melina, que es posible seleccionar con base en la altura total a los 9 meses de edad. Sin embargo, algunos caracteres cualitativos como rectitud, bifurcaciones y otros, aún podrían no haberse expresado satisfactoriamente a esa edad. (Arias & Zamora, 1999).

Si los objetivos de producción son el papel, combustible, tarimas u otros, con turnos de rotación esperados de 5-6 años, entonces sería posible seleccionar a los 2 años. Si los objetivos de producción son plywood, madera sólida para vigas, muebles u otros usos, con turnos de rotación esperados de 10-12 años, la recomendación es de seleccionar a los 3 años de edad. (Arias & Zamora, 1999).

## **G. ENSAYO DE PROCEDENCIAS/PROGENIE.**

Con el fin de evaluar la variación presente en poblaciones de una misma especie así como en sus individuos se establece estos ensayos incluyendo por lo menos tres poblaciones de cada una de las especies utilizadas. Algunos de estos ensayos se repiten en sitios con características ambientales diferentes con el propósito de evaluar el comportamiento de las mismas familias de poblaciones en condiciones diferentes (Alba, 2007).

## **H. FACTOR DE FORMA**

Según Corvalán & Hernández, (2010), un factor de forma o coeficientes de forma se define como la razón entre un diámetro superior del fuste y un diámetro de referencia, que normalmente es el diámetro a la altura de pecho. La forma del árbol sirve principalmente



para los cálculos de su volumen geométrico. La forma se debe a la disminución del diámetro con el aumento de altura y para valorar se busca la relación del volumen del árbol con el volumen del mismo fuste, por eso se distinguen: El factor volumétrico de forma = volumen del árbol / volumen del sólido geométrico. A este factor se le conoce con distintos nombres: coeficiente mórfo (CM), factor de forma (FF), coeficiente de forma (CF) etc. El f es una relación de volúmenes. Requiere conocerse el volumen de los fustes o de los árboles.

## I. TIPOS DE FACTORES DE FORMA

Algunos coeficientes de forma son los siguientes:

SCHIFFEL (1899) 
$$K_s \left( \frac{d_{05}}{Dap} \right)^2$$

JONSON (1910) 
$$K_j = \frac{d_{05}(h-1.3)}{d}$$

Donde:

**d** = diámetro (DAP)

**d<sub>05</sub>** = diámetro en la mitad del fuste, cm

**d<sub>05</sub> (h-1,3)** = diámetro en la mitad, entre 1,3 y la altura total del árbol, cm

**d<sub>n</sub> 17.3** = diámetro sin corteza, a 17,3 pies (equivalente al final de una troza de 16 pies + tocón, cm)

**d<sub>5</sub>** = diámetro a 5 metros de altura, cm.

**d<sub>01</sub>**=diámetro medio de la primera sección

**d<sub>03</sub>**= diámetro medio de la segunda sección

$d_{07}$ = diámetro medio de la cuarta sección

$d_{09}$ = diámetro medio de la quinta sección

$V$ = volumen del árbol

**Vol. cilindro**= Volumen del árbol. (Corvalán & Hernández, 2010)

### 1. Coeficiente de forma de Schiffel ( $q_s$ ) (“Clase de forma”)

Corresponde a uno de los primeros coeficientes de forma y fue desarrollado por Schiffel en el año 1899. Conceptualmente se define como la proporción del diámetro a la mitad de la altura  $d_{H/2}$  sobre el  $D_{ap}$  (100 %):

$$q_s = \frac{d_{H/2}}{D}$$

El diámetro es asumido como aquel de mayor importancia en la determinación de la forma del fuste y su comparación con un cilindro de igual base y altura. Tiene la deficiencia de generar el mismo resultado para árboles de igual forma pero de alturas diferentes. Para su cálculo las alturas deben ser medidas en forma precisa. (Corvalán & Hernández, 2010)

Existen además algunos problemas para árboles pequeños. Por ejemplo, si el árbol tiene altura total igual a 2,6 m el coeficiente de Schiffel es igual a 1. En estos casos, y en general para rodales con árboles de baja altura, la relación de diámetros es estrecha y el coeficiente pierde sensibilidad a la forma. (Corvalán & Hernández, 2010)

#### IV. MATERIALES Y MÉTODOS.

##### A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR.

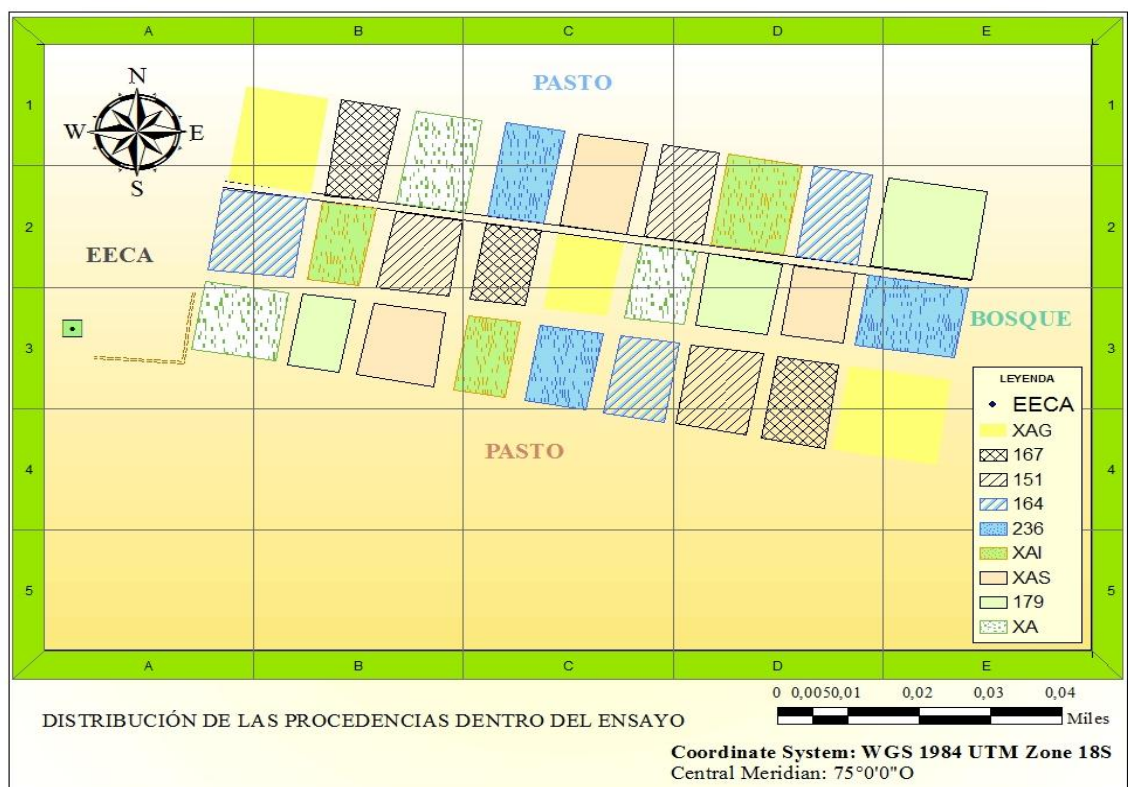
###### 1. Localización del área de estudio

El estudio se realizó en la Estación Experimental Central de Amazonia (EECA- INIAP), ubicada en la parroquia San Carlos, Cantón Joya le los Sachas, provincia de Orellana.

###### 2. Ubicación geográfica

El ensayo se encuentra ubicado geográficamente en la Zona 18S, Datum WGS84, cuyas Coordenadas Proyectadas en UTM, 291698 X y 9962335 Y, altitud de 250 msnm (fuente: GPS).

**Figura 1:** Mapa de la distribución de las procedencias dentro del ensayo.



Elaborado por: (Amendaño, 2017).

### **3. Características climatológicas.**

Las características meteorológicas de la zona son: precipitación 3100 mm/año, heliofanía 1418,2 horas luz, temperatura media anual 24 °C y humedad relativa del 85% (INAMHI, 2010).

### **4. Clasificación ecológica.**

Según Holdrige (1982), la clasificación de la zona de vida del sitio corresponde a bosque húmedo tropical (bhT).

## **B. MATERIALES Y EQUIPOS.**

### **1. Equipos.**

Equipo informático, GPS, cámara fotográfica, software estadístico (R/INFOSTAT).

### **2. Herramientas**

Motosierra, barreno, estacas, libreta de campo, pie de rey, pintura roja, etiquetas, cinta métrica, regla graduada (cm), tijera de podar, machete, guadaña, podadora de altura, gel sílica, fundas plásticas herméticas.

## **C. METODOLOGÍA**

Esta investigación se realizó en el ensayo de nueve procedencias establecido en julio 2015 en la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA), hasta los 30 meses de edad cuando finalizó. La información en campo fue recopilada desde octubre 2016 hasta, diciembre 2017 la cual fue utilizada para el respectivo análisis estadístico.

### 1. Diseño experimental.

Se utilizó el diseño de bloques completos al azar (DBCA) con nueve tratamientos y tres repeticiones. Para las variables cualitativas se aplicó herramientas de estadística descriptiva, y para la variabilidad fenotípica se aplicó el análisis multivariado.

### 2. Análisis funcional.

Los datos obtenidos de las evaluaciones dasométricas por procedencia y por repetición se lo ordenó para poder realizar el análisis en el programa estadístico Infostat 10.1, donde se determinó el coeficiente de variación (CV) en porcentaje y se realizó la prueba de separación de medias de Tukey al 5% de probabilidad

### 3. Factores de estudio.

Nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb, (Melina)

### 4. Esquema de análisis de varianza.

Para las variables paramétricas se aplicó el análisis de varianza como se muestra en el esquema del cuadro 1

**Cuadro 1:** Esquema del análisis de varianza de la evaluación dasométricas de nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb.

Fuente de Variación	Fórmula	GL
Tratamiento	$(r-1)=(9-1)$	8
Repetición	$(b-1)=(3-1)$	2
Error	$(t-1)(r-1)=(2*8)$	16
Total	$(rt-1)$	26

**Elaborado por:** (Amendaño, 2017).

Se aplicó el modelo matemático:  $Y_{ij} = u + t_i + B_j + E_{ij}$

Donde:

- $\mu$  = Parámetro, efecto medio
- $t_i$  = Parámetro, efecto del tratamiento I
- $B_j$  = Parámetro, efecto del bloque j

## 5. Tratamientos en estudio.

Se evaluó nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb (melina), todas provenientes de Costa Rica.

**Cuadro 2:** Codificación de los tratamientos en evaluación.

Código	Procedencia	Derivada	Categoría
XA	Costa Rica	Huerto semillero	A
XAG	Buenos Aires, CR CATIE	Huerto semillero	A
XAI	Buenos Aires, CR CATIE	Huerto semillero	A
XAS	Costa Rica	Huerto semillero	A
151	Buenos Aires, CR CATIE	Huerto semillero clonal	
164	Buenos Aires, CR CATIE	Huerto semillero clonal	
167	Matina, CR CATIE	Rodal semillero	
179	Buenos Aires, CR CATIE	Huerto semillero clonal	
236	Buenos Aires, CR CATIE	Rodal semillero	

**Elaborado por:** (Amendaño, 2017).

## **D. ESPECIFICACIÓN DEL CAMPO EXPERIMENTAL.**

Se trabajó en un ensayo de nueve procedencia de *Gmelina arborea* Roxb, todas provenientes de Costa Rica, diseñado en BCA.

