

**“DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE FORMA DE GMELINA (*Gmelina arborea*  
Roxb) EN PLANTACIONES DE UNO, DOS Y TRES AÑOS DE EDAD EN LA  
HACIENDA EL VERGEL CANTÓN VALENCIA PROVINCIA DE LOS RÍOS”**

**MARIELA MAGALY MEJIA BAYAS**

**TESIS**

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

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**

**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2013**

EL TRIBUNAL DE TESIS CERTIFICA, que el trabajo de investigación titulado **“DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE FORMA DE GMELINA (*Gmelina arborea* Roxb) EN PLANTACIONES DE UNO, DOS Y TRES AÑOS DE EDAD EN LA HACIENDA EL VERGEL CANTÓN VALENCIA PROVINCIA DE LOS RÍOS”**, de responsabilidad de la Srta. Egresada Mariela Magaly Mejía Bayas, ha sido prolijamente revisada quedando autorizada su presentación.

**TRIBUNAL DE TESIS**

**ING. NORMA LARA**  
**DIRECTOR**

---

**ING. EDUARDO CEVALLOS**  
**MIEMBRO**

---

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA FORESTAL**  
**RIOBAMBA – ECUADOR**

**2013**

## DEDICATORIA

*A mi Dios verdadera fuente de amor y sabiduría, quien me dio fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se me presentaban, por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante toda mi vida.*

*Especialmente para mis padres por su apoyo, consejos, comprensión, amor, por ayudarme con los recursos necesarios a lo largo de mi vida estudiantil. Porque creyeron en mí y porque me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi vida, por el orgullo que sienten por mí. Va por ustedes, por lo que valen, porque admiro su fortaleza y por lo que han hecho de mí... ¡Los amo!*

## AGRADECIMIENTO

*Agradecerle en primera instancia a Dios quien me dio la fortaleza, fe, salud y esperanza para alcanzar este anhelo que se vuelve una realidad, siempre estuvo a mi lado y me doto de grandes dones y talentos que hoy puedo utilizar en mi vida.*

*A mis padres que me han dado todo lo que soy como persona; valores, principios, carácter, empeño, perseverancia, quienes permanentemente me apoyaron con espíritu alentador, contribuyendo incondicionalmente a lograr las metas y objetivos propuestos.*

*A la empresa Seragroforest que me dio la apertura, me brindo su apoyo y toda su colaboración para la realización de este proyecto, en especial al Ing. Bladimir Herrera, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia, y su motivación ha logrado hacer posible esta tesis.*

*De igual manera a mis tutores los Ingenieros Norma Lara y Eduardo Cevallos quienes con su profesionalismo me han ayudado adquirir conocimientos y afianzando mi formación universitaria, fomentado en mí el deseo de superación y el anhelo de triunfo en la vida que gracias a su desinteresado apoyo supieron guiarme en el desarrollo de la presente tesis desde el inicio hasta su culminación.*

*Son muchas las personas que han formado parte de mi vida a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo, animo y compañía en los momentos difíciles, siempre los llevare en mi corazón muchas gracias y que Dios los bendiga.*

*“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”*

## TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO	PAG.
LISTA DE CUADROS	i
LISTA DE GRÁFICOS	iv
LISTA DE TABLAS	v
LISTA DE ANEXOS	vi
I. TÍTULO	1
II. INTRODUCCIÓN	1
III. REVISIÓN DE LITERATURA	5
IV. MATERIALES Y METODOS	28
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	41
VI. CONCLUSIONES	67
VII. RECOMENDACIONES	68
VIII. ABSTRACTO	69
IX. SUMMARY	70
X. BIBLIOGRAFÍA	71
XI. ANEXOS	73

## LISTA DE CUADROS

Nº	CONTENIDO	Página
1	Formato de Campo	31
2	Formato de obtención volúmenes	37
3	Comparación de volúmenes con FF vs. Funciones de Ahusamiento	37
4	Esquema de análisis de varianza para análisis de factor de forma	39
5	Tratamientos en Estudio	39
6	Descripción de los tratamientos del factor de forma	40
7	Definición de clases diamétricas	43
8	Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel con clase diamétrica entre 5 - 9.9cm de un año.	44
9	Prueba tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel con clase diamétrica entre 5 - 9.9cm de un año .	44
10	Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, con clase diamétrica entre 10 - 14cm de un año.	46
11	Prueba tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel con clase diamétrica entre 10 - 14.9cm de un año.	46
12	Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm de un año.	48
13	Prueba tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm de un año .	48
14	Clases diamétricas y factor de forma del primer año de edad	50
15	Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel con clase diamétrica entre 10 - 14.9cm de dos años .	50

16	Prueba tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel con clase diamétrica entre 10 - 14.9cm de dos años.	51
17	Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm de dos años.	53
18	Prueba tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm de dos años.	53
19	Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, con clase diamétrica entre 20 - 24.9cm de dos años.	55
20	Prueba tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel con clase diamétrica entre 20 - 24.9cm de dos años.	55
21	Clases diamétricas y factor de forma del segundo año de edad.	57
22	Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm de tres años.	57
23	Prueba tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm de tres años.	58
24	Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, con clase diamétrica entre 20 - 24.9cm de tres años.	59
25	Prueba tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel con clase diamétrica entre 20 - 24.9cm de tres años.	60
26	Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, con clase diamétrica entre 25 - 29.9cm de tres años.	61
27	Prueba tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel con clase diamétrica entre 25 - 29.9cm de tres años.	61
28	Clases diamétricas y factor de forma del tercer año de edad	63
29	Volúmenes con los 4 métodos y volumen real en plantaciones	

	de uno, dos y tres años de edad.	64
30	Volúmenes en plantaciones de uno, dos y tres años de edad.	64
31	Constantes para logarítmica de Garay	65
32	Constantes para la Polinómica de 5to grado	65
33	Comparación de volúmenes con ff vs. Funciones de ahusamientos.	65



## LISTA DE GRÁFICOS.

N°	CONTENIDO	Página
1	Hacienda “el Vergel” y ubicación de rodales por año de plantación.	41
2	Rodal CH24 y ubicación con cada repetición	41
3	Rodal CI25 y ubicación con cada repetición	42
4	Rodal CH22 y ubicación con cada repetición	43
5	Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, con clase diamétrica entre 5 - 9.9cm de un año.	45
6	Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, con clase diamétrica entre 10 - 14.9cm de un año.	47
7	Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm de un año .	49
8	Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, con clase diamétrica entre 10 - 14.9cm de dos años.	51
9	Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm de dos años.	54
10	Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel con clase diamétrica entre 20 - 24.9cm de dos años.	56
11	Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm de tres años.	58
12	Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, con clase diamétrica entre 20 - 24.9cm de tres años.	60
13	Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, con clase diamétrica entre 25 - 29.9cm de tres años.	62

**LISTA DE TABLAS**

<b>N°</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
1	Cuerpos geométricos vs. Volumen y factor de forma absoluto	9
2	Sustituyen el valor r en la función (1), entonces surge la formula correspondiente en la tabla 2	9
3	Clasificación taxonómica	13
4	Necesidades ambientales para el buen crecimiento de la <i>Gmelina arborea</i> .	16

**LISTA DE ANEXOS**

<b>N°</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>Página</b>
1	Valores correspondiente a los árboles de un año de edad con clase diamétrica entre 5 - 9cm	73
2	Valores correspondiente a los árboles de un año de edad con clase diamétrica entre 10 - 14cm	75
3	Valores correspondiente a los árboles de un año de edad con clase diamétrica entre 15 - 19cm	78
4	Valores correspondiente a los árboles de dos años de edad con clase diamétrica entre 10 - 14cm	80
5	Valores correspondiente a los árboles de dos años de edad con clase diamétrica entre 15 - 19cm	82
6	Valores correspondiente a los árboles de dos años de edad con clase diamétrica entre 20 - 24cm	85
7	Valores correspondiente a los árboles de tres años de edad con clase diamétrica entre 15 - 19cm	88
8	Valores correspondiente a los árboles de tres años de edad con clase diamétrica entre 20 - 24cm	90
9	Valores correspondiente a los árboles de tres años de edad con clase diamétrica entre 24 - 29cm	93
10	Volúmenes con la logarítmica de garay, polinómica de 5 <sup>to</sup> grado y volumen real del primer año de edad	96
11	Fotografías de la investigación	97

**I. “DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE FORMA DE GMELINA (*Gmelina arborea* Roxb) EN PLANTACIONES DE UNO, DOS Y TRES AÑOS DE EDAD EN LA HACIENDA EL VERGEL CANTÓN VALENCIA PROVINCIA DE LOS RÍOS”**

**II. INTRODUCCIÓN**

Las plantaciones forestales han beneficiado mucho al país y el mundo, ofreciendo valiosos recursos, ayudando al desarrollo social, ambiental y económico; las mismas van en incremento, causando mayor demanda y consumo de productos maderables. Esta demanda solo se puede satisfacer mediante el manejo adecuado de las plantaciones y los bosques.

En el Ecuador específicamente en la costa se ha avanzado mucho en materia de plantaciones forestales, ya que estos son cultivos técnicamente planeados para la obtención de productos y beneficios forestales de calidad, al mínimo costo y en el menor tiempo posible.

La *Gmelina arborea* es nativa de India, es una importante fuente maderera en las regiones tropicales y subtropicales, esta especie presenta un alto índice de crecimiento en comparación con la mayoría de especies nativas maderables de nuestro país, esta especie por su buena adaptación en la costa ecuatoriana y sus características de crecimiento, permiten la aplicación de diferentes tipos e intensidades de manejo.

Las plantaciones de *Gmelina arborea*, son inversiones económicamente rentables por su atractivo desarrollo, basado en su rápido crecimiento inicial, rusticidad y resistencia a plagas y enfermedades.

En toda actividad forestal es un requisito básico el cálculo del volumen, y un instrumento aplicado que cumple con estos requisitos es la tabla volumétrica o un factor de forma específico para la especie y el sitio.

Un factor 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 del pecho.

## **A. JUSTIFICACIÓN**

A través del área silvícola la Empresa Seragroforest S.A ha desarrollado programas de forestación con diversas especies; una de las cuales es *Gmelina arborea*. Con el fin de obtener plantaciones exitosas al final de cada turno de las distintas especies, todas las actividades desarrolladas están sujetas a normas de conservación ambiental.

En el Ecuador no existe mayor información sobre factores de forma del primero, segundo y tercer año de plantación, lo cual conlleva a determinarlo ya que en esta zona la empresa realiza aprovechamiento de la especie a estas tres edades.

La presente investigación se la realizó ante el pedido y necesidad de la empresa y sus accionistas (nacionales y extranjeros), de determinar el factor de forma de *Gmelina arborea* de una manera específica en cuanto a los diámetros de los árboles en los primeros años.

Además de conocer el volumen de madera existente en cada una de las plantaciones nos permitirá tener una proyección económica y de crecimiento en volumen de madera en los años de aprovechamiento antes mencionados.

## **B. OBJETIVOS**

### **1. Objetivo General**

- a. Determinar el factor de forma de Gmelina (*Gmelina arborea Roxb.*) en plantaciones de uno, dos y tres años de edad en la hacienda “El Vergel” cantón Valencia, provincia Los Ríos.

### **2. Objetivos Específicos**

- a. Definir el área de estudio.
- b. Determinar el factor de forma y volúmenes en plantaciones de uno, dos y tres años de edad.
- c. Comparar el volumen estimado aplicando los factores de forma obtenidos.

## C. HIPOTESIS

### 1. Hipótesis nula

Los factores de forma de Gmelina (*Gmelina arborea Roxb*), son iguales en el primero, segundo y tercer año de edad.

### 2. Hipótesis alternante

Los factores de forma de Gmelina (*Gmelina arborea Roxb*), son diferentes en el primero, segundo y tercer año de edad.

### **III. REVISIÓN DE LITERATURA**

#### **A. FACTOR DE FORMA**

Según **PRODAN** (1965), un factor de forma o cuocientes 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.

Según **LOJAN** (2005), 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 mórfico (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.

Según **LOAIZA** (1977), la forma del árbol sirve para los cálculos de su volumen geométrico. La forma se debe a la disminución diámetro desde la base del árbol conforme aumenta la altura. Para cálculos se busca la relación entre el volumen real del árbol tomado como un cilindro.

$$f = \frac{v1}{v}$$

En donde:

f = factor de forma

v1 = volumen real del árbol

v = volumen tomado como un cilindro.



Según **MORA y CEVALLOS** (1988), se entiende por coeficiente mórfico, la relación que existe entre el volumen desconocido de un fuste y el de un cilindro de igual base y altura. Por razón de la forma cónica del árbol, el volumen del cilindro debe ser corregido por un factor de corrección F, llamado también coeficiente de forma. El valor de F se calcula en base al volumen de los árboles talados, en los que se puede determinar el área basal AB, y el área de la sección central Sc, la relación existente entre estas dos áreas es igual a F.

$$F = \frac{Sc}{AB}$$

El factor de forma, se define como la razón entre el volumen de un árbol y el de un cilindro que tenga el mismo diámetro de la base y la misma altura. Al ser conocido el factor de forma de un árbol, se puede calcular fácilmente el volumen, se puede separar si interesa, tablas volumétricas valiéndose del método indirecto de estudiar la relación del factor de forma con el diámetro y la altura. Unas de las mejores formulas que expresa la forma del árbol, es la ecuación propuesta por Behre, que puede expresarse así:

$$\frac{d}{D} = \frac{L}{a * L + B}$$

En donde:

d = diámetro de troza

D = diámetro del árbol

L = distancia hacia abajo desde el ápice expresado como el porcentaje de la altura total del árbol.

a + b = constantes que sumadas dan uno.

Según **FRIAS** (1994), el factor de forma o coeficiente mórfico sirve como factor de reducción para el cálculo del volumen de un árbol. El volumen de un cilindro  $V_0$  con diámetro  $d_{1,3}$  y altura h se reduce al volumen v del árbol con diámetro  $d_{1,3}$  y altura h.

$$v = v_c \cdot f_{1,3} = \frac{\pi}{4} d_{1,3} \cdot h \cdot f_{1,3}$$

De esto resulta el factor de forma:

$$f_{1,3} = \frac{v}{\frac{\pi}{4} d_{1,3}^2 \cdot h} = \frac{v}{v_c}$$

El diámetro que es común a los dos cuerpos se llama diámetro de referencia. En el ejemplo, este es el diámetro a 1,30m. Por eso se denomina al coeficiente mórfico como factor de forma a 1,30m. En general se define al factor de forma de la manera siguiente **PRODAN** (1965):

$$f_f = \frac{v}{v_c}$$

El factor de forma es un número proporcional sin dimensiones, resulta del volumen ( $V_c$ ) de un cilindro cuyas longitudes coinciden con la altura del árbol y su diámetro es el del árbol a 1,30m de altura sobre el suelo. En esto se acepta que la sección del árbol tenga la forma de un cilindro. Los dos factores de forma, cuyo diámetro de referencia se encuentra a la misma altura absoluta encima del nivel del suelo se denominan factores de forma falsos. El factor de forma a 1,30m, tiene un gran significado práctico. En los factores de forma verdaderos se encuentra el diámetro de referencia a una misma altura relativa (por ejemplo a 1/10 de la altura del árbol). Los factores de formas verdaderos son más apropiados para investigaciones comparativas.

**HOHENADL** (1936) designó  $\lambda$  0,9, al factor de forma verdadero, el cual se refiere al diámetro a 1/10 de la altura del árbol. Según convenios internacionales se utilizan la denominación F 0,9 h. En la teoría aún juegan cierto rol los factores de forma absolutos en los cuales el área basal de referencia se halla en el mismo suelo, a la altura de cero metros. Se puede considerar a los factores de formas absolutos como caso especial, tanto del factor de forma falso como de los factores de formas verdaderos.

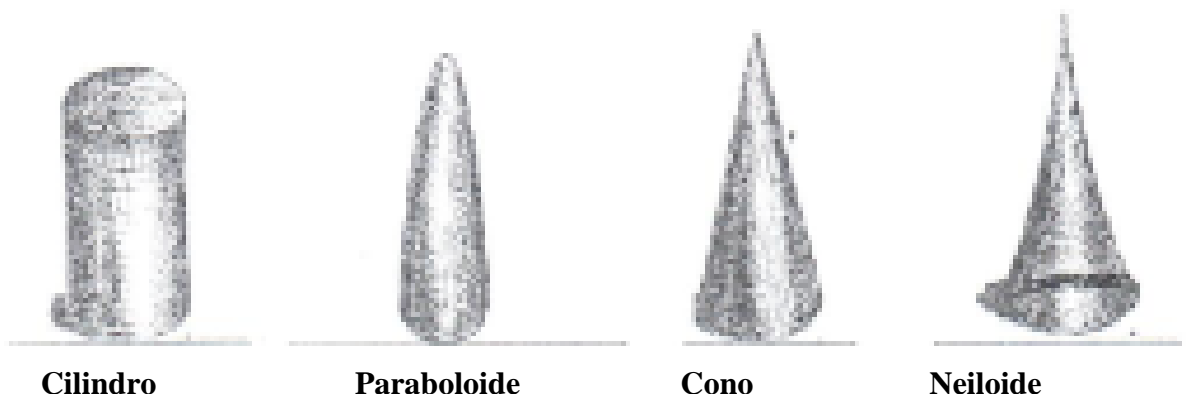
Debido a las irregularidades en la base del fuste, no se puede determinar bien el área de referencia. Por eso se introdujo por Riniker (1973) los factores de forma absolutos, los cuales se refieren a la altura de 1,3m del suelo.

La sección del fuste sobre el suelo hasta 1,3m de altura es calculada aparte. Con el factor de forma se calcula el volumen del árbol. Como la madera del árbol es diferenciada según el grueso y la posición, existen factores de forma del árbol, factores de forma del fuste, factores de forma de madera gruesa y factores de forma de las ramas.

#### **A. Factores de forma como parámetro de la forma del árbol**

Con el factor de forma del fuste se calcula el volumen del fuste desde la sección del tocón hasta la yema terminal. Este factor expresa la forma del fuste mediante un número.

Todos los factores de forma restante son abstracciones de la forma verdadera del árbol. Eso se puede observar especialmente en el factor de forma de las ramas. Para determinar el volumen de distintas partes del fuste se pueden encontrar otros cuerpos geométricos semejantes, cuyo volumen se puede calcular fácilmente. Los más importantes son el cilindro y el paraboloides para la parte media del fuste, el cono de lados rectos para la parte superior del fuste y el neiloide para la base del fuste.



Para estos cuerpos se pueden determinar fácilmente el factor de forma absoluto de la fórmula del área basal para el volumen.

**Tabla 1.** Cuerpos geométricos vs. Volumen y factor de forma absoluto

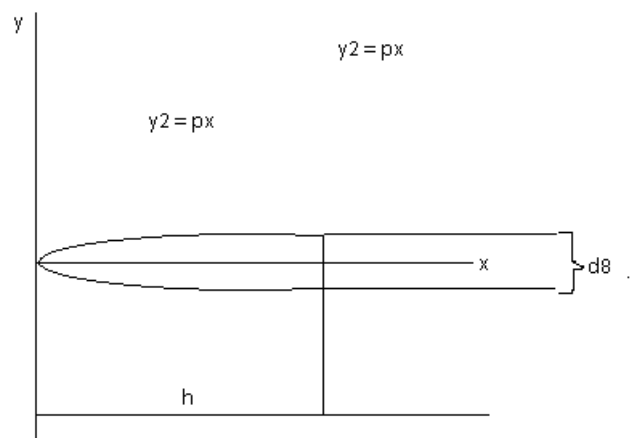
Cuerpos geométricos	Volumen	Factor de forma absoluto
Cilindro	$v = gh$	1
Paraboloide	$v = \frac{1}{2} gh$	$\frac{1}{2}$
Cono	$v = \frac{1}{3} gh$	$\frac{1}{3}$
Neiloide	$v = \frac{1}{4} gh$	$\frac{1}{4}$

Donde:

**g** = área basal

**h** = altura del cuerpo geométrico.

Estos factores de forma muestran que entre más completa es la forma del cuerpo más grande es, el factor de forma. El cilindro, el paraboloide, el cono y el neiloide son cuerpos de rotación, sus líneas laterales se expresan con la función (1)



**Tabla 2.** Sustituyen el valor  $r$  en la función (1), entonces surge la formula correspondiente en la tabla 2.

Cilindro	$y = \sqrt{p}$	$r = 0$
Paraboloide	$y^2 = px$	$r = 1$
Cono	$y = x\sqrt{p}$	$r = 2$
Neiloide	$y^2 = px^3$	$r = 3$

Cuando se sustituyen el valor  $r$  en la función (1), entonces surge la fórmula correspondiente en la tabla 2.

Se puede suponer utilizar el exponente de forma. Entre el factor de forma y al exponente de forma, existe una relación la cual se puede deducir mediante la integración de la función (1)

$$f_1 = \frac{1}{r+1} * \frac{h^r}{(h-1)^r}$$

De esta fórmula se puede deducir cualquier factor de forma concreto, si para  $l$  se introduce la altura de referencia correspondiente.

Por ejemplo, la fórmula para el cálculo del factor de forma a la altura de 1,30m es:

$$f_{1,3} = \frac{1}{r+1} * \frac{h^r}{(h-1,3)^r}$$

## **B. Variación del factor de forma**

Como el factor de forma es dependiente del diámetro, este varía con el incremento en diámetro. El diámetro cambia con la edad por lo tanto el factor de forma es indirectamente dependiente de la edad. La variación del factor de forma generalmente se designa como incremento del factor de forma. Pero no es un incremento verdadero, porque el factor de forma no es una magnitud de incremento.

De dos factores de forma, los cuales se determinan en distintos tiempos en el mismo árbol, resulta el siguiente por ciento de crecimiento (% de variación) del factor de forma.

$$p_f = \frac{f_t - f_{t-n}}{f_t} * 100$$

La variación del factor de forma y el % de variación del factor de forma muchas veces son negativos porque se reducen los factores de forma. Eso se puede observar muy bien en las tablas de factores de forma. **PRODAN** (1965)

La forma del árbol es la plasticidad con la que se adapta un árbol a las condiciones climáticas en que vive.

Depende de la edad, características ambientales, de la autopoda del fuste:

- Forma forestal: árboles alargados, copas pequeñas, competencia entre pies.
  - Forma natural: copas grandes, la ramificación desde abajo viva, pocas limitaciones.
- ([www.text.manual/mediciones/árboles/en/pie.pdf](http://www.text.manual/mediciones/árboles/en/pie.pdf))

## B. TIPOS DE FACTORES DE FORMA

Algunos cuocientes de forma son los siguientes:

SCHIFFEL (1899) 
$$K_S = \left( \frac{d_{0.5}}{D_{ap}} \right)^2$$

JONSON (1910) 
$$K_j = \frac{d_{0.5}(h-1.3)}{d}$$

GIRARD (1939) 
$$K_G = \frac{d_{n.17.3}}{d}$$

GIERUSZINZKI (1959) 
$$K_{GIC} = \frac{(d_{0.5})^2}{d}$$

ZIMMERLE (1950) 
$$K_Z = \frac{d_{\underline{z}}}{d}$$

POLLANSCHUTZ (1961) 
$$K_r = \frac{d_{0.8}}{d}$$

HOHENALD (1936) 
$$k_{01} = \frac{d_{01}}{d_{01}} = 1 \quad ; \quad k_{03} = \frac{d_{0.3}}{d_{01}} \quad ; \quad k_{05} = \frac{d_{0.5}}{d_{01}} \quad ; \quad k_{07} = \frac{d_{0.7}}{d_{01}} \quad ; \quad k_{09} = \frac{d_{0.9}}{d_{01}}$$

SMALIAN (1837) 
$$FF_{Sm} = \frac{v}{Vol.cilind.}$$

Donde:

$d$  = diámetro (DAP)

$d_{05}$  = diámetro en la mitad del fuste, cm

$d_{05(h-1,3)}$  = diámetro en la mitad, entre 1,3 y la altura total del árbol, cm

$d_{n\ 17,3}$  = diámetro sin corteza, a 17,3 pies (equivalente al final de una troza de 16 pies + tocón, cm)

$d_5$  = diámetro a 5 metros de altura, cm.

$d_{01}$  = diámetro medio de la primera sección

$d_{03}$  = diámetro medio de la segunda sección

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

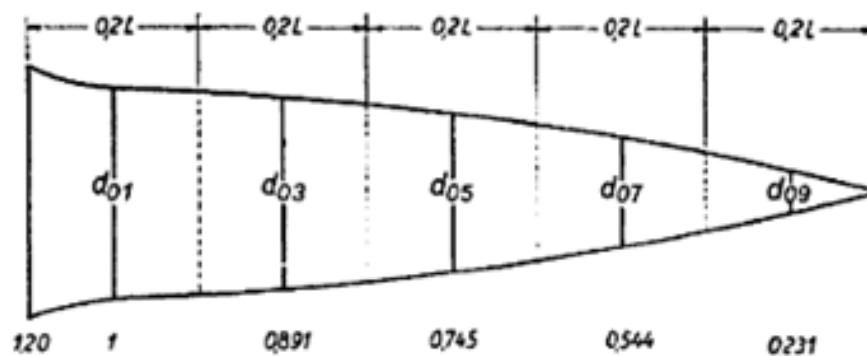
$d_{09}$  = diámetro medio de la quinta sección

$V$  = volumen del árbol

**Vol.cilind** = Volumen del árbol.

La variación de describir la variación del diámetro a lo largo del fuste dio lugar a diversos métodos para expresar el ahusamiento o conicidad. Estos se llaman series de ahusamientos y se basan en la división relativa o absoluta del fuste.

**HOHENALD** (1936), define la serie de ahusamientos real o verdadero basándose en cinco secciones, para cada una de las cuales calcula el correspondiente cuocientes de forma real dado por simples relaciones, refiriéndose todas al diámetro central de la primera sección a un decimo de la altura o a un nueve decimos desde la punta del árbol  $d_{01}$ .



**Figura 1.** División del fuste según Hohenald

$$k_{01} = \frac{d_{01}}{d_{01}} = 1 =; k_{03} = \frac{d_{03}}{d_{01}} ; k_{05} = \frac{d_{05}}{d_{01}} ; k_{07} = \frac{d_{07}}{d_{01}} ; k_{09} = \frac{d_{09}}{d_{01}}$$

Una alternativa a esta serie real es la llamada serie de ahusamiento falsa o artificial constituidas por cuocientes de forma cuyo diámetro de referencia es el diámetro a la altura de pecho. El fuste es dividido en secciones absolutas de igual o distinto largo y los cuocientes se calculan dividiendo el diámetro central de la sección por el diámetro a la altura de pecho.

$$k_j = \frac{d_j}{d}$$

Donde:

$d_j$  = diámetro a la altura  $j$  desde la base, cm.

$d$  = diámetro a la altura de pecho, cm.

$k_j$  = cuocientes de forma falso a la altura  $j$  desde la base.

Como se señaló anteriormente, la forma real de cada fuste se manifiesta en los diversos diámetros y en su disminución con la altura creciente.

Para comparar varios fustes, resulta conveniente expresar los diámetros en valores relativos.

La comparación de fustes diferentes con secciones de igual largo relativo se simplifica, debido a que el número de secciones, sin importar el largo del fuste, es igual.

### C. DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

**Tabla 3.** Clasificación taxonómica

<b>Clasificación científica</b>	
<b>Familia:</b>	Lamiaceae
<b>Género:</b>	Gmelina
<b>Especie:</b>	<i>G. arborea</i>



## **1. Distribución natural**

En su área de distribución natural se desarrolla en hábitats que varían desde húmedos hasta secos. Se encuentra en forma natural principalmente en las selvas mixtas de Myanmar, asociado con *Tectona grandis*, *Terminalia tomentosa*, varias especies latifoliadas y bambúes; su máximo desarrollo lo alcanza en los bosques más húmedos, sobre todo en valles húmedos y fértiles de este país, en estas condiciones puede crecer hasta los 1260m de altitud.

La *Gmelina arborea* 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.

## **2. Descripción dendrológica**

La *Gmelina arborea* 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.

- 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.

**c. 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.

**d. 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.

**e. Flores:** 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.

**f. Frutos:** Es un fruto carnoso tipo drupa, de forma ovoide u oblonga, carnoso, succulento.

**g. 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.

### **3. Sitios óptimos de desarrollo**

Los mejores sitios para melina se ubican en las partes bajas de los terrenos, donde por lo general tienen mayor disponibilidad de agua y nutrientes y los sitios con buenos contenidos de calcio y magnesio y los ubicados en áreas donde el uso anterior era charral o cultivos agrícolas.

Las plantaciones de melina no prosperan en suelos muy erosionados o compactados, de topografía quebrada y muy superficiales, en esos sitios los árboles muestran características

indeseables como fustes torcidos, poca altura, muy ramificados y aspecto arbustivo, por esta razón, se sugiere plantar esta especie en suelos profundos, húmedos pero bien drenados y sin obstáculos de desarrollo radical.