### **1. Especificaciones del campo experimental.**

Número de tratamientos. 9

Número de repeticiones. 3

Número total de unidades experimentales. 27

### **2. Forma del área experimental.**

Forma de las parcelas: Rectangular

Área neta de la UE 225 m<sup>2</sup>

Número de plantas por UE: 48

Número de plantas útiles por procedencia por UE: 25

Número de plantas totales del ensayo: 1224

Área total del ensayo: 1,23 ha

## **E. MANEJO DEL ENSAYO EN CAMPO.**

### **1. Georeferenciación del lugar de estudio.**

Con la ayuda de un GPS se georeferenció toda el área de estudio y la distribución de las procedencias dentro del ensayo. Posterior se realizó un mapa con los puntos obtenidos en campo en el programa Arcgis 10.1.

## **2. Etiquetado.**

Se realizó la identificación y etiquetado de cada uno de los tratamientos y de los tres bloques, un total de 27 tratamientos en estudio.

## **3. Marcación del DAP.**

Se marcó a 1,30 metros sobre el suelo, realizando un anillamiento con pintura roja, a las 25 plantas de la parcela neta de cada unidad experimental por bloque.

## **4. Evaluaciones.**

Las evaluaciones del DAC, DAP y HT, se lo realizó una vez cada tres meses.

## **5. Manejo de los tratamientos.**

### **a. Raleo**

Mediante evaluaciones periódicas se detectó el grado de competencia que tenían las plantas entre si y se procedió a reducir la densidad de acuerdo a la dinámica de crecimiento, desarrollo y competencia que generó la especie en cada una de las fuentes en estudio, se eliminó árboles suprimidos, bifurcados, con torceduras en el fuste, se realizaron dos raleos durante el periodo de estudio.

### **b. Control de malezas**

El ensayo permaneció libre malezas para evitar la competencia por agua y nutrientes entre las la especie forestal, a la vez reducir posibles hospederos de plagas. Para ello, se realizó limpieza manual de la corona y chapia con guadaña cada 60 días para controlar malezas durante periodo de la investigación.



## **F. VARIABLES A EVALUAR.**

### **1. Registro de las variables dasométricas.**

Se evaluó 25 plantas de la parcela neta de cada unidad experimental por bloque, donde se registraron los siguientes parámetros:

#### **a.- Diámetro a la altura del cuello (DAC).**

Se tomó el DAC a 10 cm sobre el suelo con la ayuda de un calibrador y cinta métrica, las evaluaciones se lo realizarán cada tres meses y los datos obtenidos fueron registrados en cm.

#### **b.- Diámetro a la altura del pecho (DAP).**

Se tomó el DAP a 1,30 cm sobre el suelo con la ayuda de un pie de rey y cinta métrica, las evaluaciones se lo realizarán cada tres meses y los datos obtenidos fueron registrados en cm.

#### **c.- Altura total (HT).**

Se tomó con una regla graduada en cm de lectura automática, tomando desde la base del árbol hasta su ápice, estas evaluaciones se realizarán cada tres meses y los datos serán registrados en cm.

#### **d.- Características climáticas.**

Se solicitó a la Estación Meteorológica de la Estación Experimental Central de la Amazonia los datos en físicos para ser digitalizados de: temperatura máxima (°C), temperatura mínima (°C), evaporación (mm) y precipitación (mm) desde la fecha de implementación del ensayo hasta la culminación de esta investigación. Los datos fueron utilizados para el análisis de la influencia de las variables climáticas sobre el desarrollo del ensayo.

### **e.- Características edáficas**

Se registró datos de fertilidad del suelo al inicio y final del periodo de evaluación en el ensayo a dos profundidades (0-20cm y 20,1 -40cm); a través del muestreo sistemático, siguiendo transeptos en forma de zigzag en todo el ensayo, donde se tomaran las sub muestras del suelo por profundidad con un barreno de tubo, estas sub-muestras se mezclaran y se obtendrá una muestra compuesta, de esta muestra compuesta se tomará 1kg de suelo, se identificará y se trasladará al laboratorio de suelos de la EECA, quien se encargará de realizar la determinación de macronutrientes, MO y pH.

### **2. Evaluación del fenotipo.**

Para la caracterización fenotípica se evaluó;

- |                            |                          |                         |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------|
| a) forma del fuste.        | d) forma de la copa      | g) presencia de plagas. |
| b) bifurcaciones.          | e) vigor de la copa.     | h) factor de forma      |
| c) inserción de las ramas. | f) posición en el dosel. |                         |

Donde se dio una valoración de 1 como malo y 6 como excelente, se realizó una sola evaluación.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### A. Variables dasométricas de nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb, (Melina)

#### 1. Altura total. (HT)

**Cuadro 3: Análisis de varianza para altura total (HT) a los 12 meses de establecido el ensayo, en *Gmelina arborea* Roxb.**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>
PROCEDENCIAS	104591	8	13073,94	1332,92	<0,0001 **
REPETICIONES	9,62	2	4,81	0,49	0,6213 ns
Error	156,94	16	9,81		
Total	104758,09	26			

**C.V. 5,47%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para la altura total a los 12 meses de establecido el ensayo, (Cuadro 3), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 5,47%

**Cuadro 4: Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 12 meses.**

<u>PROCEDENCIAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>RANGO</u>
XAG	638,98	A
164	622,38	A B
XAS	587,90	B C
XA	581,74	B C
167	580,48	B C D
179	575,79	B C D
236	571,96	C D
XAI	543,48	C D
151	531,30	D

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable altura total de los nueve tratamientos presentaron cuatro rangos de información (Cuadro 4). En el rango A, se encuentra la procedencia XAG (Huerto semillero, categoría A) con una media de 638,98 cm superior a las demás, mientras que en rango D, se encuentra el código 151 (Huerto semillero clonal) con una media de 531.30 cm inferior al resto.

**Cuadro 5. Análisis de varianza para altura total (HT) a los 15 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
PROCEDENCIAS	46704,01	8	5838,00	564,33	<0,0001 **
REPETICIONES	8,05	2	4,02	0,39	0,6840 ns
Error	165,52	16	10,34		
Total	46877,58	26			

**C.V. 5,27%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para la altura total a los 15 meses, (Cuadro 5), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 5,27%

**Cuadro 6. Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 15 meses.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
XAS	836,86	A
XAG	831,29	A
164	813,39	A B
XA	771,55	B C
179	768,28	B C
151	757,10	B C
XAI	734,99	C
167	730,77	C
236	725,52	C

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable altura total de los nueve tratamientos presentaron tres rangos de información (Cuadro 6). En el rango A, se encuentra la procedencia XAS (Huerto semillero, categoría A) con una media de 836,86 cm superior a las demás, mientras que en rango C, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 725,52 cm inferior al resto.

**Cuadro 7. Análisis de varianza para altura total (HT) a los 18 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
PROCEDENCIAS	92071,54	8	11508,94	38,14	<0,0001 **
REPETICIONES	533,29	2	266,65	0,88	0,4325 ns
Error	4828,03	16	301,75		
Total	97432,87	26			

**C.V. 5,03%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para la altura total a los 18 meses, (Cuadro 7), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 5,03%.

**Cuadro 8. Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 18 meses.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
XAG	1028,47	A
164	987,94	A B
179	976,36	A B
XAS	975,80	A B
XA	941,82	B C
151	905,19	C
XAI	901,57	C
167	894,48	C
236	822,31	D

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable altura total de los nueve tratamientos presentaron cuatro rangos de información (Cuadro 8). En el rango A, se encuentra la procedencia XAG (Huerto semillero, categoría A) con una media de 1028,47 cm superior a las demás, mientras que en rango C, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 822,31 cm inferior al resto.

**Cuadro 9. Análisis de varianza para altura total (HT) a los 21 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	163065,09	8	20383,14	1408,23	<0,0001	**
REPETICIONES	12,55	2	6,28	0,43	0,6556	ns
Error	231,59	16	14,47			
Total	163309,23	26				

**C.V. 5,06%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para la altura total a los 21 meses, (Cuadro 9), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 5,06%

**Cuadro 10. Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 21 meses.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
XAG	1227,93	A
164	1214,56	A B
151	1157,46	A B C
XAS	1146,52	A B C
179	1142,55	B C
XA	1107,79	C
XAI	1100,82	C
167	1085,68	C
236	977,65	D

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable altura total de los nueve tratamientos presentaron cuatro rangos de información (Cuadro 10). En el rango A, se encuentra la procedencia XAG (Huerto semillero categoría A) con una media de 1227,93 cm superior a las demás, mientras que en el rango D, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 977,65 cm inferior al resto.

**Cuadro 11. Análisis de varianza para altura total (HT) a los 24 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
PROCEDENCIAS	73740,93	8	9217,62	809,38	<0,0001 **
REPETICIONES	7,67	2	3,84	0,34	0,7189 ns
Error	182,22	16	11,39		
Total	73930,82	26			

**C.V. 4,39%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para la altura total a los 24 meses, (Cuadro 11), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 4,39%

**Cuadro 12. Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 24 meses.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
XAG	1441,28	A
164	1417,73	A B
179	1399,98	A B C
XAS	1384,63	A B C
151	1369,74	B C
XA	1355,60	B C
XAI	1334,22	C D
167	1283,29	D E
236	1232,33	E

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable altura total de los nueve tratamientos presentaron cinco rangos de información (Cuadro 12). En el rango A, se encuentra la procedencia XAG (Huerto semillero, A) con una media de 1441,28 cm superior a las demás, mientras que en el rango E, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 1232,33 cm inferior al resto.

**Cuadro 13. Análisis de varianza para altura total (HT) a los 27 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
PROCEDENCIAS	87750,29	8	10968,79	29,36	<0,0001 **
REPETICIONES	845,64	2	422,82	1,13	0,3469 ns
Error	5977,02	16	373,56		
Total	94572,95	26			

**C.V. 3,10%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para la altura total a los 27 meses, (Cuadro 14), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 3,10%.

**Cuadro 14. Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 27 meses.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
XAG	1532,86	A
179	1514,99	A
164	1514,17	A
XA	1499,41	A B
151	1484,15	A B
XAS	1445,00	B
167	1442,68	B
XAI	1437,37	B
236	1352,98	C

**Elaborado por:** Amendaño, 2018



Según la prueba de Tukey al 5% para la variable altura total de los nueve tratamientos presentaron tres rangos de información (Cuadro 14). En el rango A, se encuentra la procedencia XAG (Huerto semillero categoría A) con una media de 1532,86 cm superior a las demás, mientras que en el rango E, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 1352,98 cm inferior al resto.