([fonafifo.com/text\\_files/.../Manual%20Prod%20Melina.pdf](http://fonafifo.com/text_files/.../Manual%20Prod%20Melina.pdf)).

#### **4. Requerimientos ambientales**

**Tabla 4.** Necesidades ambientales para el buen crecimiento de la *Gmelina arborea*.

<b>Parámetro ambiental</b>	<b>Ámbito</b>
Distribución altitudinal	0 – 900 (100-500) (msnm)
Precipitación	1000-4000 (2000-2500) (mm)
Temperatura	18-38 (24-29) (°C)
Régimen de lluvia	8-9 meses de lluvia con 3-4 meses secos
Zonas de vida	Bosque seco tropical, bosque húmedo, muy húmedo tropical
Textura de suelos	Franca y franca arcillosa, no crece bien en suelos arcillosos pH de suelos 5-6.
Pendientes del terreno	No superiores a 30%
Profundidad efectiva de suelos (cm)	Mínima de 60, óptima de más de 100
Fertilidad	Prefiere suelos fértiles
Resistencia a vientos	Es una especie intolerante a vientos fuertes
Humedad del suelo	No soporta suelos inundados, ni en forma temporal

**Fuente:** (Chavarría y Valerio, 1993, Webb, 1983)

#### **D. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN**

Según **FUCARACCIO y STAFFIERI** (1999), el volumen ha sido y sigue siendo la forma de expresión de la cantidad de madera contenida en árboles y rodales más ampliamente utilizada a escala mundial. El volumen de madera contenida en un rodal puede considerarse como la suma de los volúmenes de árboles en pie comprendidos en el. En

consecuencia, una forma de acceder al conocimiento del volumen de madera de un rodal es a través del conocimiento del volumen de sus árboles individuales.

Según **LOJAN** (2005), el volumen de los árboles se puede determinar ya sean talares o en pie, los árboles talados frecuentemente se subdividen en trozas. Para conocer el volumen de un árbol o de sus partes con bastante precisión se puede seguir distintos métodos:

- El desplazamiento de agua (Principio de Arquímedes)
- El peso (relación entre el volumen y el peso)
- La cubicación (medida de dimensiones geométricas)

El tercer método, es el que más usa el técnico forestal.

Según **FRIAS, A** (1994) en la práctica de la determinación del volumen, la cual hasta ahora también se denominó como determinación de la masa, se utiliza para trozas y para los árboles derribados la formula de Huber, es decir la fórmula del área de la sección media del fuste o de la troza.

$$V = g_{0,5h} \cdot h = \frac{\pi}{4d_{0,5h}^2 \cdot h}$$

Donde:

V = volumen

g = área de la sección transversal en la longitud señalada.

h = longitud de la troza o el árbol

Según **BERMUDEZ y TAPIA** (2004), la determinación de un volumen geométrico implica el conocimiento de tres dimensiones. El árbol puede considerarse como un sólido compuesto de varias formas geométricas tales como: neiloide, paraboloides, cono y cilindro.

Troncos que se parecen a un poliedro con aristas torneadas. Otros poseen raíces tablares muy altas que dificultan las mediciones; y la forma cónica, propia de muchas coníferas, es muy escasa. En la determinación del volumen de árboles, se requiere conocer principalmente.

VT = El volumen total (madera + corteza + ramas)

VF = El volumen del fuste o tronco (madera + corteza – ramas)

VmF = El volumen de la madera del fuste (Vol. fuste – Vol. corteza)

VR = El volumen de las ramas (Vol. total – volumen del fuste)

VC = El volumen comercial (vol. del fuste o de las ramas que se vende)

Vc = Volumen de corteza (volumen de fuste – volumen de madera)

En la práctica forestal se presentan generalmente dos necesidades:

- Conocer el volumen exacto de un árbol
- Conocer el volumen aproximado de un árbol.

En el primer caso, se recurre a la medición directa de todas las partes del árbol para su cubicación; a esto se llama “medición del volumen”

En el segundo caso, se recurre a la medición de una o más variables y con base se estima el volumen, a esto se llama “estimación del volumen”.

### **1. Cubicación de trozas**

Según **BERMUDEZ y TAPIA** (2004); la cubicación de los árboles apeados de diferente longitud se recomienda hacerla con la formula de Smalian con una confiabilidad del 95% para una población infinita.

Según **LOJAN** (2005), las trozas se conocen también con los nombres de rollizos, rolas, tucas, etc. Las tres formulas más conocidas y utilizadas son la Smalian, Huber y la de Newton

- Formula de Smalian

$$V = L * (A_1 + A_2) / 2$$

Donde:

V = volumen de la troza

L = largo de la troza

A = área en un extremo

A<sub>2</sub> = área en el otro extremo.

Quedando como formula general:

$$V = (d^2) * 0.7854 * \text{largo de la troza} * \text{numero de trozas}$$

- Formula de Huber

$$V = L * A'$$

Donde:

V = volumen de la troza

L = largo de la troza

A' = área en la mitad del largo de la troza.

- Formula de Newton

$$V = L \frac{A + 4A' + A_2}{6}$$

Donde:

V = volumen de la troza

L = largo de la troza

A = área en un extremo

$A'$  = área en la mitad del largo de la troza

$A^2$  = área en el otro extremo.

Sobre estas formulas se pueden decir que dan un resultado muy aproximado del volumen real de la troza. Son fáciles de calcular y requieren pocas mediciones. De estas, la de Huber es la más sencilla y rápida. Los errores serán más grandes cuando haya más diferencia entre la forma geométrica de la troza y la fórmula aplicada, lo que sucede generalmente, al aumenta el largo de la troza.

## **2. Volumen de fustes o de árboles volteados**

Para la cubicación de los troncos se considera que éstos tienen la forma geométrica de un cilindro y en tal caso su volumen es igual a la superficie del círculo tomado en la mitad de la longitud del árbol y multiplicado por ella.

Según **HOHENALD** (1936), el volumen del fuste se calcula con cinco secciones de largo del fuste.

$$v = \frac{\pi}{4} \cdot l \cdot (d_{0.1}^2 + d_{0.3}^2 + d_{0.5}^2 + d_{0.7}^2 + d_{0.9}^2)$$

Factorizando por  $d_{0.1}^2$  se obtiene:

$$v = \frac{\pi}{4} \cdot d_{0.1}^2 \cdot l \cdot \left\{ 1 + \left(\frac{d_{0.3}}{d_{0.1}}\right)^2 + \left(\frac{d_{0.5}}{d_{0.1}}\right)^2 + \left(\frac{d_{0.7}}{d_{0.1}}\right)^2 + \left(\frac{d_{0.9}}{d_{0.1}}\right)^2 \right\}$$

Remplazando  $l = 0.2h$

$$v = \frac{\pi}{4} \cdot d_{0.1}^2 \cdot h \cdot 0.2(1 + k_{0.3}^2 + k_{0.5}^2 + k_{0.7}^2 + k_{0.9}^2)$$

La expresión

$$\frac{\pi}{4} \cdot d_{0.1}^2 \cdot h = W_{0.1}$$

Corresponde al volumen de un cilindro de diámetro  $d_{0.1}$  y largo  $h$ ,  $W_{0.1}$

Por lo tanto la expresión se deduce en:

$$0.2(1 + k_{0.3}^2 + k_{0.5}^2 + k_{0.7}^2 + k_{0.9}^2) = f_{0.1}$$

$f_{0.1}$  es un factor por el cual se multiplica el volumen del cilindro para obtener el volumen efectivo del fuste. HOHENADL denomina a la expresión anterior factor de forma real o verdadero.

$$v = W_{0.1} \cdot f_{0.1} = \frac{\pi}{4} d_{0.1}^2 \cdot h \cdot f_{0.1}$$

El factor de forma es, en consecuencia, un factor de reducción del volumen del cilindro al volumen real del árbol.

De aquí resulta evidente que  $f_{0.1}$  es dependiente de cada serie de ahusamiento y que debe ser visto como un indicador de la forma fustal.

Según **PRODAN** (1965), el método más sencillo para sacar el volumen de árboles volteados es el de Schiffel.

$$V_{cf} = \frac{\frac{\pi d^2}{4} * h}{\frac{\pi DAP^2 x}{4} * h}$$

Por lo tanto la expresión se deduce en:

$$V_{cf} = \frac{d^2}{DAP^2}$$



Según **LOAIZA** (1977), el método más simple consiste en dividir el fuste en secciones semejantes a trozas, para luego cubicar cada una con las formulas conocidas:

- Con la formula de Smalian

Caso 1: Cuando las secciones son de diferentes longitud.

$$VF = \frac{A_1 + A_2}{2} * L_1 + \frac{A_2 + A_3}{2} * L_2 + \dots + \frac{A_{n-1} + A_n}{2} L_n$$

Caso 2: Cuando las secciones son de igual longitud.

$$(L_1 = L_2 = L_3, etc.)$$

$$VF = (0.5A_1 + 0.5A_n + A_2 + A_3 + \dots + A_n - 1) L_1$$

Caso 3: En los trabajos del departamento de dasonomía del II CA, se considera que  $A_1$  está a 30 cm del suelo,  $A_2$  (AB) a 1,30m y se toman las mediciones cada dos metros a partir del DAP. La primera sección tiene 0,30 m. de longitud ( $L_1 = 0,30$ ),  $L_2$  tiene 1m y las demás 2m.

$$VF = 0.8A_1 + 1.5A_2 + A_n + 2(A_3 + A_4 + \dots + A_n - 1)$$

Formula de Smalian

$$V = (d)^2 * \frac{\pi}{4} * L$$

Para la cual aplicamos la fórmula del volumen del cilindro.

$$\text{Vol. cilind.} = \frac{d^2 * \pi}{4} * h$$

Según **DONALD Y SCHUMACHER** (1965), para la cubicación existen dos formulas con mayor precisión la de Smalian y la Huber. La formula de Smalian expresa el volumen del sólido en relación con su longitud y con las superficies de sus dos extremos y es la siguiente:

$$v = \frac{A + a}{2} L$$

Donde:

V = volumen

A = superficie del extremo mayor

a = superficie del extremo menor

L = longitud

2 = divisor de la suma de superficies.

- Con la formula de Huber:

$$V = A_{1/2} * L$$

En donde:

$A_{1/2}$  = superficie de la sección transversal intermedia

V = volumen

L = longitud

Cualquiera de ellas puede dar resultados erróneos. Teóricamente, puede demostrarse que en casos la fórmula Huber es más precisa. Prácticamente la diferencia no es grande y se emplea con más frecuencia la formula de Smalian. Su ventaja principal es que en el caso de troncos aserrados, es más fácil medir los diámetros de los extremos que el diámetro intermedio.

### 3. Determinación del volumen de árboles en pie.

Para la determinación del volumen en árboles en pie se necesitan el diámetro a la altura de 1,30m del suelo, la altura total y el factor de forma. La fórmula más común para determinar el volumen de un árbol en pie es la fórmula del coeficiente mórfico:

$$v = \frac{\pi}{4} d_{1,3}^2 \cdot h \cdot f_{1,3}$$

Junto a esto hay que considerar para el cálculo de madera del fuste, madera gruesa o madera total del árbol se necesitan diferentes factores de forma. La exactitud de esta determinación del volumen según la ley de la propagación de los errores depende de: la exactitud de la determinación, de los diámetros, de la altura y del factor de forma.

#### **E. VOLUMEN DE CORTEZA**

Según **BURNEO** (1975), la determinación del volumen de corteza es importante, cuando esta tiene algún valor comercial, o también cuando se necesita saber el volumen neto del tronco sin corteza. La relación del diámetro con corteza (D) y el diámetro sin corteza (d) es lineal; esta relación sirve para estimar el porcentaje del volumen de corteza.

Se expresa por la siguiente fórmula:  $d = k \cdot D$

En donde:

K = coeficiente de regresión

d = diámetro sin corteza

D = diámetro con corteza

El valor de K para varios árboles agrupados se calcula con la siguiente fórmula:

$$K = \frac{Sd}{SD} = \frac{SD - S2G_c}{SD}$$

En donde:

Sd = suma de todos los diámetros sin corteza

SD = suma de todos los diámetros con corteza

$S2G_C$  = suma total del doble de cada grosor de corteza.

Los volúmenes del tronco sin corteza y con corteza se los calcula con la formula de Smalian, para luego calcular el volumen de corteza ( $V_C$ ) en forma directa de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$V_C = VF - VF_C$$

En donde:

$V_C$  = volumen de corteza

VF = volumen del tronco con corteza

$VF_C$  = volumen del tronco sin corteza.

El volumen de corteza en porcentaje se calcula con la formula:

$$V_C = VF (1 - K^2)$$

El volumen de corteza en porcentaje está dado por la siguiente fórmula:

$$V_C(\%) = VF (1 - K^2) * 100$$

En donde:

$V_C(\%)$  = volumen de corteza en porcentaje

K = coeficiente o constante según el DAP y la especie.

VF = volumen de madera y corteza.

## F. RELACIÓN DEL DAP CON LAS ALTURAS

La relación entre el diámetro y la altura de un árbol da como resultado una curva que representa el perfil del árbol, la misma que presenta un tipo de forma.

**BURNEO** (1975), indica que analizados los datos de 3578 árboles distribuidos en 6 parcelas en Polonia, encontró que la relación entre la altura y el diámetro se ajustan a una parábola, es suficiente para construir una curva de altura y con este número de árboles el error es de 1%.

Según **LOJAN** (1966), se ha encontrado una relación entre la altura y el diámetro de los árboles de un bosque y que es de tipo parabólico y se ajustan de la siguiente fórmula:

$$Y = a + bx + cx^2$$

$$L = a + bD + Cd^2$$

En donde:

$Y = L$  = altura (variable dependiente)

$x = D$  = diámetro (variable independiente)

$x^2 = D^2$  = diámetro al cuadrado (variable independiente)

a,b,c = constantes

Según **BURNEO** (1975), la relación existente entre el DAP y la altura comercial y total tiene una tendencia lineal y se ajusta a la fórmula:

$$Y = a + bx$$

Donde:

$Y$  = altura

$x$  = DAP

a,b,c = constantes.