**Cuadro 15. Análisis de varianza para altura total (HT) a los 30 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	
PROCEDENCIAS	70300,62	8	8787,58	3558,99	<0,0001	**
REPETICIONES	22,62	2	11,31	4,58	0,0667	ns
Error	39,51	16	2,47			
Total	70362,75	26				

**C.V. 5,47%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para la altura total a los 30 meses, (Cuadro 15), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 5,47%

**Cuadro 16. Separación de medias de Tukey al 5% para la altura total (HT) de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 30 meses.**

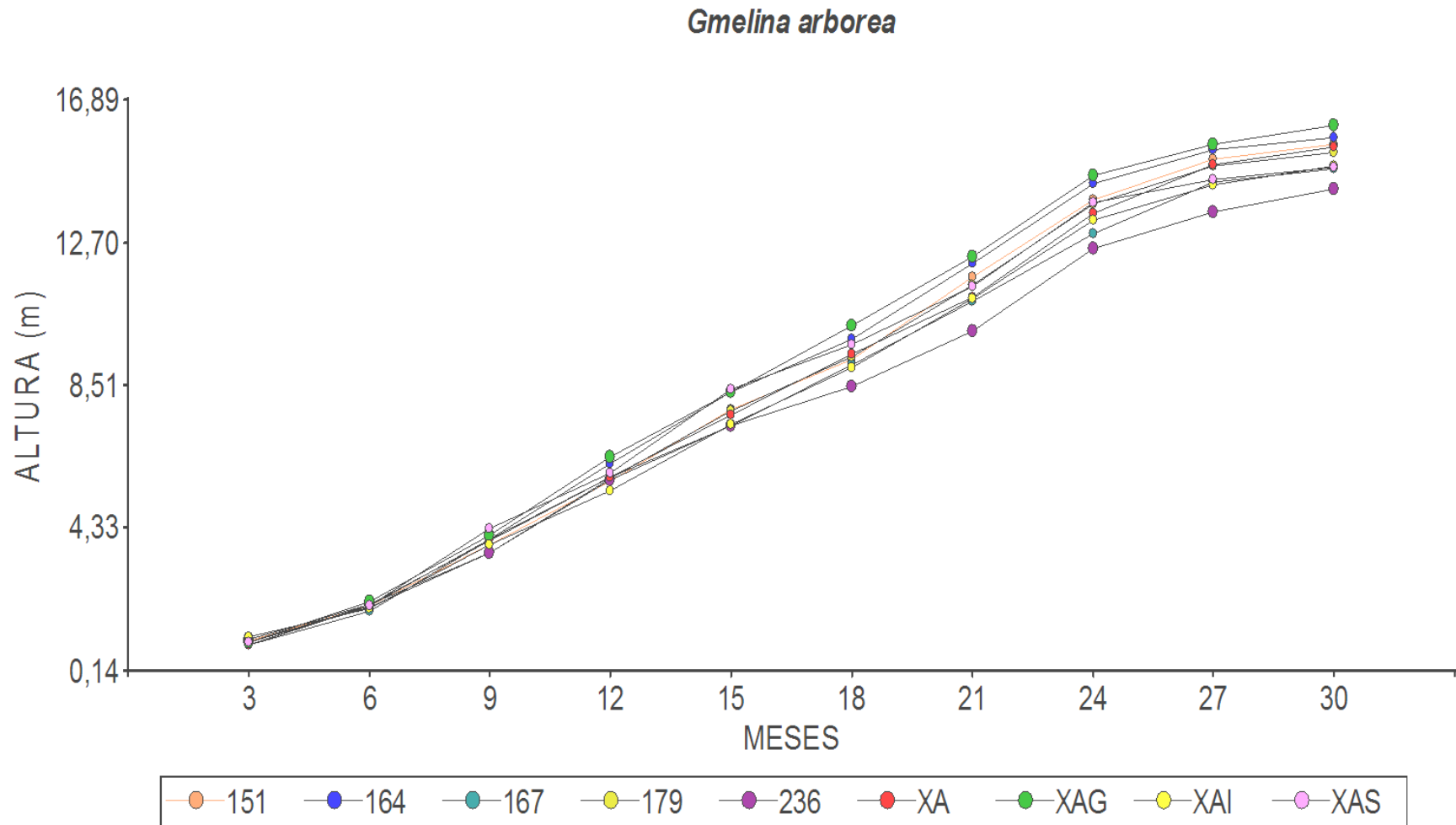
<u>PROCEDENCIAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>RANGO</u>
XAG	1587,09	A
179	1558,15	A B
XA	1551,58	A B
164	1550,80	A B
151	1529,22	A B C
XAI	1494,97	B C
167	1485,09	C
XAS	1481,25	C
236	1408,16	D

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable altura total de los nueve tratamientos presentaron cuatro rangos de información (Cuadro 16). En el rango A, se encuentra la procedencia XAG (Huerto semillero categoría A) con una media de 1587,09 cm superior a las demás, mientras que en el rango D, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 1408,16 cm inferior al resto.

En la figura N° 2. Se detalla el desarrollo en altura total (cm) de las nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb, el mejor desarrollo al final del periodo de estudio fue XAG, con 16,13 m., que proviene de un Huerto Semillero categoría A, de Buenos Aires CR, CATIE, y con menor desarrollo fue la 236, con 14,08 m., que es proveniente de un Rodal Semillero, de Matina CR, CATIE, estos resultados obtenidos en el ensayo de melina supera con 4,8 m, a lo mencionado por Rojas *et al*, (2004). Que la altura media alcanzado en un rodal en dos años es de 11m, esto se debe sin duda al manejo silvicultural que se le da al ensayo, como limpieza de malezas, podas y raleos al igual que las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la especie.

Figura 2. Curva de crecimiento en altura total en m, de las nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb.



Elaborado por: Amendaño, 2018

## 2. Diámetro a la altura del cuello. (DAC)

**Cuadro 17. Análisis de varianza para diámetro a altura del cuello (DAC) a los 12 meses de establecido el ensayo, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
PROCEDENCIAS	2,33	8	0,29	1,02	<0,0001 **
REPETICIONES	7,64	2	3,82	13,36	0,4628 ns
Error	4,58	16	0,29		
Total	14,55	26			

**C.V. 5,20%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro a la altura del cuello, a los 12 meses, (Cuadro 17), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 5,20%

**Cuadro 18. Separación de medias de Tukey al 5% para el DAC, de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 12 meses de establecido el ensayo.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
XA	10,62	A
164	10,58	A
XAS	10,47	A
XAG	10,45	A B
167	10,38	A B
179	10,08	A B
XAI	10,03	A B
151	9,84	B
236	9,67	C

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable diámetro a la altura del cuello, de los nueve tratamientos presentaron rangos de información (Cuadro 18). En el rango A, se encuentra la procedencia XA (Huerto semillero, categoría A) con una media de 10,62 cm superior a las

demás, mientras que en el rango C, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 9,67 cm inferior al resto.

**Cuadro 19. Análisis de varianza para diámetro a altura del cuello (DAC) a los 15 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	2,99	8	0,37	0,77	<0,0001	**
REPETICIONES	3,53	2	1,76	3,64	0,0572	ns
Error	7,75	16	0,48			
Total	14,26	26				

**C.V. 5,42%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro a la altura del cuello, a los 15 meses, (Cuadro 19), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 5,20%

**Cuadro 20. Separación de medias de Tukey al 5% para el DAC, de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 15 meses.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
XAG	13,27	A
XAS	13,12	A
164	13,08	A
XAI	12,87	A
XA	12,73	A
151	12,65	A
179	12,30	B
236	12,27	B
167	12,13	C

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable, diámetro a la altura del cuello, de los nueve tratamientos presentaron tres rangos de información (Cuadro 20). En el rango A, se encuentra la procedencia XAG (Huerto semillero, categoría A) con una media de 13,27 cm superior a las demás, mientras que en el rango C, se encuentra el código 167 (Rodal semillero) con una media de 12,13 cm inferior al resto.

**Cuadro 21. Análisis de varianza para diámetro a altura del cuello (DAC) a los 18 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	3,29	8	0,41	0,91	<0,0001	**
REPETICIONES	2,74	2	1,37	3,04	0,0763	ns
Error	7,23	16	0,45			
Total	13,26	26				

**C.V. 4,72%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro a la altura del cuello, a los 18 meses, (Cuadro 21), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 4,72%

**Cuadro 22. Separación de medias de Tukey al 5% para el DAC, de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 18 meses.**

PROCEDENCIA	MEDIAS	RANGO
XAG	14,51	A
164	14,47	A
XAI	14,46	A
179	14,28	A B
XA	14,26	A B
XAS	14,23	A B
151	14,22	A B
167	13,73	B
236	13,27	C

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable, diámetro a la altura del cuello, de los nueve tratamientos presentaron tres rangos de información (Cuadro 22). En el rango A, se encuentra la procedencia XAG (Huerto semillero, categoría A) con una media de 14,51 cm superior a las demás, mientras que en el rango C, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 13,27 cm inferior al resto.

**Cuadro 23. Análisis de varianza para diámetro a altura del cuello (DAC) a los 21 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	30,83	8	3,85	2,16	<0,0001	**
REPETICIONES	2,96	2	1,48	0,83	0,4552	ns
Error	28,60	16	1,79			
Total	62,39	26				

**C.V. 7,23%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro a la altura del cuello, a los 21 meses, (Cuadro 23), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 7,23%

**Cuadro 24. Separación de medias de Tukey al 5% para el DAC, de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 21 meses.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
XAS	19,93	A
151	19,75	A
XA	18,87	A B
164	18,59	A B
XAI	18,51	A B
179	18,16	A B
XAG	17,98	A B
167	17,14	B
236	16,62	C

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable, diámetro a la altura del cuello, de los nueve tratamientos presentaron tres rangos de información (Cuadro 24). En el rango A, se encuentra la procedencia XAS (Huerto semillero, A) con una media de 19,93 cm superior a las demás, mientras que en el rango C, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 16,62 cm inferior al resto.

**Cuadro 25. Análisis de varianza para diámetro a altura del cuello (DAC) a los 24 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	18,97	8	2,37	66,58	<0,0001	**
REPETICIONES	0,06	2	0,03	0,86	0,4436	ns
Error	0,57	16	0,04			
Total	19,60	26				

**C.V. 5,64%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro a la altura del cuello, a los 24 meses, (Cuadro 25), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 5,64%

**Cuadro 26. Separación de medias de Tukey al 5% para el DAC, de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 24 meses.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
XAS	22,39	A
164	21,99	A
XAI	21,33	A B
151	21,27	A B
XA	20,92	A B
179	20,90	A B
XAG	20,69	A B
167	20,46	B
236	19,40	C

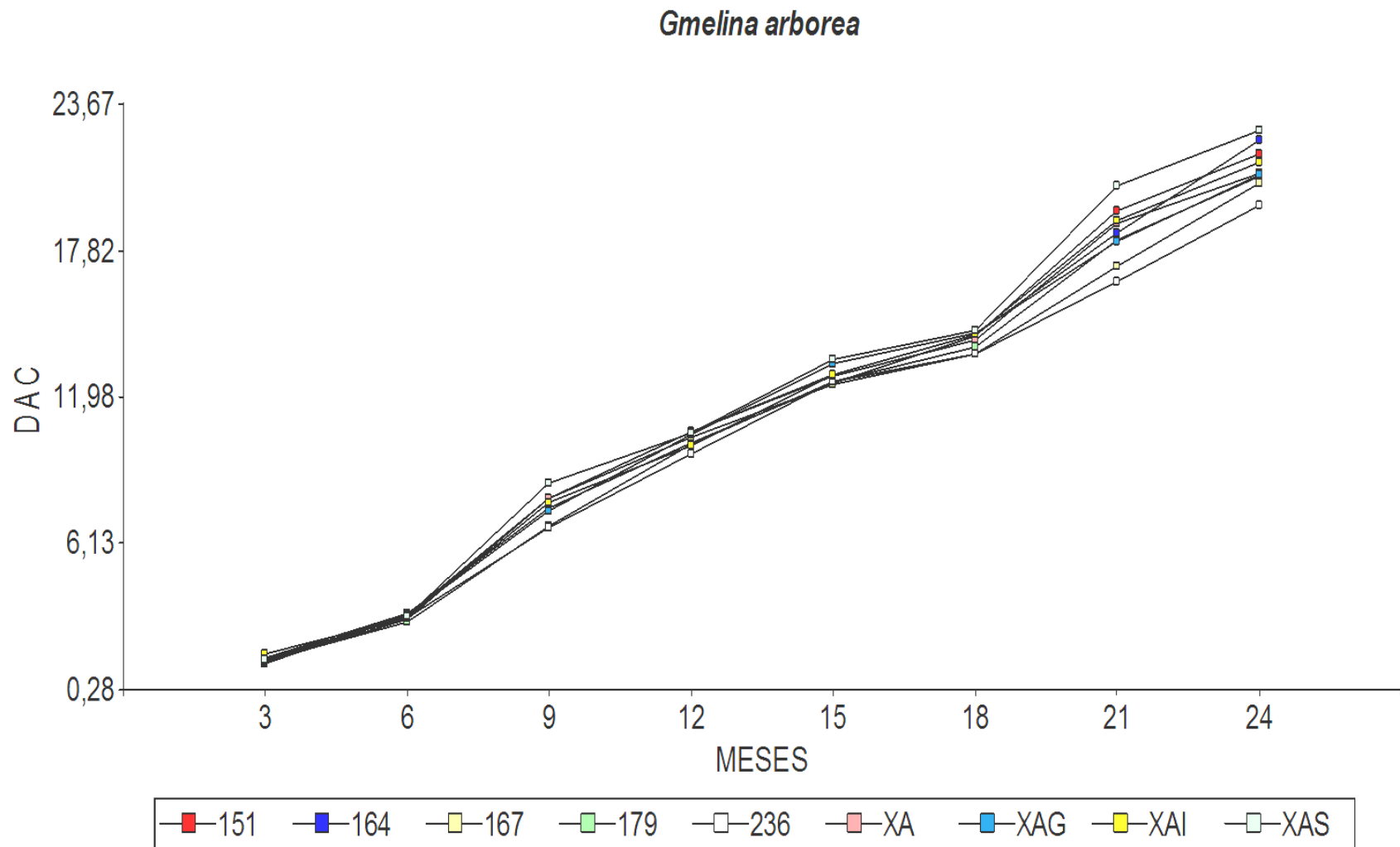
**Elaborado por:** Amendaño, 2018



Según la prueba de Tukey al 5% para la variable, diámetro a la altura del cuello, de los nueve tratamientos presentaron tres rangos de información (Cuadro 26). En el rango A, se encuentra la procedencia XAS (Huerto semillero, A) con una media de 22,39 cm superior a las demás, mientras que en el rango C, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 19,40 cm inferior al resto.

En la figura N° 3. Se detalla el desarrollo en diámetro a la altura del cuello (cm) de las nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb, el mejor desarrollo al final del periodo fue XAS, con 22,38 cm, que es proviene de un Huerto Semillero, Categoría A, de Buenos Aires CR, CATIE, y con menor desarrollo fue el código 236, con 19,40 cm, que es proveniente de un Huerto Semillero Clonal, de Buenos Aires CR, CATIE. Los resultados obtenidos en el ensayo de melina, supera con 6 cm, a lo mencionado por Valerio, (1986). Que el DAC medio alcanzado en un rodal en dos años, está entre 16 cm, esto se debe sin duda al manejo silvicultural que se le da al ensayo, como limpieza de malezas, podas y raleos al igual que las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la especie.

Figura 3. Curva de crecimiento en diámetro a la altura del cuello en cm, de las nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb.



Elaborado por: Amendaño, 2018

### 3. Diámetro a la altura del pecho. (DAP)

**Cuadro 27. Análisis de varianza para diámetro a la altura del pecho (DAP) a los 12 meses, en *Gmelina arborea* Roxb, de establecido del ensayo.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	2,26	8	0,28	0,87	<0,0001	**
REPETICIONES	3,75	2	1,87	5,77	0,4278	ns
Error	5,20	16	0,32			
Total	11,20	26				

**C.V. 7,42%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro a la altura del pecho, a los 12 meses, (Cuadro 27), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 7,42%

**Cuadro 28. Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 12 meses de establecido el ensayo.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
XA	7,96	A
164	7,92	A
XAG	7,90	A
XAS	7,84	A
167	7,84	A
XAI	7,64	A B
179	7,45	A B
151	7,15	B
236	7,01	C

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable, diámetro a la altura del pecho, de los nueve tratamientos presentaron tres rangos de información (Cuadro 28). En el rango A, se encuentra la procedencia XA (Huerto semillero, categoría A) con una media de 7,96 cm superior a las

demás, mientras que en el rango C, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 7,01 cm inferior al resto.

**Cuadro 29. Análisis de varianza para diámetro a altura del pecho (DAP) a los 15 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
PROCEDENCIAS	3,53	8	0,44	1,45	<0,0001 **
REPETICIONES	1,61	2	0,80	2,65	0,8607 ns
Error	4,86	16	0,30		
Total	9,99	26			

**C.V. 5,70%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro a la altura del pecho, a los 15 meses, (Cuadro 29), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 5,70%

**Cuadro 30 Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 15 meses.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
164	10,10	A
XAS	10,07	A
XAG	9,82	A B
XA	9,74	A B
XAI	9,55	A B
167	9,51	A B
151	9,39	A B
179	9,19	B
236	9,07	C

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable, diámetro a la altura del pecho, de los nueve tratamientos presentaron tres rangos de información (Cuadro 30). En el rango A, se encuentra la procedencia 164 (Huerto semillero clonal) con una media de 10,10 cm superior a las demás, mientras que en el rango C, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 9,07 cm inferior al resto.

**Cuadro 31. Análisis de varianza para diámetro a altura del pecho (DAP) a los 18 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
PROCEDENCIAS	4,51	8	0,56	1,57	<0,0001 **
REPETICIONES	1,91	2	0,96	2,66	0,1009 ns
Error	5,76	16	0,36		
Total	12,18	26			

**C.V. 5,44%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro a la altura del pecho, a los 18 meses, (Cuadro 31), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 5,44%.

**Cuadro 32. Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 18 meses.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
164	11,42	A
XAS	11,21	A
XAG	11,20	A
179	11,12	A
XA	11,11	A
XAI	10,95	A
151	10,78	A B
167	10,72	B
236	9,99	C

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable, diámetro a la altura del pecho, de los nueve tratamientos presentaron tres rangos de información (Cuadro 32). En el rango A, se encuentra la procedencia 164 (Huerto semillero clonal) con una media de 11,42 cm superior a las demás, mientras que en el rango C, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 9,99 cm inferior al resto.

**Cuadro 33. Análisis de varianza para diámetro a altura del pecho (DAP) a los 21 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	15,39	8	1,92	3,21	<0,0001	**
REPETICIONES	0,12	2	0,06	0,10	0,9050	ns
Error	9,60	16	0,60			
Total	25,11	26				

**C.V. 5,65%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro a la altura del pecho, a los 21 meses, (Cuadro 33), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 5,65%

**Cuadro 34. Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 21 meses.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
XAS	14,35	A
151	14,34	A
164	14,21	A
XA	14,12	A
XAI	13,83	A
179	13,72	A B
XAG	13,66	A B
167	12,80	B
236	11,86	C

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable, diámetro a la altura del pecho, de los nueve tratamientos presentaron tres rangos de información (Cuadro 34). En el rango A, se encuentra la procedencia XAS (Huerto semillero, categoría A) con una media de 14,35 cm superior a las demás, mientras que en el rango C, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 11,86 cm inferior al resto.

**Cuadro 35. Análisis de varianza para diámetro a altura del pecho (DAP) a los 24 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

<u>F.V.</u>	<u>SC</u>	<u>gl</u>	<u>CM</u>	<u>F</u>	<u>p-valor</u>	
PROCEDENCIAS	17,74	8	2,22	53,85	<0,0001	**
REPETICIONES	0,07	2	0,03	0,82	0,4575	ns
Error	0,66	16	0,04			
Total	18,46	26				

**C.V. 6,08%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro a la altura del pecho, a los 24 meses, (Cuadro 35), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 6,08%

**Cuadro 36. Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 24 meses.**

<u>PROCEDENCIAS</u>	<u>MEDIAS</u>	<u>RANGO</u>
XAS	16,28	A
164	16,14	A
XA	15,88	A
XAI	15,78	A
XAG	15,64	A
179	15,52	A B
151	15,47	A B
167	15,26	B
236	13,68	C

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable, diámetro a la altura del pecho, de los nueve tratamientos presentaron tres rangos de información (Cuadro 36). En el rango A, se encuentra la procedencia XAS (Huerto semillero, categoría A) con una media de 16,28 cm superior a las demás, mientras que en el rango C, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 13,68 cm inferior al resto.

**Cuadro 37. Análisis de varianza para diámetro a altura del pecho (DAP) a los 27 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	14,26	8	1,78	1,68	<0,0001	**
REPETICIONES	2,36	2	1,18	1,12	0,3515	ns
Error	16,94	16	1,06			
Total	33,56	26				

**C.V. 6,09%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro a la altura del pecho, a los 27 meses, (Cuadro 37), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 6,09%

**Cuadro 38. Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 27 meses.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
XAS	17,76	A
XAI	17,33	A
164	17,30	A
XA	17,14	A B
151	16,83	A B
179	16,72	A B
XAG	16,62	A B
167	16,16	B
236	15,09	C

**Elaborado por:** Amendaño, 2018



Según la prueba de Tukey al 5% para la variable, diámetro a la altura del pecho, de los nueve tratamientos presentaron tres rangos de información (Cuadro 38). En el rango A, se encuentra la procedencia XAS (Huerto semillero, A) con una media de 17,76 cm superior a las demás, mientras que en el rango C, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 15,06 cm inferior al resto.

**Cuadro 39. Análisis de varianza para diámetro a altura del pecho (DAP) a los 30 meses, en *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
PROCEDENCIAS	14,94	8	1,87	1,73	<0,0001 **
REPETICIONES	3,72	2	1,86	1,72	0,2101 ns
Error	17,30	16	1,08		
Total	35,96	26			

**C.V. 5,89%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para el diámetro a la altura del pecho, a los 30 meses, (Cuadro 39), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por lo cual se procedió a realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 5,64%.