## G. AREA BASAL

Las medidas de áreas tienen importancia en dasometría para calcular volúmenes. Se entiende por área basal AB, el área por cualquier sección transversal del fuste del árbol. La que más se usa en dasometría es el área calculada a base del DAP o sea el área que tiene el fuste en la sección transversal a 1,30 metros del suelo. **LOAIZA** (1977)

$$AB = \frac{\pi * D^2}{4} = 0.7854 * D^2$$

Donde:

AB = área basal

D = DAP

$\pi$  = 3.1416

Según **MORA y CEVALLOS** (1988), el área basal es la superficie de la sección transversal de un árbol a la altura del pecho. El área basal (AB) se calcula mediante su diámetro a la altura del pecho, según la siguiente fórmula:

$$AB = 0,8 d^2$$

Donde:

AB = área basal en metros cuadrados.

d = diámetro a la altura del pecho en centímetros.

El (AB) de un rodal es igual a la suma de las áreas basales de todos los árboles del rodal.

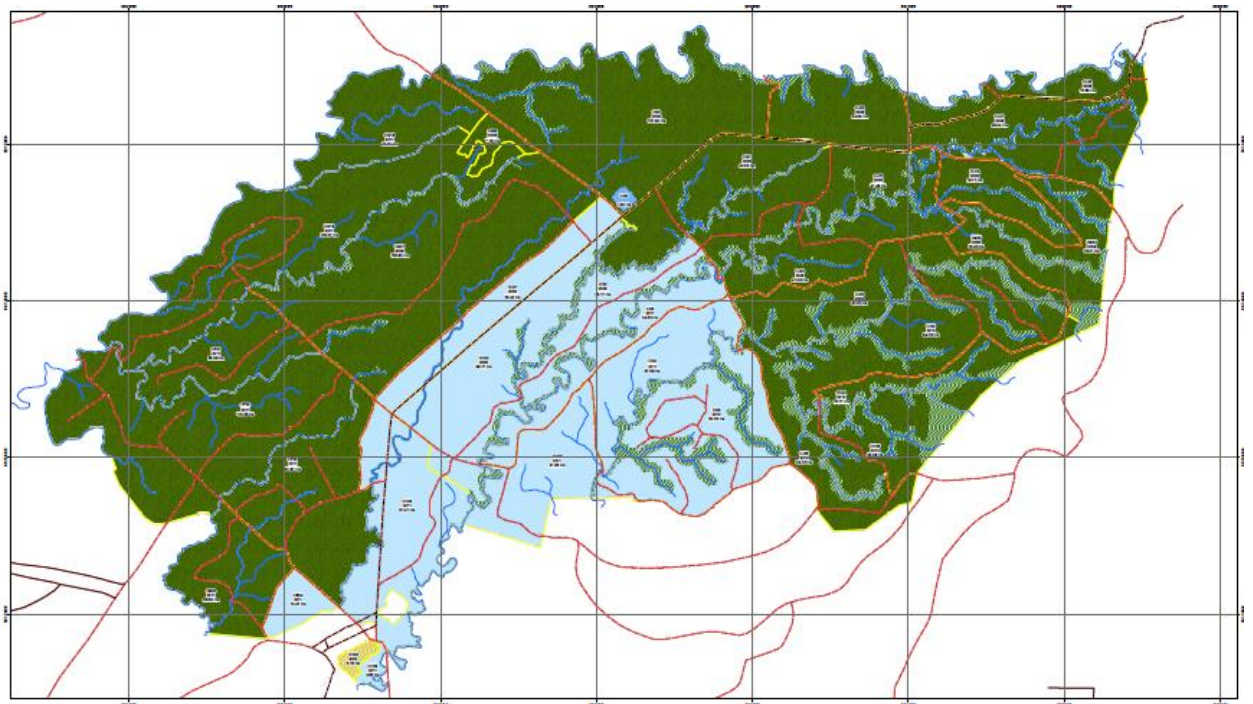
Este valor es un indicador para la densidad del rodal.

#### IV. MATERIALES Y MÉTODOS

##### A. CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR

###### 1. Localización

La presente investigación se desarrollo en hacienda “El Vergel” cantón Valencia, provincia de Los Ríos, ubicada a 23 Km al Noreste de la ciudad de Quevedo.



**Fuente:** Cartografía base de Seragroforest. Responsable “Marco Cantuña”

Los límites de la Hacienda “El Vergel” son:

- **Norte:** Hacienda “Magdalena” “Rey Banpac”; Sr. Victor Ahon; Pueblo “La Chavica”
- **Sur:** Recinto “El Vergel; Sr. Clodovelo Santín
- **Este:** Sr. César Pérez; Sr. Welligton Alvarez”
- **Oeste:** Río Gualipe.

## 2. Ubicación geográfica

Coordenadas proyectadas UTM zona 17 S

Datum WGS84

X = 684967 - 500000

Y = 9913920 - 10000000

Situada desde el origen de la zona a 184,97 Km al Este y 86 Km hacia el Sur

- **Altitud:** 166 msnm

## 3. Características climáticas \*

- **Temperatura promedio anual:** 24.2 ° C
- **Precipitación promedio anual:** 1864.20mm
- **Evapotranspiración:** 0.10 mm
- **Velocidad del viento:** 0.3 Km/h
- **Hidrología:** Rio Lulo, San Pablo.

## 4. Clasificación ecológica

Bosque Húmedo Tropical (Cañadas,F., 1983)

## 5. Características del suelo \*

**Textura:** Franco arcilloso

**Topografía:** Con pendientes irregulares hasta el 20%.

\* **Fuente:** (Estación Meteorológica “San Pablo”)



## **B. MATERIALES**

### **1. Materiales de campo**

Libreta de apuntes, lápiz, cinta métrica, flexómetro, tablero, mapa de la hacienda, machete.

### **2. Materiales de oficina**

Calculadora, computadora, cámara fotográfica, impresora

## **C. METODOLOGÍA**

### **1. Definición el área de estudio**

#### **a. Delimitación del área**

Mediante un reconocimiento de la hacienda se ubicaron los rodales a ser objeto de estudio, utilizando límites geográficos que son esteros y caminos, los mismos que se levantaron con GPS de precisión y se procedió a medir según la normativa vigente emitido por el Ministerio del Ambiente, los usos de suelos existentes son: red vial, hidrografía, áreas de protección e infraestructura; todo esto se hizo con la ayuda del programa ArcGis 10.1

Los rodales objeto del presente estudio son:

Rodal CH24, con un año de edad.

Rodal CI25, con dos años de edad.

Rodal CH22, con tres años de edad.

Cada rodal se los dividió en 3 partes iguales; los mismos que fueron ubicados en el mapa respectivo de esta manera se definieron el área total a ser a ser estudiada.

## b. Ubicación de tratamientos y unidades experimentales.

En la hacienda “El Vergel”, se establecieron 4 tratamientos con 3 repeticiones de 120 árboles por cada uno de ellos, siendo así 360 árboles por plantación, en los cuales se aplicaron los métodos de Smalian, Hohenald, Schiffel y Newton.

## 2. Determinación del factor de forma y volumen de madera en plantaciones de uno, dos y tres años de edad

### a. Toma de Datos

#### 1). Selección de árboles muestréales

Se seleccionaron árboles dominantes y codominantes de cada una de las plantaciones los mismos que fueron apeados, siendo estos completos, es decir aquellos que no se trisaron al momento de la caída del árbol.

#### 2). Medición de la longitud y diametro de los árboles apeados.

Se midió la longitud de todos y cada uno de los árboles muestrales desde la base hasta el ápice, dividiendo en cinco partes iguales, posteriormente se tomó el diametro mayor y menor en cada una de las trozas, registrando los datos en la tabla 1 (formato de campo).

**Tabla 1.** Formato de campo.

Árbol	DAP (cm)	Alt. Total (m)	Largo de la troza (m)	Diametro de las Trozas										
				Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df
1														

**Di:** diámetro inicial

**Dm:** diámetro medio

**Df:** diámetro final

**DAP:** Diametro a la altura del pecho.

## b. Definición de clases diamétricas

Las clases diamétricas fueron definidas de acuerdo a los diámetros encontrados y se clasificaron en un rango de 5 cm en cada una de las plantaciones de diferentes edades (1, 2 y 3 años).

## c. Análisis de la Información

### 1). Calculo de Volúmenes

- **Volumen de la troza según Smalian:**

$$V = \frac{\pi}{4} \left( \frac{d_1 + d_2}{2} \right)^2 * l$$

Donde:

V = volumen de la troza

$l$  = largo de la troza

$d_1$  = diámetro en un extremo

$d_2$  = diámetro del otro extremo

$\pi = 3.1416$

- **Volumen del Cilindro:**

$$\text{Vol. cilind.} = \frac{d^2 * \pi}{4} * h$$

Donde:

**Vol. cilind** = Volumen del cilindro

$d^2$  = diámetro al cuadrado.

$\pi = 3.1416$

h = altura

- **Volumen de la troza según Newton**

$$V = \frac{\pi}{4} \left( \frac{A + 4A' + A_2}{6} \right)^2 * L$$

Donde:

A = diámetro de un extremo

A' = diámetro medio

A<sub>2</sub> = diámetro del otro extremo

π = 3.1416

L = Largo de la troza

## 2). Cálculo del factor de forma

- **Factor de forma según Smalian:**

$$FF_{Sm} = \frac{V}{\text{Vol. cilind.}}$$

Donde:

FF<sub>Sm</sub> = factor de forma según Smalian

V = Volumen del árbol según Smalian

Vol. cilind = Volumen del cilindro

- **Factor de forma según Newton:**

$$FF_{Ns} = \frac{V}{\text{Vol. cilind.}}$$

Donde:

$FF_{5m}$  = factor de forma según Newton

$V$  = Volumen del árbol según Newton

$Vol.cilind$  = Volumen del cilindro

- **Factor de forma según Hohenald:**

$$f_{0.1} = 0.2 * \left[ \left( 1 + \left( \frac{d_{03}}{d_{01}} \right)^2 + \left( \frac{d_{05}}{d_{01}} \right)^2 + \left( \frac{d_{07}}{d_{01}} \right)^2 + \left( \frac{d_{09}}{d_{01}} \right)^2 \right) \right]$$

Donde:

$f_{0.1}$  = factor de forma según Hohenald

$d_{01}$  = diámetro medio de la primera sección

$d_{03}$  = diámetro medio de la segunda sección

$d_{05}$  = diámetro medio de la tercera sección

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

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

- **Factor de forma según Schiffel:**

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

Donde:

$K_s$  = factor de forma según Schiffel

$d_{05}$  = diámetro en la mitad del fuste, cm

$Dap$  = diámetro a 1.30m

Con los datos obtenidos, concluimos cual factor de forma calculado es el que más se aproxima al valor real.

**d. Determinación de volumen del árbol medio en plantaciones de uno, dos y tres años de edad.**

Para la determinación del árbol medio se realizó parcelas circulares de 1000 m<sup>2</sup>, donde se tomo el DAP y altura en cada uno de los árboles que se encontraban dentro de la parcela y posteriormente se sacó un promedio de los mismos; con ellos se determino el árbol medio para cada una de las plantaciones.

Una vez que se encontró el árbol medio se lo apeo y se dividió en secciones para determinar el volumen real, que sirvió como parámetro de comparación con los volúmenes de los factores de forma calculados según diferentes autores.

Para obtener volumen del árbol con factor de forma aplicamos la siguiente formula:

$$\text{Vol. árboles en pie} = \frac{d^2 * \pi}{4} * h * ff$$

Donde:

$d^2$  = diámetro al cuadrado

h = altura

ff = factor de forma (por cada método)

Aplicamos el factor de forma recomendado, multiplicamos por el número de árboles por ha en cada una de las plantaciones, obteniendo así el volumen a diferentes edades.

### 3. Comparación del volumen estimado aplicando los factores de forma obtenidos.

Con los volúmenes obtenidos con factor de forma en cada año de edad comparamos con 2 tipos de funciones de ahusamiento que son:

#### 1). Polinómica de 5<sup>to</sup> grado

$$\frac{d_i}{D} = b_1 + b_2 \left(\frac{h_i}{H}\right) + b_3 \left(\frac{h_i}{H}\right)^2 + b_4 \left(\frac{h_i}{H}\right)^3 + b_5 \left(\frac{h_i}{H}\right)^4 + b_6 \left(\frac{h_i}{H}\right)^5$$

Donde:

D = DAP

hi = altura

H = altura total

di = diametro a la altura

b1, b2, b3, b4, b5, b6 = constantes de ecuaciones

#### 2). Logarítmica de Garay

$$\frac{d_i}{D} = b_1 \left( 1 + b_2 \times \text{LN} \left( 1 - b_3 \left( \frac{h_i}{H} \right)^{b_4} \right) \right)$$

Donde:

D = DAP

hi = diferentes alturas del árbol.

H = altura total

di = diametro a diferentes alturas del árbol

b1, b2, b3, b4 = constantes de ecuaciones

Para la determinación de b1, b2, b3, b4, b5, b6; se aplicaron los datos de la investigación, mediante aplicaciones estadísticas en excel.

**Cuadro 2.** Formato de obtención volúmenes

Diametro:                  Altura:

hi	di	H	Volumen
		<b>Vol. Total</b>	

Al árbol medio aplicamos las formulas de ahusamiento en cada año de edad.

Donde:

hi = cada 0.50 m del árbol;

H = es el largo de las trozas;

di = aplicamos las formulas de las ecuaciones despejando di

Para el volumen aplicamos la formula:

$$Vol = (\pi/80000) * ((di1)^2 + (di2)^2) * H$$

**Cuadro 3.** Comparación de volúmenes con factor de forma con. Funciones de Ahusamiento.

Año de Edad	VOLUMENES		
	Logarítmica de Garay	Polinómica de 5 <sup>to</sup> grado	Factor de Forma



## D. FACTORES EN ESTUDIO

### 1.- Tipos de Tratamientos

Tenemos las siguientes:

Smalian	(A1)
Newton	(A2)
Hohenald	(A3)
Schiffel	(A4)

### 2.- Descripción de Rodales

Rodal CH24	Plantación de 1 año de edad.
Rodal CI25	Plantación de 2 años de edad.
Rodal CH22	Plantación de 3 años de edad.

## E. DISEÑO EXPERIMENTAL

### 1.- Tipo de Diseño

Para la presente investigación se eligió el diseño experimental denominado: “Diseño de bloques al azar”

### 2. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = observación individual

$\mu$  = media común

$\tau_i$  = efecto de tratamiento

$\beta_j$  = efecto de bloque

$\epsilon_{ij}$  = error experimental

### 3. Esquema del análisis de varianza

**Cuadro 4.** Esquema de análisis de varianza para análisis de factor de forma

ESQUEMA DE ANALISIS DE VARIANZA			
Factor de Varianza		Grados de libertad	
Tratamientos	4	t - 1	3
Repeticiones	3	r - 1	2
Error experimental		( t -1) ( r -1)	6
Total	12	rt - 1	11

### 4. Análisis estadístico

a. Prueba de Tukey al 5%

b. Error estándar de la investigación.

## F. TRATAMIENTOS

### 1.- Especificaciones del campo experimental

**Cuadro 5.** Tratamientos en estudio

Numero de tratamientos	12
Número de repeticiones	3
Número total de árboles en estudio	1080
Número de árboles / tratamiento	360
Número de árboles / repetición	120

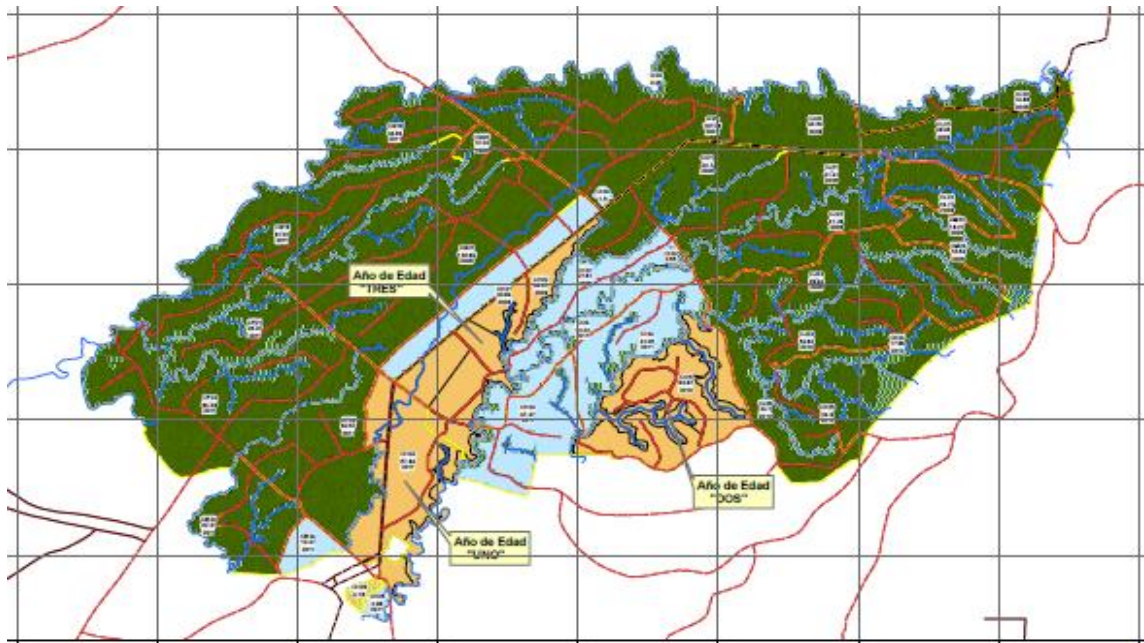
**Cuadro 6.** Descripción de los tratamientos

<b>Tratamientos</b>	<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
T1	A1CH24	Smalian + Rodal CH24
T2	A2CH24	Newton + Rodal CH24
T3	A3CH24	Hohenald + Rodal CH24
T4	A4CH24	Schiffel + Rodal CH24
T5	A1CI25	Smalian + Rodal CI25
T6	A2CI25	Newton + Rodal CI25
T7	A3CI25	Hohenald + Rodal CI25
T8	A4CI25	Schiffel + Rodal CI25
T9	A1CH22	Smalian + Rodal CH22
T10	A2CH22	Newton + Rodal CH22
T11	A3CH22	Hohenald + Rodal CH22
T12	A4CH22	Schiffel + Rodal CH22

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

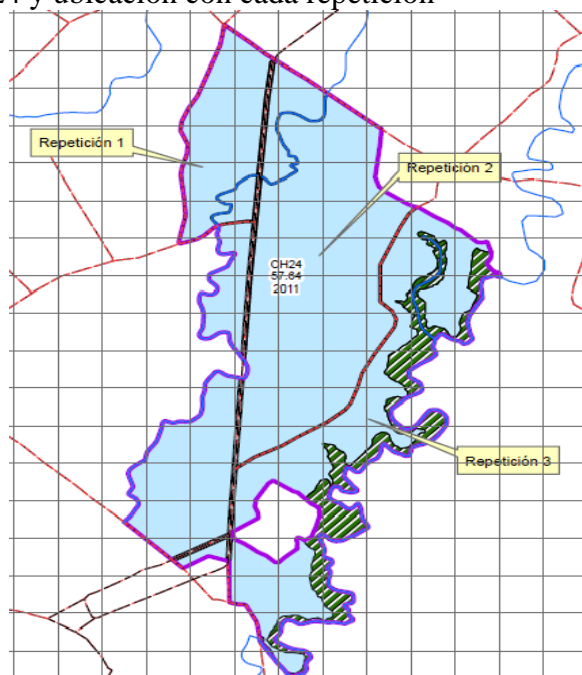
### A. ÁREA DE ESTUDIO

**Grafico 1.** Ubicación de Rodales



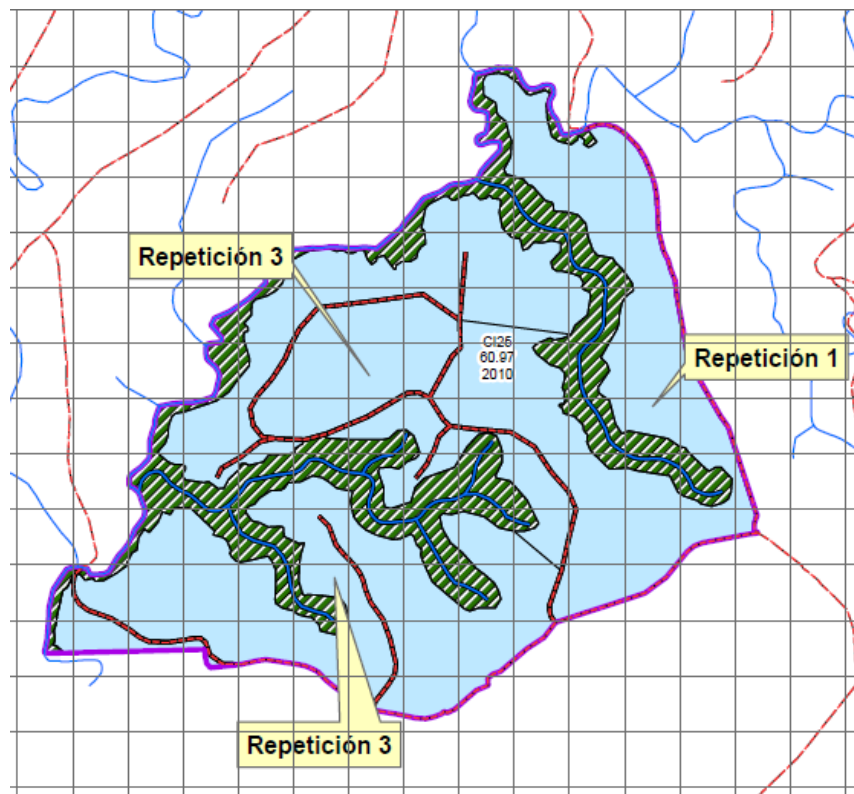
La hacienda el Vergel tiene una superficie total de 1705,65 has, de los cuales se tomó 3 rodales con diferentes edades.

**Grafico 2.** Rodal CH24 y ubicación con cada repetición

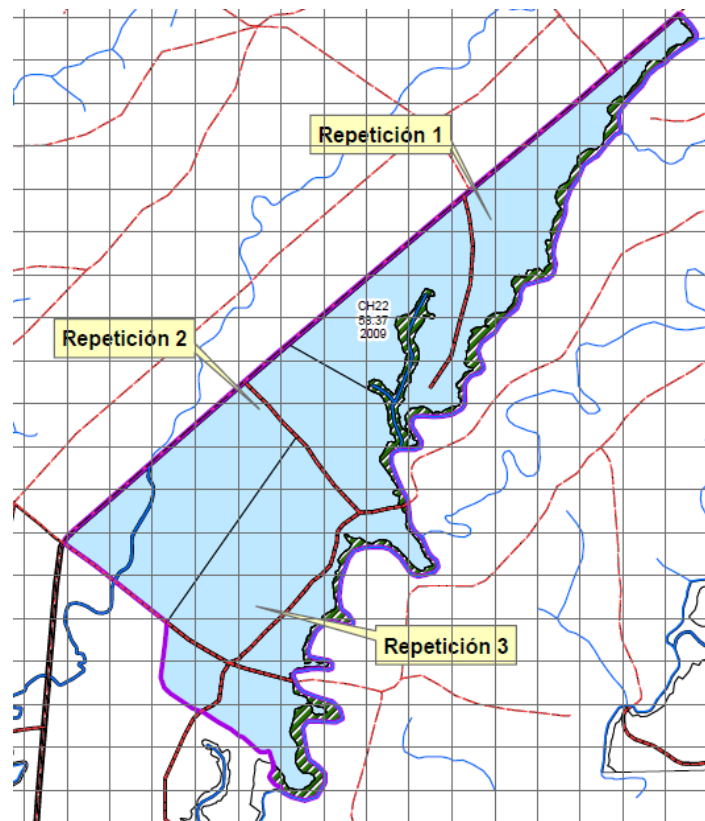


El Rodal CH24, con un año de edad de plantación, su densidad es de 560 árboles/ha y una superficie de 57,64 ha, se dividió en 3 partes iguales de 19,21 ha cada repetición.

**Grafico 3.** Rodal CI25 y ubicación con cada repetición



El Rodal CI25, con dos años de edad de plantación, su densidad es de 385 árboles/ha y una superficie de 60,97 ha, dividida en 3 partes iguales de 20,32 ha.

**Grafico 4.** Rodal CH22 y ubicación con cada repetición

El Rodal CH22, con tres años de edad de plantación, su densidad es de 315 árboles/ha y una superficie de 58,37 ha, se dividió en 3 partes de 19,46 ha, cada repetición.

## B. FACTOR DE FORMA Y VOLÚMENES EN PLANTACIONES DE UNO, DOS Y TRES AÑOS DE EDAD

**Cuadro 7.** Definición de clases diamétricas

Clases Diamétricas						
Años de Edad	1	f	2	f	3	F
Clases Diamétricas	5 – 9.9cm	43	10-14.9cm	20	15-19.9cm	40
	10 -14.9cm	55	15-19.9cm	50	20-24.9cm	40
	15-19.9cm	22	20-24.9cm	50	25-29.9cm	40

f = frecuencia

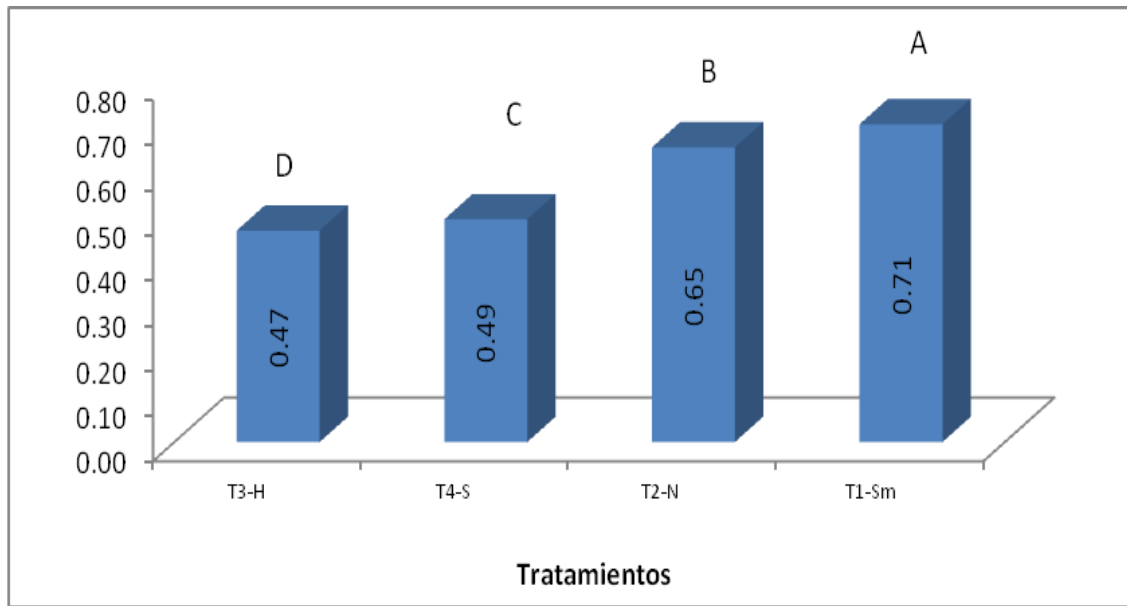
**1. Determinación de factor de forma de árboles de un año de edad**

**Cuadro 8.** Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, en árboles de 1 año de edad con clase diamétrica entre 5 - 9.9cm.

<b>Factor de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	
Total	11	0.1228		
Tratamiento	3	0.1223	0.0408	**
Repetición	2	0.0001	0.00010	Ns
Error	6	0.0004	0.00010	
CV%			1.30	
Media			0.58	

**Cuadro 9.** Prueba Tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de un año de edad con clase diamétrica entre 5 - 9.9cm.

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1-Sm	0.71	A
T2-N	0.65	B
T3-S	0.49	C
T4-H	0.47	D



**Gráfico 5.** Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de un año de edad con clase diamétrica entre 5 - 9.9cm.

El análisis de varianza para el factor de forma en árboles de un año de edad con clases diamétricas entre 5cm-9.9cm, según los cuadros 8, 9 y gráfico 5, determina que hay diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos (Factor de forma por Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel), en donde por medio de la prueba de tuckey al 5%, se clasificó en el rango “A” al tratamiento 1 T1-Sm (Factor de forma por Smalian) con un de 0.71, mientras que el promedio más bajo lo obtuvo T3-H (Factor de forma por Hohenald ) con 0,47 el cual está en el rango “D”. El coeficiente de variación fue de 1,30% y la media se ubicó en 0,58.

Entre la clase diamétrica de 5 – 9.9cm el factor de forma para esta figura (Neiloide) está entre 0,35 – 0,50; con estos resultados tenemos a Hohenald con 0,47 y Schiffel con 0,49.

De acuerdo a PRODAN, M.,1965, el factor de forma verdadero es Hohenald con 0.47 por su fórmula ya que el tallo del árbol se lo divide en 10 trozas iguales.