**Cuadro 40. Separación de medias de Tukey al 5% para el DAP, de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb, a los 30 meses.**

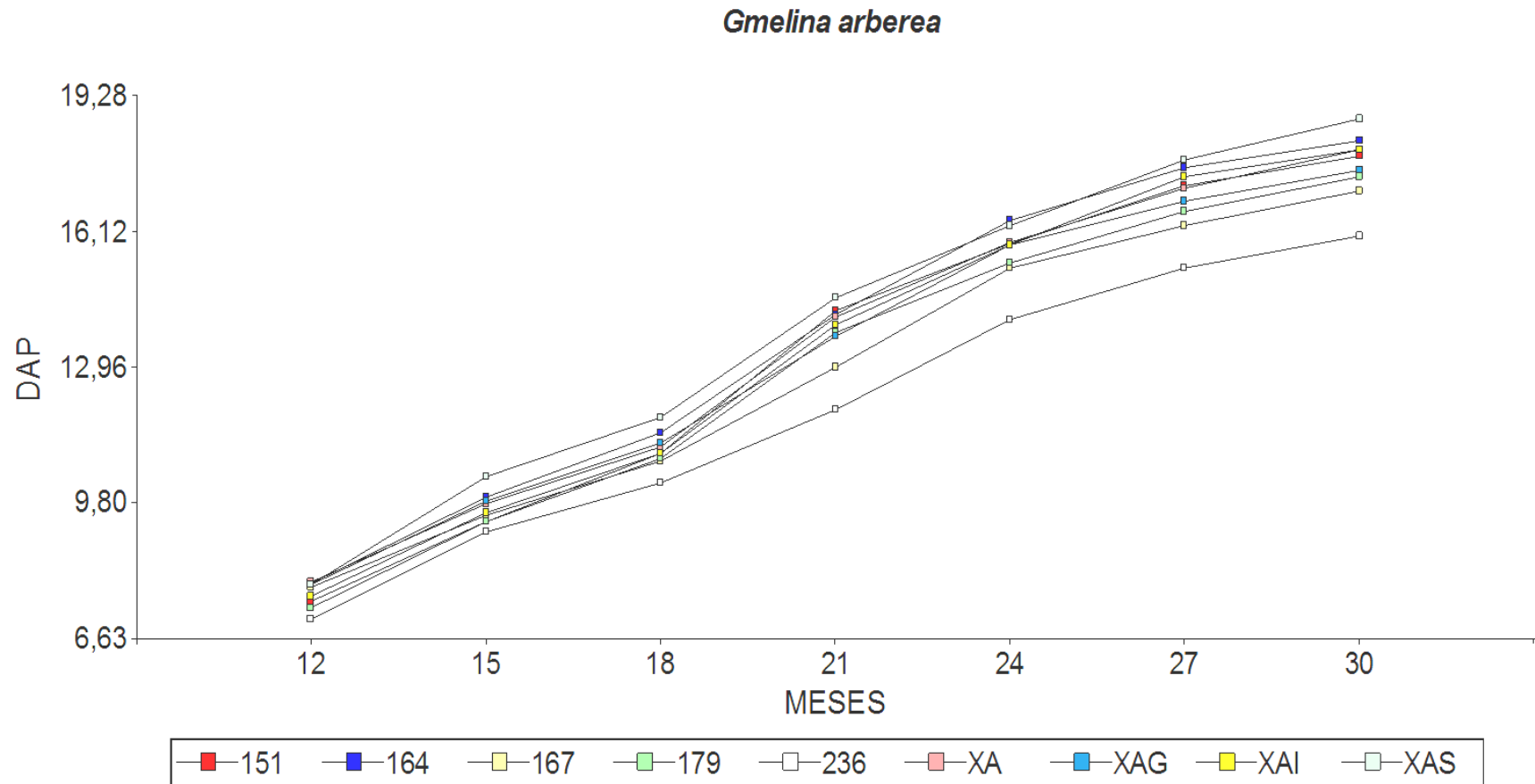
PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
XAS	18,57	A
XA	18,03	A
XAI	17,98	A
164	17,87	A
179	17,55	A B
151	17,50	A B
XAG	17,30	A B
167	16,93	B
236	15,64	C

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable, diámetro a la altura del pecho, de los nueve tratamientos presentaron tres rangos de información (Cuadro 40). En el rango A, se encuentra la procedencia XAS (Huerto semillero, categoría A) con una media de 18,57 cm superior a las demás, mientras que en el rango C, se encuentra el código 236 (Rodal semillero) con una media de 15,64 cm inferior al resto.

En la figura No. 4. Se detalla el desarrollo en diámetro a la altura del pecho (cm) de las nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb, el mejor desarrollo al final del periodo es la XAS, con 18,57 cm, que es proviene de un Huerto Semillero categoría A, de Buenos Aires CR, CATIE, y el con menor desarrollo fue el código 236, con 15,64 cm, que es proveniente de un Rodal Semillero, de Matina CR, CATIE. Los resultados obtenidos en el ensayo de melina supera con 5 cm, de lo mencionado por Arias, (2010). Que el DAP medio alcanzado en un rodal en dos años, es de 11 cm., esto se debe sin duda al manejo silvicultural que se le da al ensayo, como limpieza de malezas, podas y raleos al igual que las condiciones climáticas favorables para el desarrollo de la especie como temperatura y precipitación.

Figura 4. Curva de crecimiento en diámetro a la altura del pecho en cm, de las nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb.

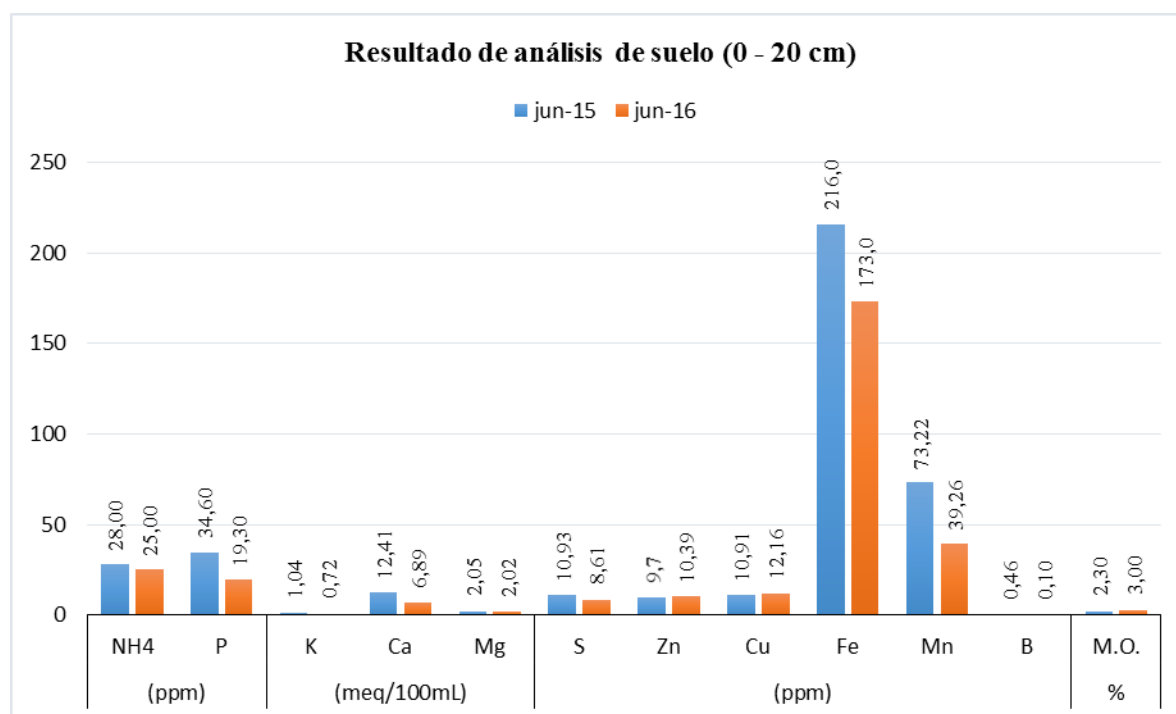


Elaborado por: Amendaño, 2018

## B. FACTORES DE SUELO Y CLIMA SOBRE EL DESARROLLO DE *G. arborea* Roxb.

### 1. Resultados de los análisis de suelos previo al establecimiento del ensayo y al primer año de haber establecido el ensayo.

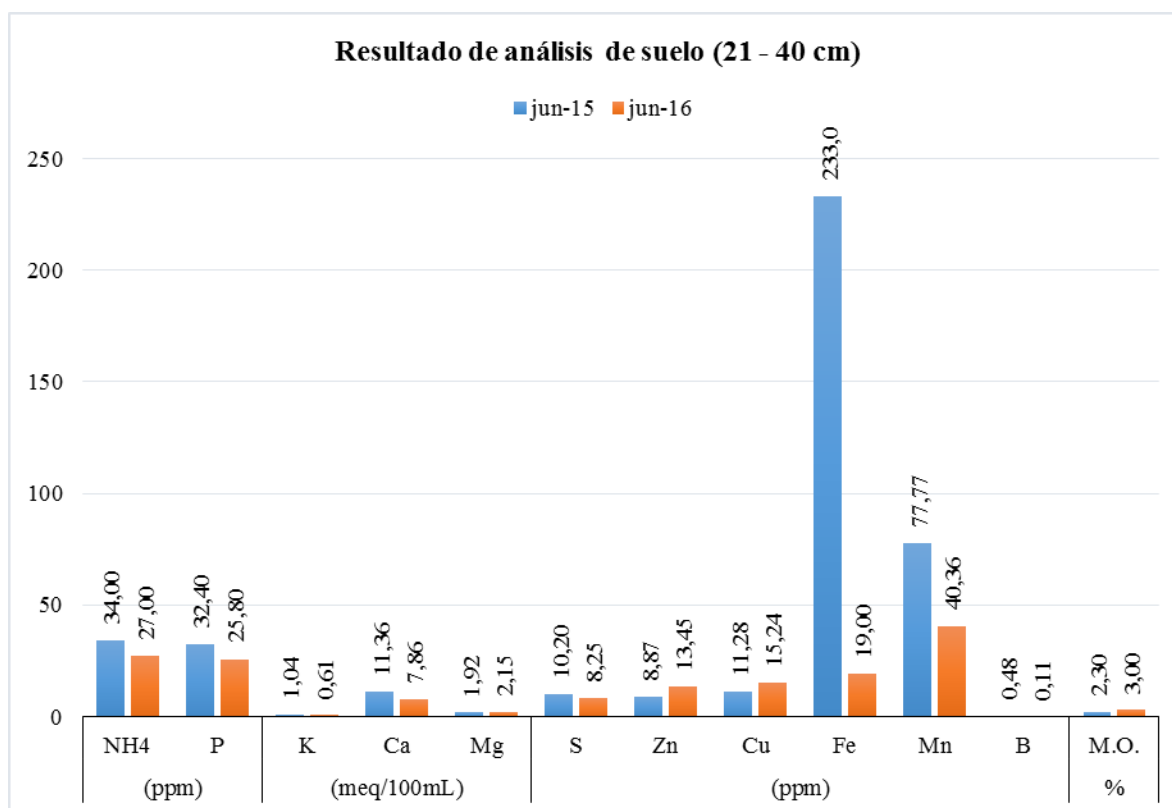
**Figura 5. Resultados de los análisis de suelos (Junio 2015 y Junio 2016) a la profundidad de 0 – 20 cm.**



**Elaborado por:** Amendaño, 2018

En la figura 5. Se detalla los resultados del análisis de suelos, a profundidad de 0 – 20 cm obtenidos en Junio 2015 y Junio 2016, realizados en el departamento de suelos de la estación, los elementos primarios como el N, P y K, existe un desgaste mínimo de 28,00 a 25,00ppm, de 34 a 19,30ppm y de 1,04 a 0,72 meq/100mL respectivamente, esto se da por la asimilación de la especie en evaluación, sin embargo existe una regulación notable en el Fe, de 216,00 a 173,00 ppm, causado por el ensayo, ya que la gran concentración de hierro es característico de los suelos de la amazonia, a diferencia de la materia orgánica que aumenta de 2,30 a 3,00% esto debido al aporte de material vegetal del ensayo por podas, raleos y procesos biológicos los arboles

**Figura 6. Resultados de los análisis de suelos (Junio 2015 y Junio 2016) a la profundidad de 21 – 40 cm.**

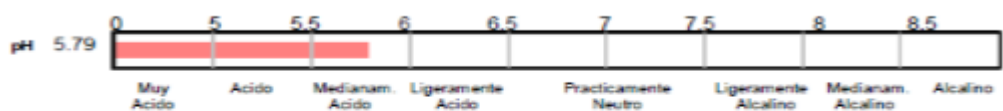


Elaborado por: Amendaño, 2018

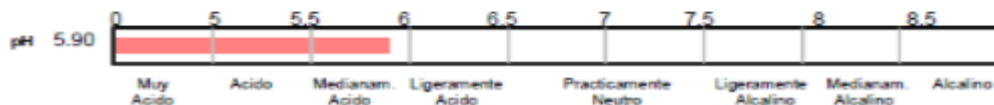
Según la figura 6. Se detalla los resultados del análisis de suelos a la profundidad de 21 – 40 cm obtenidos en Junio 2015 y Junio 2016 respectivamente, realizados en el departamento de suelos de la estación, los elementos primarios como el N, P y K, existe un desgaste mínimo de 34,00 a 27,00ppm, de 32 a 25,80 ppm, de 1,04 a 0,61 meq/100mL respectivamente, esto se da por la asimilación de la especie en evaluación, sin embargo existe una regulación notable en el Fe, de 233,00 a 19,00 ppm, causado por el ensayo, ya que la gran concentración de hierro es característico de los suelos de la amazonia, a diferencia de la materia orgánica que aumenta de 2,30 a 3,00 % esto debido al aporte de material vegetal del ensayo por podas, raleos y procesos biológicos los árboles.