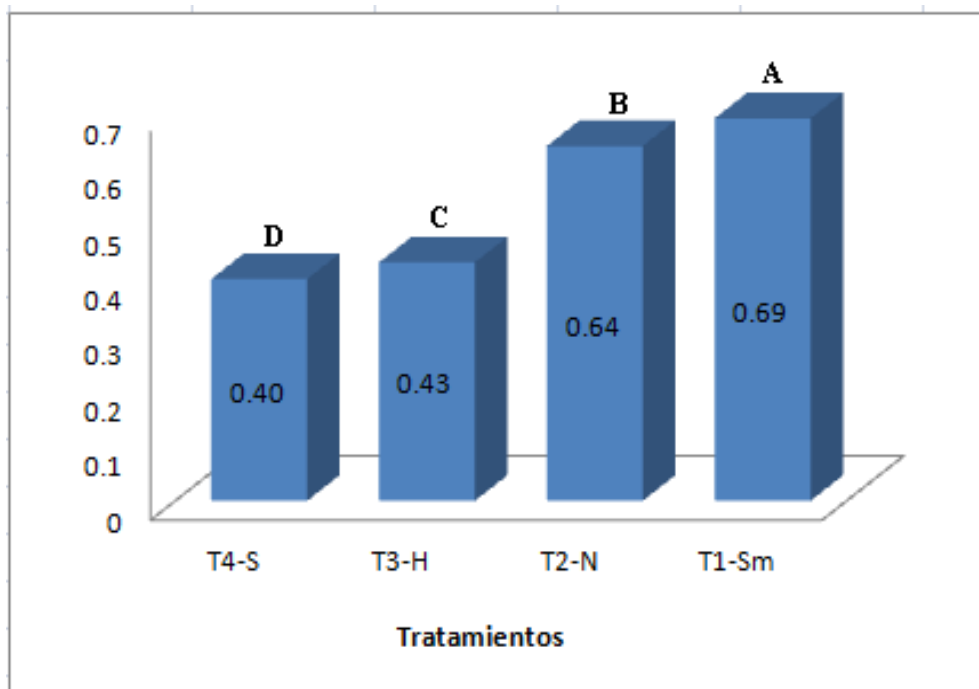


**Cuadro 10.** Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, en árboles de un año con clase diamétrica entre 10 - 14.9cm.

<b>Factor de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	
Total	11	0.1900		
Tratamiento	3	0.1900	0.0600	**
Repetición	2	0.0001	0.00005	Ns
Error	6	0.0011	0.0002	
CV%			2.51	
Media			0.54	

**Cuadro 11.** Prueba Tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de un año con clase diamétrica entre 10 - 14.9cm.

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1-Sm	0.69	A
T2-N	0.64	B
T3-H	0.43	C
T4-S	0.40	D



**Gráfico 6.** Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de un año con clase diamétrica entre 10 - 14.9cm.

El análisis de varianza para el factor de forma en árboles de un año de edad con clase diamétrica entre 10 - 14.9cm, según los cuadros 10, 11 y gráfico 6, determina que hay diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, en donde por medio de la prueba de tuckey al 5%, se clasificó en el rango “A” al tratamiento 1 T1-Sm (Factor de forma por Smalian) con 0.69, mientras que el promedio más bajo lo obtuvo T4-S(Factor de forma por Schiffel ) con 0,40 el cual está en el rango “C”. El coeficiente de variación fue de 2,51% y la media se ubicó en 0,54.

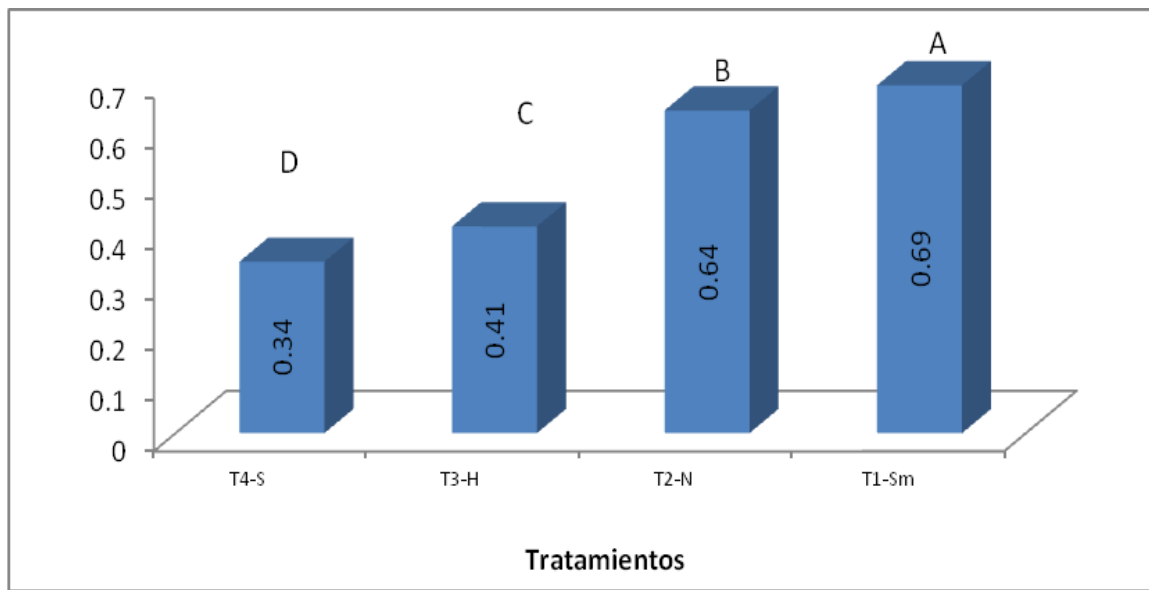
Al obtener árboles con características similares, vamos a tener el mismo resultado que en el cuadro anterior, es decir que el factor de forma verdadero es el Hohenald con 0,43.

**Cuadro 12.** Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, en árboles de un año con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm.

<b>Factor de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	
Total	11	0.2600		
Tratamiento	3	0.2600	0.0900	**
Repetición	2	0.0004	0.0002	Ns
Error	6	0.0009	0.0002	
CV%			2.38	
Media			0.52	

**Cuadro 13.** Prueba Tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de un año con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm.

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1-Sm	0.69	A
T2-N	0.64	B
T3-H	0.41	C
T4-S	0.34	D



**Gráfico 7.** Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de un año con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm.

El análisis de varianza para el factor de forma en árboles de un año con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm, según los cuadros 12, 13 y gráfico 7, determina que hay diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, en donde por medio de la prueba de tuckey al 5%, se clasificó en el rango “A” al tratamiento 1 T1-Sm (Factor de forma por Smalian) con 0.69, mientras que el promedio más bajo lo obtuvo T4-S(Factor de forma por Schiffel) con 0,34 el cual está en el rango “D”. El coeficiente de variación fue de 2,38% y la media se ubicó en 0,52.

En la clase diamétrica entre 15 – 19cm, el factor de forma verdadero es Hohenald con 0,41; según observaciones explicadas anteriormente

**Cuadro 14.** Clases Diamétricas y Factor de Forma del primer año de edad

<b>Clases Dimétricos</b>	<b>Factor de Forma</b>
5cm – 9.9cm	0,47
10cm – 14.9cm	0,43
15cm – 19.9cm	0,41
<b>Promedio</b>	<b>0,44</b>

Como podemos ver el factor de forma para el primer año en *Gmelina arborea* es de 0,44 que es diferente al que utiliza el Ministerio de Medio Ambiente (0,70), ya que se comercializa arboles de 1 año permitiendo obtener un volumen exacto.

Según las clases diamétricas que indica en el cuadro N. 14; los factores de forma de fustes son más pequeños a medida que los diámetros aumentan, lo cual coincide con PRODAN que dice que el factor de forma es dependiente del diámetro del árbol.

Mediante el análisis estadístico en las 3 clases diamétricas el factor de forma más bajo es el de Schiffel y el más alto el de Smalian.

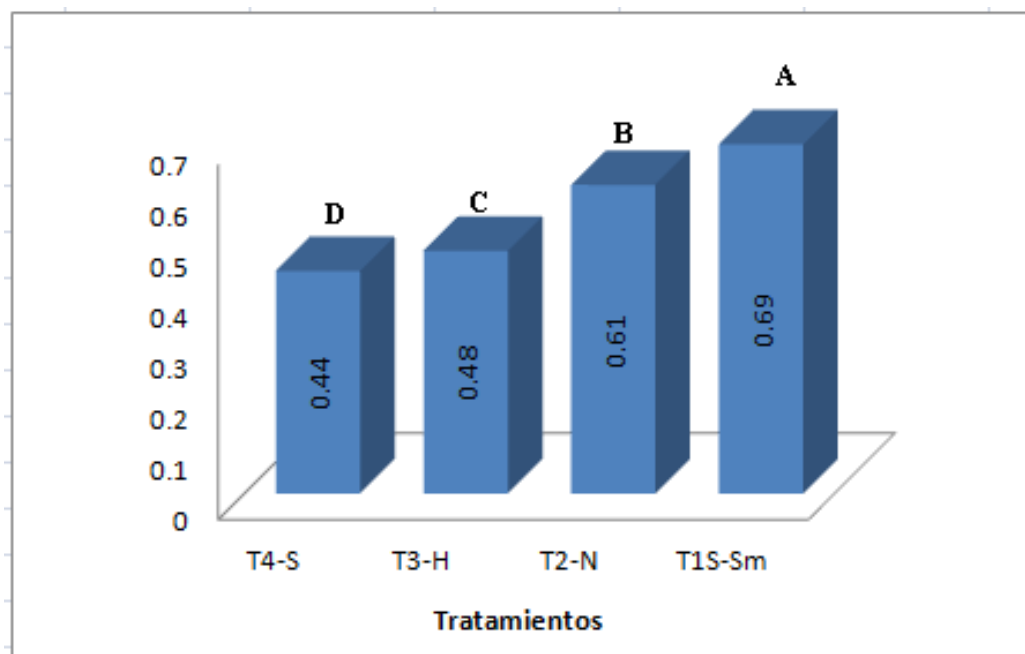
## **2. Determinación de factor de forma de árboles de dos años de edad**

**Cuadro 15.** Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, en árboles de dos años con clase diamétrica entre 10 - 14.9cm.

Factor de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	
Total	11	0.1253		
Tratamiento	3	0.1186	0.0395	**
Repetición	2	0.0043	0.0022	*
Error	6	0.0024	0.0004	
CV%			3.62	
Media			0.56	

**Cuadro 16.** Prueba Tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de dos años con clase diamétrica entre 10 - 14.9cm.

Tratamiento	Medias	Rangos
T1S-Sm	0.69	A
T2-N	0.61	B
T3-H	0.48	C
T4-S	0.44	D



**Gráfico 8.** Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de dos años con clase diamétrica entre 10 - 14.9cm.

El análisis de varianza para el factor de forma en árboles de dos años de edad con clase diamétrica entre de 10 – 14.9cm, según los cuadros 15, 16 y gráfico 8, determina que hay diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, en donde por medio de la prueba de tuckey al 5%, se clasificó en el rango “A” al tratamiento 1 T1-Sm (Factor de forma por Smalian) con 0.69, mientras que el promedio más bajo lo obtuvo T4-S(Factor de forma por Schiffel ) con 0,44 el cual está en el rango “C”. El coeficiente de variación fue de 3,62% y la media se ubicó en 0,56.

En el segundo año de edad la forma del árbol sigue pareciendo un Neiloide, a pesar de tener la plantación una densidad menor al primer año debido a un raleo; el árbol sigue manteniendo su misma forma.

Según MORA,C; FLORES, F., 2013, Mientras más largas son las secciones para cubicar árboles, mayor es la sobre – estimación de volumen; en Smalian el largo de troza está entre 2m – 3,2m y Newton hasta de 1,6m. Es por esto que sugieren utilizar secciones  $\leq 1.50$  m de longitud, debido a que la forma cambia con el aumento en el largo de la troza es decir entre más larga es la troza más cónico es su forma

En los diámetros 10cm – 14.9cm el factor de forma para esta figura está entre 0,35 – 0,50; con este resultado se encuentra Hohenald con 0.48 y Schiffel con 0.44

El factor de forma verdadero es Hohenald con 0,48; según explicaciones anteriormente mencionadas.

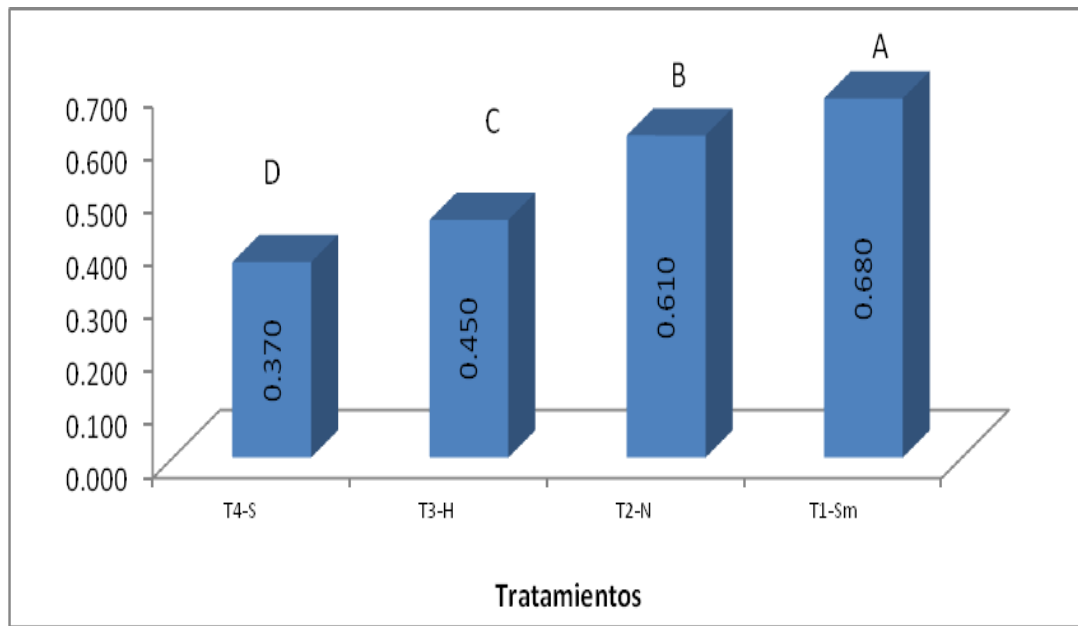
**Cuadro 17.** Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, en árboles de dos años con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm.

<b>Factor de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	
Total	11	0.1900		
Tratamiento	3	0.1900	0.0600	**
Repetición	2	0.0029	0.0015	*
Error	6	0.0015	0.0003	
CV%			3.01	
Media			0.53	

**Cuadro 18.** Prueba Tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de dos años con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm.

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1-Sm	0.68	A
T2-N	0.61	B
T3-H	0.45	C
T4-S	0.37	D





**Gráfico 9.** Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, de árboles con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm de dos años

El análisis de varianza para el factor de forma en árboles de dos años con clase diamétrica entre 15 – 19.9 cm, según los cuadros 17, 18 y gráfico 9, determina que hay diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, en donde por medios de la prueba de tuckey al 5%, se clasificó en el rango “A” al tratamiento 1 T1-Sm (Factor de forma por Smalian) con 0.68, mientras que el promedio más bajo lo obtuvo T4-S(Factor de forma por Schiffel) con 0,37 el cual está en el rango “D”. El coeficiente de variación fue de 3,01% y la media se ubicó en 0,53.

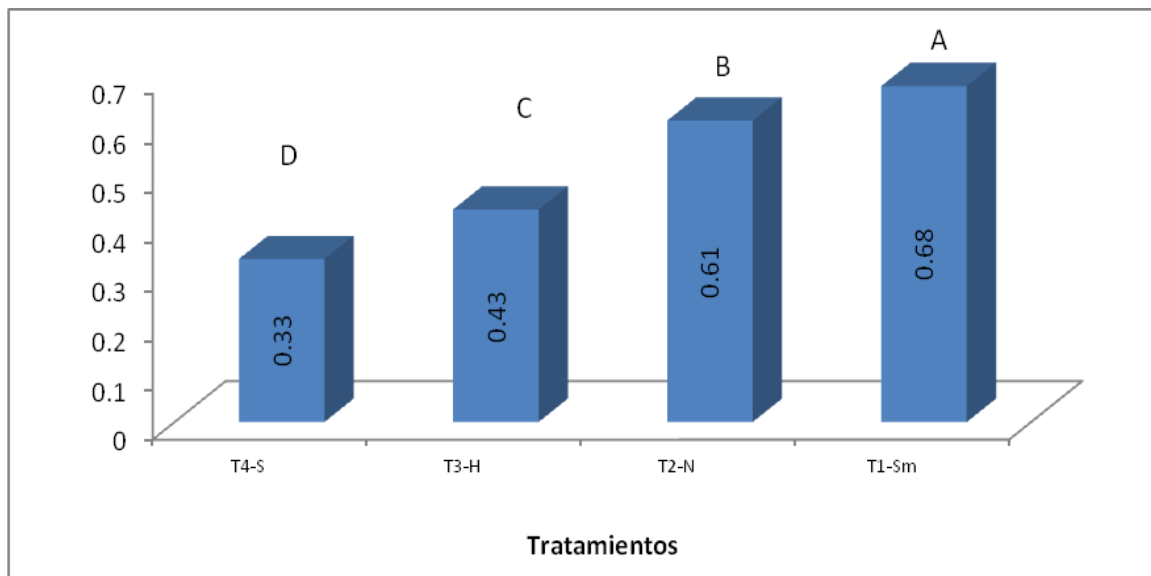
Al obtener árboles con características similares, vamos a tener el mismo resultado que en el tratamiento anterior, es decir que el factor calculado de acuerdo Hohenald es el más real con 0,45.

**Cuadro 19.** Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, en árboles de dos años de edad con clase diamétrica entre 20 - 24.9cm.

<b>Factor de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	
Total	11	0.2400		
Tratamiento	3	0.2400	0.0800	**
Repetición	2	0.0004	0.0002	ns
Error	6	0.0015	0.0003	
CV%			3.08	
Media			0.51	

**Cuadro 20.** Prueba Tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de dos años de edad con clase diamétrica entre 20 - 24.9cm.

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1-Sm	0.68	A
T2-N	0.61	B
T3-H	0.43	C
T4-S	0.33	D



**Gráfico 10.** Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de dos años con clase diamétrica entre 20 - 24.9cm.

El análisis de varianza para el factor de forma en árboles con clase diamétrica entre 20 - 24.9 cm de dos años de edad, según los cuadros 19, 20 y gráfico 10, determina que hay diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, en donde por medios de la prueba de tuckey al 5%, se clasificó en el rango “A” al tratamiento 1 T1-Sm (Factor de forma por Smalian) con 0.68, mientras que el promedio más bajo lo obtuvo T4-S(Factor de forma por Schiffel ) con 0,33 el cual está en el rango “D”. El coeficiente de variación fue de 3,08% y la media se ubicó en 0,51.

En la clase diamétrica entre 20 – 24.9cm, el factor de forma verdadero es Hohenald con 0,43; de acuerdo a explicación dada anteriormente

**Cuadro 21.** Clases Diamétricas y Factor de Forma del segundo año de edad

<b>Clases Dimétricos</b>	<b>Factor de Forma</b>
10cm – 14.9cm	0,48
15cm – 19.9cm	0,45
20cm – 24.9cm	0,43
<b>Promedio</b>	<b>0,45</b>

Como podemos ver el factor de forma para los dos años de edad en *Gmelina arborea* es de 0,45 que es un factor muy diferente al que utiliza el Ministerio de Medio Ambiente (0,70), el mismo que corresponde a árboles de mayor edad y diámetros esto coincide con lo que dice ALDANA.

Los factores de forma según los tratamientos con Schiffel son los más bajos y con Smalian los más altos, según los análisis estadísticos.

Según PRODAN, M., 1965 El factor de forma es dependiente del diámetro, este varía con el incremento del mismo. El diámetro cambia con la edad, por lo tanto el factor de forma en el segundo año de edad es 0,45.

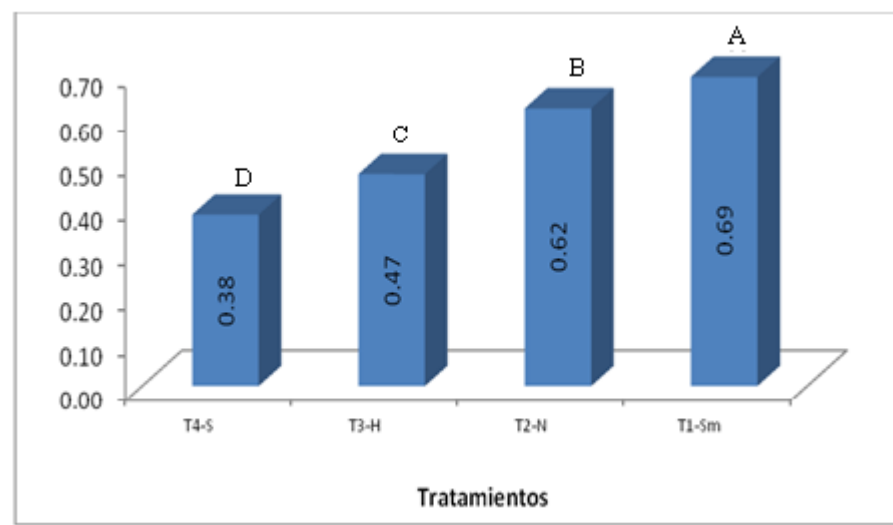
### **3. Determinación de factor de forma de árboles de tres años de edad**

**Cuadro 22.** Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, en árboles de tres años con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm.

<b>Factor de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	
Total	11	0.1800		
Tratamiento	3	0.1800	0.0600	**
Repetición	2	0.0013	0.0007	Ns
Error	6	0.0011	0.0002	
CV%			2.55	
Media			0.54	

**Cuadro 23.** Prueba Tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, de árboles de tres años con clase diamétrica entre 15-19.9cm.

Tratamiento	Medias	Rangos
T1-Sm	0.69	A
T2-N	0.62	B
T3-H	0.47	C
T4-S	0.38	D



**Gráfico 11.** Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, de árboles con clase diamétrica entre 15 - 19.9cm de tres años

El análisis de varianza para el factor de forma en árboles con clase diamétrica entre 15 – 19.9 cm en tres años de edad, según los cuadros 22, 23 y gráfico 11, determina que hay diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, en donde por medios de la prueba de tuckey al 5%, se clasificó en el rango “A” al tratamiento 1 T1-Sm (Factor de forma por Smalian) con 0.69, mientras que el promedio más bajo lo obtuvo T4-S(Factor de forma por Schiffel ) con 0,38 el cual está en el rango “D”. El coeficiente de variación fue de 3,08% y la media se ubicó en 0,51.

A los tres años de edad de plantación de *Gmelina arborea* la forma del árbol sigue aproximándose a un Neiloide, a pesar de ser una plantación de menor densidad a los dos anteriores años por la intervención de un raleo de espaciamiento.

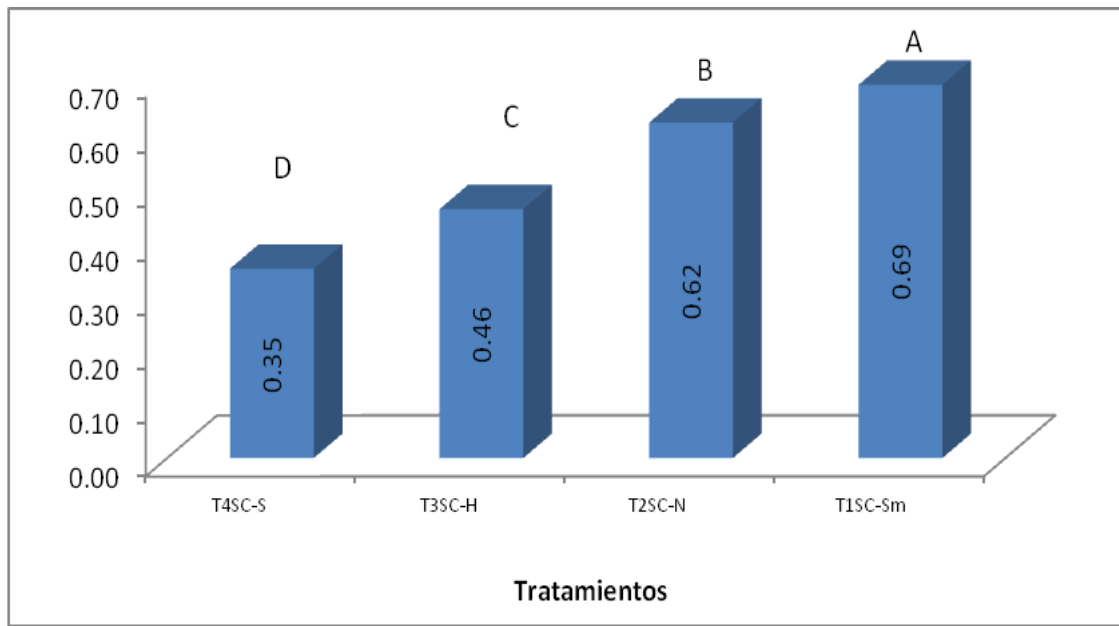
Al obtener árboles con características similares, vamos a tener el mismo resultado que en los tratamientos anteriores, por lo cual el factor de forma es Hohenald con 0,47.

**Cuadro 24.** Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, en árboles de tres años con clase diamétrica entre 20 -24.9cm.

<b>Factor de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	
Total	11	0.1800		
Tratamiento	3	0.1800	0.0600	**
Repetición	2	0.0013	0.0007	Ns
Error	6	0.0011	0.0002	
CV%			2.55	
Media			0.54	

**Cuadro 25.** Prueba Tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de tres años con clase diamétrica entre 20 - 24.9cm.

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1-Sm	0.69	A
T2-N	0.62	B
T3-H	0.46	C
T4-S	0.35	D



**Gráfico 12.** Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, de árboles de tres años con clase diamétrica entre 20 - 24.9cm.

El análisis de varianza para el factor de forma en árboles con clase diamétrica entre 20 – 24.9cm de tres años de edad, según los cuadros 24, 25 y gráfico 12, determina que hay diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, en donde por medios de la prueba de tuckey al 5%, se clasificó en el rango “A” al tratamiento 1 T1-Sm (Factor de forma por Smalian) con 0.69, mientras que el promedio más bajo lo obtuvo T4-S(Factor de forma por Schiffel ) con 0,35 el cual está en el rango “D”. El coeficiente de variación fue de 2,55% y la media se ubicó en 0,54.

El factor de forma real es obtenido por Hohenald con 0,46.

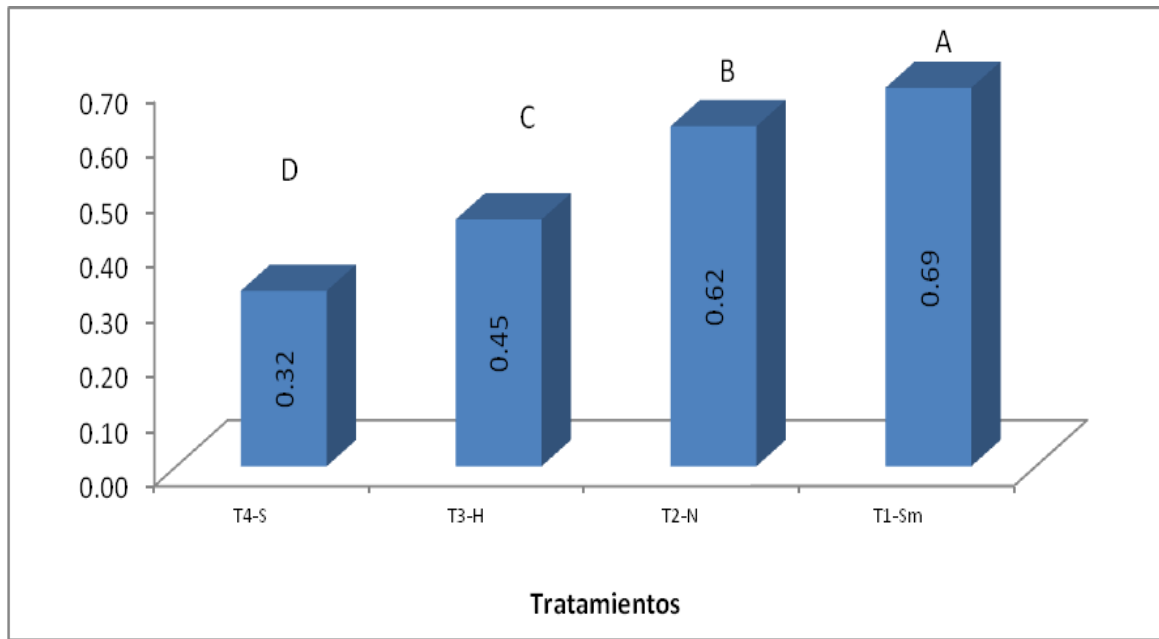
**Cuadro 26.** Análisis estadístico del factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald, Schiffel, en árboles de tres años con clase diamétrica entre 25 - 29.9cm.