**Figura 7. Resultados del pH obtenidos en el análisis de suelo.**

Profundidad 0 – 20 cm



Profundidad 21 – 40 cm

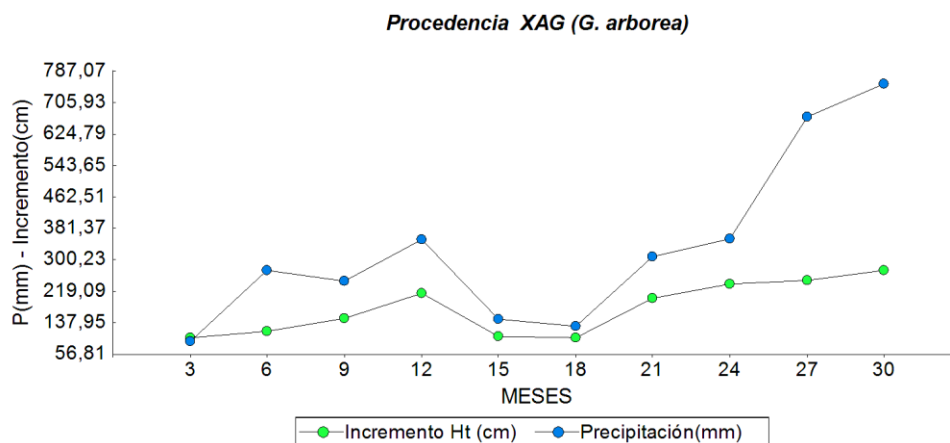


Elaborado por: Amendaño, 2018

Nos muestra en la figura 7 los niveles de pH a las profundidades de 0 – 20 y 21 – 40 cm, los cuales fueron 5,79 y 5,90 (medianamente ácido) respectivamente, dichos valores se encuentran dentro del rango favorable para el desarrollo de la especie. De los resultados que nos muestran las figuras 5, 6 y 7 se encuentra dentro del rango para el buen desarrollo de melina mencionada por Valencia & Hernández, (2002), recomiendan suelos con pH de 5 – 6 alcalinos o ligeramente ácidos, fértiles, con una profundidad efectiva de 60cm mínimo. Se adapta en suelos calcáreos y moderadamente compactados. La variación de los elementos primarios es por asimilación de nutrientes extraídas por la especie, al igual que la incorporación de material vegetal.

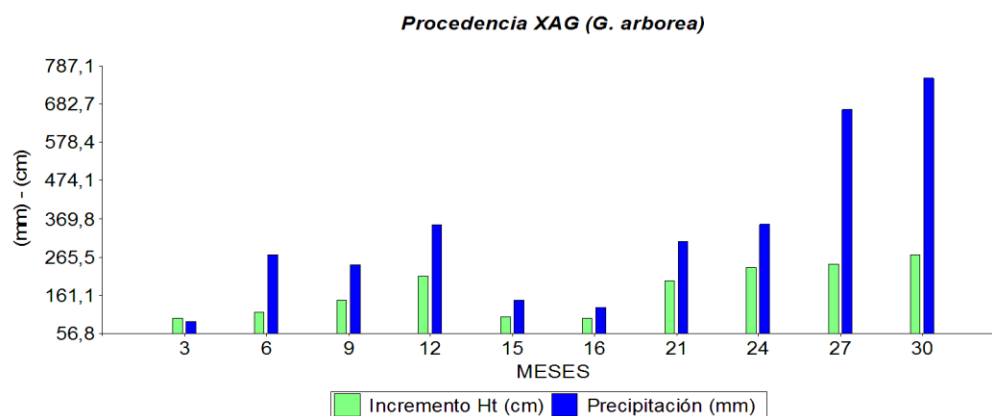
## 2. Resultados climáticos obtenidos en el periodo de la investigación.

**Figura 8. Incidencia de la precipitación en el desarrollo en altura de Melina.**



Elaborado por: Amendaño, 2018

**Figura 9. Precipitación sobre incremento en altura de *G. arborea*.**



**Elaborado por:** Amendaño, 2018

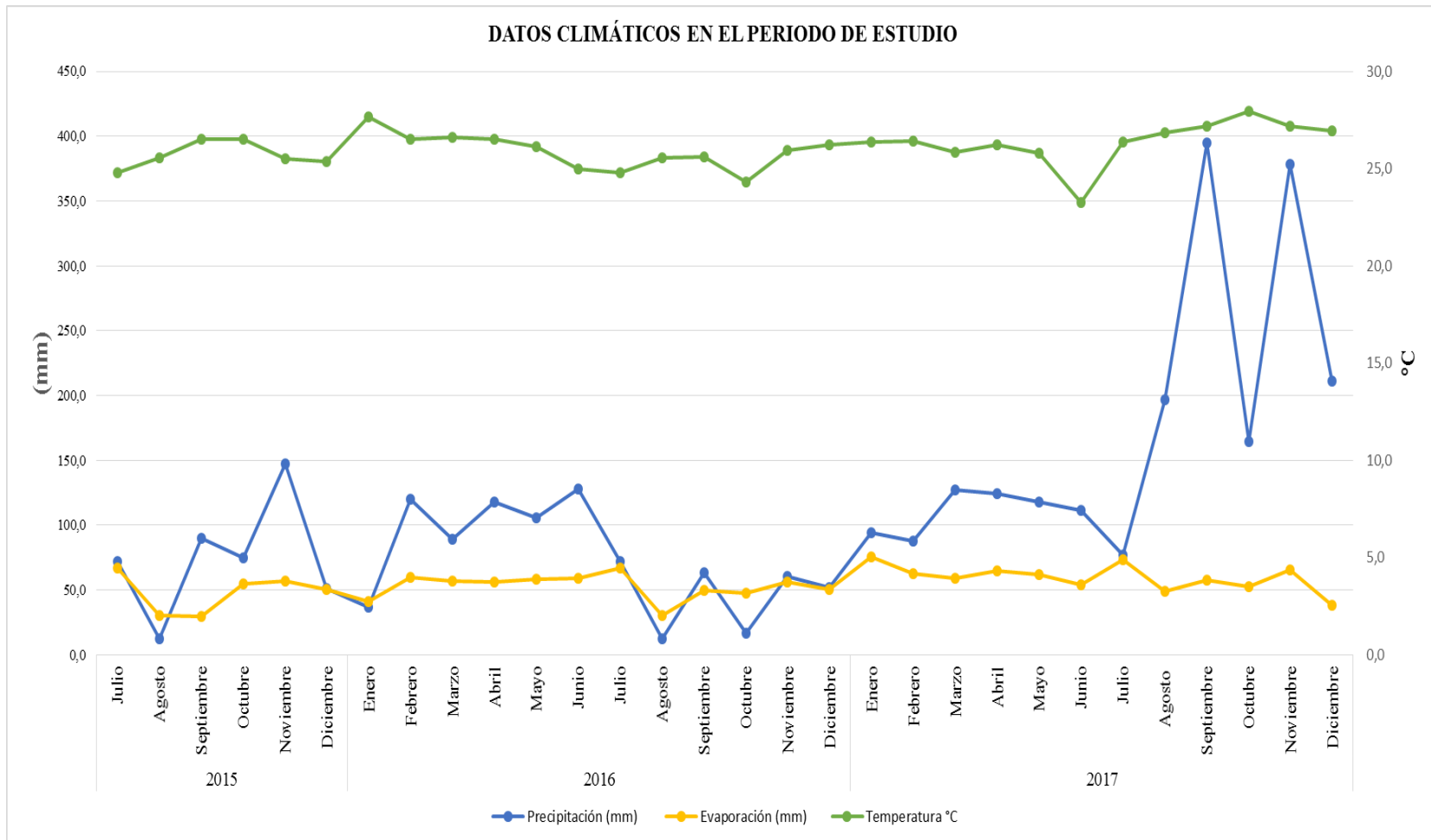
Se detalla en la figura 8 y 9 respectivamente, la incidencia de la precipitación en el incremento en altura total de la procedencia XAG, la cual fue la sobresaliente durante el periodo de investigación, la cual alcanzó un crecimiento fue de 245 cm en los meses con 753 milímetros acumulados.

Murillo & Alvarado (2012) corroboran a lo obtenido en la investigación, mencionan que en sitios con precipitaciones entre 750 y 4500 mm anuales melina logra su óptimo desarrollo, esto se logró acompañado del manejo silvicultural que se le dio al ensayo.

La figura 10. Muestra la variación, de temperatura entre la mínima y máxima registrada de 23 y 28°C, la precipitación acumulada en los años 2016 y 2017 fue de 874 mm y 2085 mm respetivamente y evaporación alcanzada está dentro rango de 30 mm y 76 mm, durante los meses que duró esta investigación, dichos valores se encuentran dentro de los factores climáticos para el buen desarrollo de melina.

Carrión & Chiu, (2011) Menciona que sitios con temperatura media entre 24° C y 29° C y Murillo & Alvarado (2012) corroboran que en sitios con precipitaciones entre 750 y 4500 mm anuales melina logra su óptimo desarrollo, los valores climáticos obtenidos se encuentra dentro de estos rangos de los autores antes mencionados.

**Figura 10. Variación climática durante el periodo de investigación.**



**Elaborado por:** Amendaño, 2018



### C. CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS DE NUEVE PROCEDENCIAS DE *Gmelina arborea* Roxb, (Melina)

#### 1. Factor de forma.

**Cuadro 41. Análisis de varianza para factor de forma de los nueve tratamientos en estudio de *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	0,01	8	1,7E-03	2,30	0,0741	ns
REPETICION	3,2E-04	2	1,6E-04	0,21	0,8111	ns
Error	0,01	16	7,5E-04			
Total	0,03	26				

**C.V. 4,40%**

Elaborado por: Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para factor de forma, (Cuadro 41), se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por ende al realizar la separación de medias de Tukey al 5%, presenta un solo nivel (rango) de información. El coeficiente de variación fue del 4,40%.