<b>Factor de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Cuadrado medio</b>	
Total	11	0.2500		
Tratamiento	3	0.2500	0.0800	**
Repetición	2	0.0002	0.0001	Ns
Error	6	0.0014	0.0002	
CV%			2.95	
Media			0.52	

**Cuadro 27.** Prueba Tukey al 5% para el factor de forma según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de tres años con clase diamétrica entre 25 - 29.9 cm.

<b>Tratamiento</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
T1-Sm	0.69	A
T2-N	0.62	B
T3-H	0.45	C
T4-S	0.32	D





**Gráfico 13.** Promedios del factor de forma de árboles según Smalian, Newton, Hohenald y Schiffel, en árboles de tres años con clase diamétrica entre 25 - 29.9cm.

El análisis de varianza para el factor de forma en árboles con clases diamétricas entre 25 – 29.9 cm de tres años de edad, según los cuadros 26, 27 y gráfico 13, determina que hay diferencia estadística altamente significativa entre tratamientos, en donde por medios de la prueba de tuckey al 5%, se clasificó en el rango “A” al tratamiento 1 T1-Sm (Factor de forma por Smalian) con 0.69, mientras que el promedio más bajo lo obtuvo T4-S(Factor de forma por Schiffel ) con 0,32 el cual está en el rango “D”. El coeficiente de variación fue de 2,95% y la media se ubicó en 0,52.

En este caso para árboles de tres años con diámetros entre 25 – 29.9cm el factor de forma real es el de Hohenald con 0.45; según explicaciones anteriormente mencionadas.

**Cuadro 28.** Clases Diamétricas y Factor de Forma del tercer año de edad

<b>Clases Dimétricos</b>	<b>Factor de Forma</b>
10cm – 14.9cm	0,47
15cm – 19.9cm	0,46
20cm – 24.9cm	0,45
<b>Promedio</b>	<b>0,46</b>

Como podemos ver el factor de forma para los tres años de edad en *Gmelina arborea* es de 0,46 que es un factor muy diferente al que utiliza el Ministerio de Medio Ambiente que es 0,70. En el tercer año de edad su forma se aproxima es un Neiloide, ya que en los primeros años crece más en altura que en diámetro y en los últimos años es lo contrario, por esto su forma cambia y va tomando la forma cilíndrica.

Según PRODAN, M., 1965, El diámetro cambia con la edad por lo tanto el factor de forma es indirectamente dependiente de la edad.

Según ALDANA, Los factores de forma de fustes son más pequeños a medida que los diámetros aumentan, lo cual se puede observar en el cuadro N. 28.

Mediante el análisis estadístico los factores de forma según Schiffel son más bajos y los de Smalian más altos.

Tenemos como resultado en plantaciones de un año de edad su factor de forma es de 0,44; de dos años es de 0,45 y a los tres años de edad es de 0,46.

#### 4.- Determinación de volúmenes en plantaciones de uno, dos y tres años de edad.

**Cuadro 29.** Volúmenes con los 4 métodos y volumen real.

Años	Promedios	Volúmenes				Real (árbol medio)
		Smalian	Newton	Hohenald	Schiffel	
1	Ø = 12.6 cm H: 7.6	0.065	0.061	0.042	0.039	0.050
2	Ø = 17.4 cm H: 16	0.259	0.232	0.171	0.145	0.166
3	Ø = 21.6 cm H: 20.5	0.518	0.466	0.346	0.263	0.331

Según comparaciones del volumen real (árbol medio) con los volúmenes aplicando los factores de forma de cada año de edad; queda comprobado que el método de Hohenald es el mejor en los tres primeros años de la especie *Gmelina* ya que es el más ajustado con el volumen real de árbol.

**Cuadro 30.** Volúmenes en plantaciones de uno, dos y tres años de edad

Años	Promedios	Volumen/árbol (m <sup>3</sup> )	Densidad (ha)	Volumen m <sup>3</sup> /ha
1	Ø = 12.6 cm H: 7.6	0.042	560	23.52
2	Ø = 17.4 cm H: 16	0.171	385	65.84
3	Ø = 21.6 cm H: 20.5	0.346	315	108.99

Se ha determinado que los volúmenes para árboles de un año de edad se obtuvieron 23,52 m<sup>3</sup>/Ha, para árboles de dos años un volumen total de 65,84 m<sup>3</sup>/Ha y para árboles de tres años de edad el volumen registrado fue de 108,99m<sup>3</sup>/Ha.

Según DONALD, B. SCHUMACHER, F.,1965, el tratamiento de los rodales tiene cierta influencia en el factor de forma ya que se ha comprobado que en los rodales ralos, los factores de forma son más pequeños que en los rodales muy densos.

Esto corrobora el estudio actual de acuerdo a la densidad de cada año de edad de plantación.

### C. VOLUMEN ESTIMADO APLICANDO LOS FACTORES DE FORMA OBTENIDOS.

Los cuadros descritos (31 y 32) a continuación fueron proporcionados por la Empresa mediante ecuaciones, con datos proporcionados por la presente investigación.

**Cuadro 31.** Constantes para Logarítmica de Garay

Años de edad	b1	b2	b3	b4
1	1.474306	0.3658869	0.9245698	0.2315614
2	1.421750	0.3062780	0.9568523	0.1710782
3	1.393914	0.2610766	0.9750459	0.1348397

**Cuadro 32.** Constantes para la Polinómica de 5<sup>to</sup> grado

Años de edad	b1	b2	b3	b4	b5	b6
1	1.467992	-5.425254	18.59111	-33.64760	27.68284	-8.580912
2	1.412002	-5.968160	22.92096	-45.77877	42.05228	-14.589400
3	1.384058	-6.062569	23.88926	-48.18276	44.76075	-15.743793

#### 1. Comparación de volúmenes con FF vs. Funciones de ahusamientos.

**Cuadro 33.** Comparación de volúmenes con FF vs. Funciones de ahusamientos.

Año de Edad	VOLUMENES (m <sup>3</sup> /árbol)			
	Logarítmica de Garay	Polinómica de 5 <sup>to</sup> grado	Factor de Forma	Factor de forma (MAE)
1	0.049	0.050	0.042	0.066
2	0.167	0.173	0.171	0.266
3	0.318	0.332	0.346	0.526

En el primer año de edad, en la obtención de volúmenes funciones de ahusamientos, la logarítmica de Garay es  $0.049 \text{ m}^3/\text{árbol}$ , la Polinómica de 5<sup>to</sup> grado es  $0.050 \text{ m}^3/\text{árbol}$ ; en comparación con la del factor de forma que es de  $0.042 \text{ m}^3/\text{árbol}$ . Existiendo una diferencia de un 14% entre las funciones de ahusamiento con el factor de forma y un 36 % de diferencia al comparar el factor de forma verdadero con el factor de forma según el MAE.

En el segundo año de edad, con la logarítmica de Garay es  $0.167 \text{ m}^3/\text{árbol}$ , la Polinómica de 5<sup>to</sup> grado  $0.173 \text{ m}^3/\text{árbol}$  y con el factor de forma nos dio  $0.171 \text{ m}^3/\text{árbol}$ ; encontrándonos con los 3 volúmenes casi iguales, habiendo una mínima diferencia del 3 % entre las funciones de ahusamiento y un 36% de diferencia al comparar el factor de forma verdadero con el factor de forma según el MAE

En el tercer año de edad, con la logarítmica de Garay es  $0.318 \text{ m}^3/\text{árbol}$ , la Polinómica de 5<sup>to</sup> grado  $0.332 \text{ m}^3/\text{árbol}$  y con el factor de forma  $0.346 \text{ m}^3/\text{árbol}$ ; cómo podemos apreciar tenemos una variación aceptable entre los 3 volúmenes, con un 8 % de diferencia y un 34% de diferencia al comparar el factor de forma verdadero con el factor de forma según el MAE

Según TOLEDO, P., 2011 El factor de forma obtenido en el turno final es de 0.407; esto difiere mucho con los factores de forma de un año con 0.44, dos años 0.45 y tres 0.46; obtenidos en esta investigación.

Según DE SOUZA la funciones de Garay y la Polinómica de 5<sup>to</sup> grado son las más utilizadas para la especie de *Gmelina arborea*.

Según MORA,C; FLORES, F., la función de Garay es la más ajustada para la obtención de volúmenes de fustes, ya que su cálculo es con el logaritmo natural; eso quiere decir que la línea de tendencia hace una curva, ajustándose mejor a los datos.

## VI. CONCLUSIONES

1. El factor de forma de *Gmelina arborea* difiere significativamente con relación a la edad del árbol (uno, dos y tres años de plantación)
2. La forma del árbol de *Gmelina arborea* en los primeros años se asemeja a un Neiloide debido que su crecimiento en altura no tiene relación con su crecimiento en diámetro.
3. El factor de forma de *Gmelina arborea* establecido por el MAE (0,70) difiere mucho de los resultados obtenidos en esta investigación en plantaciones de un año (0.44), dos años (0.45) y de tres años (0.46) lo cual esto influye en la valoración de volúmenes de madera a comercializarse.
4. Debido a que a mayor altura del árbol tiende a ser más cónico no se puede aplicar los factores de forma obtenidos por Smalian en trozas mayores a 1,50 m de longitud por tener una sobre estimación en volumen.
5. De todos los métodos empleados en el cálculo de factor de forma para obtener un volumen de madera es el de Hohenald.
6. Las funciones de ahusamiento (objeto cónico con una disminución gradual en el diámetro desde un extremo al otro), más utilizadas en esta especie son la Polinómica de 5<sup>to</sup> grado y la logarítmica de Garay, por ser las que más se ajustan en la obtención de volúmenes de fustes.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Para la implementación de futuras plantaciones de *Gmelina arborea* se debe considerar las condiciones climáticas y edáficas de la zona.
2. Para obtener un volumen de madera se deberá aplicar el factor de forma de acuerdo a la edad de plantación, puesto que de esta manera arrojan dimensiones reales, evitando la sobrestimación de volumen.
3. Realizar otros estudios del cuarto, quinto, sexto, séptimo y octavo (año de cosecha) para obtener una tabla de factores de forma más reales para su comercialización.
4. Para obtener un volumen exacto en trozas mayores a 1,50 m de longitud se debe aplicar el método de Hohenald u otro; a excepción de Smalian por existir una sobre estimación de volumen.
5. Utilizar métodos de ahusamientos para el cálculo de volumen en plantaciones para evitar registrar un mayor número de datos en el campo.

## VIII. RESUMEN

La presente investigación propone: determinar el factor de forma de *Gmelina arborea* (Roxb) en el sector y hacienda “El Vergel” Cantón Valencia, Provincia de los Ríos; el diseño utilizado fue bloques completos al azar, con tres repeticiones; esta investigación ocupa un área de 176.98 ha divididas en 3 rodales, con un espaciamiento de 4 x 4, alcanzando una densidad de 625 arb/ha. Dando como resultado el rodal CH24, de un año de edad, con 560 arb/ha (mortalidad), el rodal CI25 con dos años de edad y 385 arb/ha (un raleo), el rodal CH22, con tres años y 315 árboles/ha (un raleo). Para calcular el factor de forma se utilizó 4 métodos el Smalian, Newton, Hohenald, y Schiffel en plantaciones de uno, dos y tres años dando como resultado los siguientes valores; 0,44 para el primer año, 0,45 para el segundo año y 0,46 para el tercer año de edad. Según comparaciones del volumen real con los volúmenes aplicando los factores de forma en cada año de edad; queda comprobado que el método de Hohenald es el que más se aproxima al volumen real en los primeros años de la especie *Gmelina arborea*, concluyendo que haciendo una comparación volumétrica entre fórmulas de ahusamiento y factor de forma, la función de Garay es la más ajustada para la obtención de volúmenes de fustes evitando registrar un mayor número de datos en el campo; se recomienda aplicar factores de forma en años específicos.





## **IX. SUMMARY**

The present research proposes: to determine the *Gmelina* form factor (*Gmelina arborea* Roxb) in the area and farm El Vergel Valencia Canton, Los Rios Province; the design was complete blocks at random with three repetitions; this research occupies an area of 176.98 ha divided in three parcels, with a spaces 4 x 4, reaching a density of 625 trees / ha. Giving as a result the parcel CH24, of one year old, with 560 trees / ha (mortality), the parcel C115 with two years old and 385 trees/ha (thinning), the parcel CH22 with three years old and 315 trees/ha (thinning). To calculate the form factor 4 methods were used. The Smalian, Newton, Homeland and Schiffel, in plantations of one, two , and three years old, resulting the following value's; 0,44 for the first years, 0,45 for the second year and 0,46 for the third year. According to comparisons of the real volume with volumes using form factors for each year of age is shown that the Hohenald method is the one that best approximates to the real volume in the early year of the specie *Gmelina arborea*, concluding that performing a volumetric comparison between, tapering formulae and form factor, the Garay's formula is the best to obtain stems' volumes, avoiding a greater number of data in the field. It is recommended to apply form factors in specific years.



## X. BIBLIOGRAFÍA

1. BERMUDEZ, M y TAPIA, M., 2004 “Exactitud y consistencia de las fórmulas de cubicación de Smalian, Huber y Newton en cinco especies forestales” Tesis ingeniero forestal, Universidad técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. pg 5 -7.
2. BURNEO, N., 1975 “Elaboración de tablas de volumen para el Guayacán *Tabebuia chrysantha*” Tesis ingeniero forestal, Universidad nacional de Loja, Ecuador. pg 95 – 102.
3. CHAVARRÍA y VALERIO., 1993 “Manual de Técnicas de Desarrollo de Gmelina arbórea” [www.text.manual//melina.pdf](http://www.text.manual//melina.pdf)
4. DONALD, B y SCHUMACHER, F., 1965 “Medición forestal, edición español, México. pg 13 -25.
5. FRIAS, A., 1994 “Manual de dasometría” Universidad Pinar del Río, La Habana, Cuba.pg 102 - 142.
6. FUCARACCIO, F y STAFFIERI, G., 1999 “Desarrollo y uso de ecuaciones de volumen y tablas de volumen en la República de Argentina”. Disponible <http://ceres.agro.unlp.edu.ar/dasometría>.
7. HOHENALD., 1936 “Mesura Forestal” Serie de Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. IICA, BMZ/