#### 2. Forma del fuste.

**Cuadro 42. Análisis de varianza para forma del fuste de los nueve tratamientos en estudio de *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	1,94	8	0,24	1,19	0,3647	ns
REPETICION	0,62	2	0,31	1,51	0,2505	ns
Error	3,26	16	0,20			
Total	5,81	26				

**C.V. 11,26%**

Elaborado por: Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para forma del fuste, (Cuadro 42), se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por ende al realizar la separación de medias de Tukey al 5%, presenta un solo nivel de información. El coeficiente de variación fue del 11,26%.

### 3. Bifurcaciones.

**Cuadro 43. Análisis de varianza para bifurcaciones de los nueve tratamientos en estudio de *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
PROCEDENCIAS	0,67	8	0,08	1,04	0,4455 ns
REPETICION	0,06	2	0,03	0,35	0,7114 ns
Error	1,28	16	0,08		
Total	2,00	26			

**C.V. 4,84%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para bifurcaciones, (Cuadro 43), se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por ende al realizar la separación de medias de Tukey al 5%, presenta un solo nivel de información. El coeficiente de variación fue del 4,84%

### 4. Ángulo de inserción de las ramas.

**Cuadro 44. Análisis de varianza para ángulo de inserción de las ramas de los nueve tratamientos en estudio de *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
PROCEDENCIAS	0,35	8	0,04	1,09	0,4204
REPETICION	0,02	2	0,01	0,23	0,7982
Error	0,65	16	0,04		
Total	1,02	26			

**C.V. 3,41%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para inserción de ramas, (Cuadro 44), se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por ende al realizar la separación de medias de Tukey al 5%, presenta un solo nivel de información. El coeficiente de variación fue del 3,41%

## 5. Numero de las ramas.

**Cuadro 45. Análisis de varianza para número de las ramas de los nueve tratamientos en estudio de *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	2,63	8	0,33	1,16	0,3795	ns
REPETICION	2,17	2	1,09	3,83	0,4384	ns
Error	4,54	16	0,28			
Total	9,34	26				

**C.V. 11,30%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para número de ramas, (Cuadro 45), se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por ende al realizar la separación de medias de Tukey al 5%, presenta un solo nivel de información. El coeficiente de variación fue del 11,30%

## 6. Forma de la copa.

**Cuadro 46. Análisis de varianza para forma de la copa de los nueve tratamientos en estudio de *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	0,24	8	0,03	4,00	0,0088	**
REPETICION	4,6E-03	2	2,3E-03	0,31	0,7394	ns
Error	0,12	16	0,01			
Total	0,37	26				

**C.V. 1,74%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para forma de la copa, (Cuadro 46), se encontró que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos, por ende se procede realizar la separación de medias de Tukey al 5%. El coeficiente de variación fue del 1,74%

**Cuadro 47. Separación de medias de Tukey al 5% para forma de copa, de nueve procedencias en *Gmelina arborea* Roxb.**

PROCEDENCIAS	MEDIAS	RANGO
236	5,08	A
164	5,08	A
XA	5,00	A B
XAG	5,00	A B
XAI	5,00	A B
179	5,00	A B
151	5,00	A B
167	4,92	A B
XAS	4,75	B

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

Según la prueba de Tukey al 5% para la variable, forma de la copa, de los nueve tratamientos presentó dos rangos de información (Cuadro 47). En el rango A, se encuentra la procedencia 236 (Rodal semillero) con una media de 5,08 cm superior a las demás, mientras que en el rango B, se encuentra el código XAS (Huerto semillero, categoría A) con una media de 4,75 cm inferior al resto.

## 7. Vigor de la copa.

**Cuadro 48. Análisis de varianza para vigor de la copa de los nueve tratamientos en estudio de *Gmelina arborea* Roxb.**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	0,38	8	0,05	1,28	0,3192	ns
REPETICION	0,07	2	0,04	1,00	0,3897	ns
Error	0,59	16	0,04			
Total	1,05	26				

**C.V. 3,27%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para vigor de la copa, (Cuadro 48), se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por ende al realizar la separación de medias de Tukey al 5%, presenta un solo nivel de información. El coeficiente de variación fue del 3,27%

## 8. Posición en el dosel.

**Cuadro 49. Análisis de varianza para posición en el dosel de los nueve tratamientos en estudio de *Gmelina arborea* Roxb**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
PROCEDENCIAS	4,69	8	0,59	1,21	0,3545	ns
REPETICION	0,57	2	0,29	0,59	0,5650	ns
Error	7,76	16	0,48			
Total	13,02	26				

**C.V. 13,67%**

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para posición en el dosel, (Cuadro 49), se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por ende al realizar la separación de medias de Tukey al 5%, presenta un solo nivel de información. El coeficiente de variación fue del 13,67%.

## 9. Presencia de plagas.

**Cuadro 50. Análisis de varianza para presencia de plagas de los nueve tratamientos en estudio de *Gmelina arborea* Roxb**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
PROCEDENCIAS	0,17	8	0,02	0,80	0,6082 ns
REPETICION	0,03	2	0,02	0,61	0,5562 ns
Error	0,43	16	0,03		
Total	0,63	26			
<b>C.V.</b>	<b>2,35%</b>				

**Elaborado por:** Amendaño, 2018

De acuerdo al análisis de varianza para presencia de plagas, (Cuadro 50), se encontró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por ende al realizar la separación de medias de Tukey al 5%, presenta un solo nivel de información. El coeficiente de variación fue del 2,35%.

Del análisis de los datos obtenidos en campo, las características fenotípicas utilizadas como criterios para esta investigación solo, forma de la copa presentó diferencias significativas, aparentemente por el distanciamiento de siembra y los dos raleos que se realizó en el ensayo, las demás como factor de forma, forma del fuste, bifurcaciones, inserción de las ramas, números de ramas, forma de la copa, vigor de la copa, posición en el dosel y presencia de plagas no presentaron diferencias significativas esto se debe a que selecciono árboles son similares según los parámetros calificados.

Espitia, *et al*, (2015), menciona que las diferencias fenotípicas entre procedencias se pueden explicar en las frecuencias génicas que determinan las características evaluadas, esto nos dice que los criterios de calificación no bastan para decir que las nueve procedencias son diferentes fenotípicamente.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Al final del periodo de estudio las procedencias que presentaron mejor desarrollo en diámetro a la altura del cuello (DAC), diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura total (HT), fue XAS en (DAC y DAP), con medias de 22,39 cm y 18,57cm y XAG (HT) 16,13m superando a todas las demás procedencia en evaluación, a los treinta meses de edad del ensayo ya se puede diferenciar notablemente, la superioridad de las dos progenies sobresalientes en el ensayo evaluado.
2. Los factores de clima y suelo se encuentran dentro del rango para el óptimo desarrollo de la especie en estudio, sin embargo se dedujo que la precipitación y temperatura es proporcional al crecimiento de melina, acompañado de las buenas características edáficas y los manejos silviculturales que se le dio con frecuencia al ensayo durante el periodo de investigación. (Podas, raleos etc.)
3. En las características fenotípicas, de nueve caracteres que se evaluaron, excepto forma de la copa, no presentaron diferencias significativas, sin duda las diferencias que existe entre las procedencias no es marcada ya que para la confirmación de esta variabilidad es necesario un análisis molecular y así lograr identificar el grado de parentesco entre las nueve procedencias.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Continuar con la toma de datos con la seriedad que amerita el ensayo, ya que estos datos no darán con certeza si las procedencias XAG y XAS a final de esta investigación resulta ser mejores en adaptarse condiciones bioclimáticas de la Estación Experimental Central de la Amazonia, y poder cumplir con los objetivos a futuro de realizar un mejoramiento genético y clonar las mejores progenies.
2. Realizar investigaciones como fertilización con abonos de liberación lenta (controlada) en diferentes dosis, para tratar obtener respuestas de las procedencias que posiblemente pueden ser descartadas por presentar un desarrollo inferior a las demás y al igual potenciar las progenies sobresalientes.
3. Seguir dándoles el manejo silvicultural a todo el ensayo ya que esto lograríamos que todas las procedencias tenga las mismas condiciones para mostrar al máximo su genética, también el manejo ayuda a la especie se desarrolle mejor, y así obtengamos mayores resultados en menos tiempo, ya que una de las limitantes en investigaciones forestales es el tiempo.



## VIII. RESUMEN

La presente investigación propuso: evaluar variables dasométricas de nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb (Melina), en la Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA), parroquia San Carlos, cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana, utilizando un ensayo de procedencias todas proveniente de Costa Rica, establecido en Junio del 2015 con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), con tres repeticiones, cada una de las procedencias fue un tratamiento diferente codificadas de manera siguiente, ( XA, XAI, XAG, XAS, 151, 164, 167, 179, 236). Se evaluó variables dasométricas como diámetro la altura del cuello (10cm sobre el suelo), diámetro a la altura del pecho (1,30m sobre el suelo) y altura total del árbol, donde destaca al final del periodo de investigación (30 meses), XAS en (DAC y DAP) con medias de 22,39 y 18,57 respectivamente y en altura total, XAG con una media 16,13 m. Se analizó la incidencia de clima y suelo sobre el desarrollo de melina en el cual se concluyó que la precipitación y temperatura es proporcional al crecimiento, al igual que las condiciones edafoclimáticas se encuentran dentro de rango de óptimo recomendados por algunos autores. Se caracterizó fenotípicamente (factor de forma, forma del fuste, bifurcaciones, ángulo de inserción de las ramas, numero de ramas, forma de la copa, vigor de la copa, posición en el dosel y presencia de plagas) calificadas con valores de 1 como malo y 6 como excelente, las cuales no presentaron diferencias significativas entre procedencias ni repeticiones, excepto forma de la copa, sin duda las diferencias que existe entre las procedencias no es marcada. Hay que recordar que esta investigación es a largo plazo, por ende el trabajo realizado es unas primeras etapas en el ensayo.

**Palabras clave:** VARIABILIDAD DASOMÉTRICAS - VARIABLES FENOTÍPICAS – CLIMATOLOGÍA – EDAFOLOGÍA.

**Por: Mario Enrique Amendaño**



## **IX. SUMMARY**

The present investigation proposed: evaluate gasometric variables of nine provenances of arboreal Gmelina Roxb (Melina), in the Estación Experimental Central de la Amazonia (EECA), San Carlos parish, canton Joya de los Sachas, province of Orellana, using a provenance trial all from Costa Rica, established in June 2015 with a completely randomized block design (DBCA), with three repetitions. Each of the provenances was a different treatment coded as follows, (XA, XAI, XAG, XAS, 151, 164, 167, 179, 236). We evaluated dasometric variables such as diameter at the height of the neck (10cm above the ground), diameter at chest height (1.30cm above the ground) and total height of the tree, where it stresses that at the end of the research period (30 months), XAS in (DAC and DAP) with averages of 22.39 and 18.57 respectively and in total height, XAG with an average of 16.13 m. The incidence of climate and soil on “Melina” development was analyzed, in which it was concluded that precipitation and temperature are proportional to growth, just as edaphoclimatic conditions are within the optimum range recommended by some authors. It was phenotypically characterized (form factor, stem shape, bifurcations, angle of insertion of the branches, number of branches, treetop shape, treetop vigor, position in the canopy and presence of pests) rated as 1 as bad and 6 as excellent, which did not show significant differences between provenances and repetitions, except for the shape of the treetop, no doubt the differences that exist between provenances are not marked. We must remember that this research is long term, therefore the work done is one of the first stages of the trial.

**Keywords:** DASOMETRIC VARIABILITY - PHENOTYPIC VARIABLES - CLIMATOLIGIA - EDAFOLOGIA.



## X. BIBLIOGRAFÍA

1. Alba, L. (2007). Movimiento de especies forestales en el estado de Veracruz, México. Doctorado en Recursos Genéticos Forestal, Instituto de Genética Forestal, Universidad Veracruzana. Xalapa, Veracruz - México. p. 97.
2. Arias, G., & Zamora, N. (1999). Diagnóstico de las oportunidades o amenazas para el proceso de reforestación nacional que implicaría un tratado de libre comercio con Chile. COSEFORMA- Cámara Costarricense Forestal y Programa global de bosques. Santiago. p. 29.
3. Arias, H. (2010). Selección y manejo de rodales semilleros con especial referencia a coníferas. En: Mejora genética de árboles forestales. FAO/DANIDA. Mérida, Venezuela. pp. 158-165.
4. Carrión, D. & Chiu, M. (2011). Documento del Programa Nacional REDD. Sexta reunión de la Junta Normativa del Programa ONU-REDD. Scielo.br. Brasil.
5. Checa, M. (2007). Polimorfismos genéticos: Importancia y aplicaciones. México: Revista del Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias Ismael Cosío Villegas. 2(6). 25-47
6. Corvalán, P., & Hernández, J. (2010). Factores y Coeficientes de Forma. Recuperado 10 de diciembre 2017, de [https://www.u-cursos.cl/forestal/2010/2/EF024/1/material\\_docente/bajar?id](https://www.u-cursos.cl/forestal/2010/2/EF024/1/material_docente/bajar?id).
7. Cornelius, J. (1994). Manual sobre mejoramiento genético forestal con referencia especial a América Central. Turrialba: CATIE.
8. De Vicente, M., & Fulton, T. (2004). Tecnologías de marcadores moleculares para estudios de diversidad genética de plantas: Módulo de aprendizaje. Brasilia.
9. Espitia M., Murillo O., & Castillo C. (2015). Ganancia genética esperada en melina (*Gmelina arborea* Roxb.) en Córdoba (Colombia). Scielo.br. Brasil.

10. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2010). Mejoramiento genético forestal Recuperado el 7 enero del 2018, de [www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/.../Mejoramamiento%20Genetico%20Forestal.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/.../Mejoramamiento%20Genetico%20Forestal.pdf)
11. Ferreira, E., & Grattapaglia, D. (2000). Introducción al uso de marcadores moleculares en el análisis genético. (1ª. ed). Brasilia, EMBRAPA-CENARGEN, documento 20. p. 220.
12. Holdridge, L. (1982). Determination of World Plant Formations from Simple Climatic Data. Science, pp. 367-368
13. Hughell, (1991). Modelo preliminar para la predicción del rendimiento de *Gmelina arborea* Roxb. En América Central. Silvoenergía Costa Rica. No. 44: 1-4.
14. Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, (2010). Datos de la Estación Hidrometeorológica Guaslán. Quito, INAMHI
15. Instituto Nacional de Bosques INAB, (1999), Manual para la elaboración de planes de manejo en bosques de coníferas (modelo centroamericano). Ed. PROCAFOR. Guatemala. p. 264.
16. Lojan, L. (2005) Maestría en manejo de recurso naturales RNA 820 manejo de la foresta comercial. Tema Dasometría. Recuperado el 24 de febrero del 2018, de <http://unphu.edu>. 23 p.
17. Meza, A., & Torres, G. (2006). El raleo: una operación silvicultural fundamental. Recuperado 20 de enero 2018, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5123388.pdf>
18. Murrillo, O., & Alvarado, J. (1991). Melina (*Gmelina arborea* Roxb), especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe técnico No. 181. Colección de guías silviculturales. Costa Rica. pp.10-69.

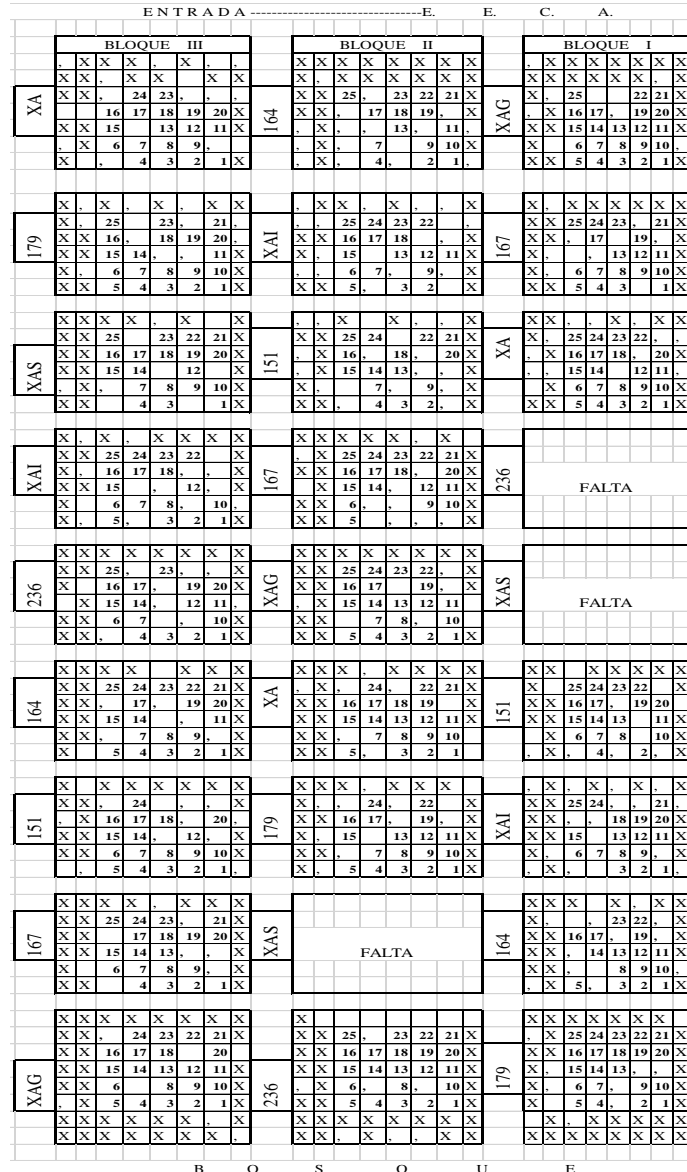
19. Prodan, M., & Real, P. (1965) Mensura Forestal. Proyecto IICA/GTZ sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible, Programa Forestal CIAT, Santa Cruz, Bolivia. pp. 32 – 50.
20. Rojas, F., Arias, D., Moya, R., Meza, A., Murrillo, O., & Arguedas, M. (2004). Manual para productores de melina *Gmelina arborea* en Costa Rica. Recuperado 31 de enero 2018, de [http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Especies\\_plantaciones/MELINA/Manual%20para%20los%20productores%20de%20melina.pdf](http://www.sirefor.go.cr/Documentos/Especies_plantaciones/MELINA/Manual%20para%20los%20productores%20de%20melina.pdf)
21. Valencia & Hernández, (2002). Muestreo con fines de caracterización y evaluación de las propiedades del suelo. Recuperado 2 de febrero 2018, de [venesuelos.org.ve/index.php/venesuelos/article/viewFile/106/106](http://venesuelos.org.ve/index.php/venesuelos/article/viewFile/106/106).
22. Valerio, J. (1986). Evaluación de nueve procedencias de *Gmelina arborea* (Roxb.) en Costa Rica, PDF, Costa Rica, Recuperado 6 de febrero, de <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A1812e/A1812e.pdf>

# XI. ANEXOS

**Anexo 1.** Formato para la toma de datos de variables dasométricas.

ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA				
Programa de Forestería				
Ensayo:	Melina	Evaluaadores:		
Fecha:		Codigo:		Bloque:
N° Planta	DAC (cm)	DAP (cm)	Altura(m)	Observaciones
1				
2				
3				
4				
5				

**Anexo 2.** Croquis del ensayo de *Gmelina arborea* Roxb, después del segundo raleo.



**Anexo 3.** Formato de evaluación fenotípica de *Gmelina arborea* Roxb, para nueve procedencias.

Nombre científico: *Gmelina arborea* (Melina)

Evaluadores: \_\_\_\_\_

Fecha de evaluación: \_\_\_\_\_

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

Código: \_\_\_\_\_

N° Árbol	FF	Forma fuste	Bifurcaciones	Inserción ramas	N° ramas	Forma copa	Vigor copa	Posición dosel	Presencia de Plagas
1,2,3,4.									

**Anexo 4.** Descripción de la calificación en la evaluación fenotípica de *Gmelina arborea* Roxb.

Calificación de las características fenotípicas de árboles de caoba como candidatos para fuentes de germoplasma, adaptado de Torres S., 2011.

Criterio	Variable	Característica fenotípica	Puntaje
1	Forma del fuste	Recto (Con contrafuertes, acanalado, cilíndrico)	4
		Ligeramente torcido (Curva escasa en 1 o 2 planos)	3
		Torcido (Curva extrema en un plano)	2
		Muy torcido (Curva extrema en más de un plano)	1
2	Bifurcaciones	No bifurcado	4
		Bifurcado en el 1/3 superior	3
		Bifurcado en el 1/3 medio	2
		Bifurcado en el 1/3 inferior	1
3	Inserción de ramas	Angulo de inserción de 60° a 90° (Pocas y gruesas)	3
		Angulo de inserción de 30° a 60° (Pocas)	2
		Angulo de inserción de 0° a 30° (Muchas y delgadas)	1
4	Número de ramas	Pocas y gruesas en el 1/3 superior	6
		Pocas y delgadas en el 2/3 medio	4
		Muchas y delgadas desde el 1/3 bajo	1
5	Forma de copa	Circular o redondeada	6
		Circular irregular	5
		Medio círculo	4
		Menos de medio círculo	3
		Pocas ramas	2
		Solo rebrotes	1
6	Vigor de copa	Bueno (Follaje denso y verde intenso de más de 10 m de diámetro)	6
		Regular (Follaje menos denso de color verde amarillento, de 5 a 10 m de diámetro)	4
		Malo (Follaje ralo amarillento, de menos de 5 m de diámetro)	2
7	Posición dosel	Dominante	6
		Codominante	4
		Intermedio	2
		Suprimido	1
8	Plagas, enfermedades y daños físicos	Ninguna	6
		Barrenadores	5
		Defoliadores	4
		Hongos	2
		Daños físicos	1

### Anexo 5. Estado inicial del ensayo de *Gmelina arborea* Roxb.

Arboles muy tocidos, con bifurcaciones.



Presencia de malezas, sin identificación.



### Anexo 5. Toma de datos en campo de las variables en evaluación.

Medición de altura total



Lectura automática



Toma del diámetro a la mitad del árbol.



### Anexo 6. Segundo raleo de *Gmelina arborea* Roxb.





**Anexo 7.** Primera poda realizado en el ensayo.



**Anexo 8.** Digitación de datos tomados en campo y estación meteorológica.



**Anexo 9.** Evaluación fenotípica de las procedencias.

Bloque I,

XAG, árbol N° 19.

Inserción de las ramas.



**Anexo 10.** Visita del director de tesis y autoridades del INIAP al ensayo.



**Anexo 11.** Recolección de muestras vegetativas para el análisis molecular.

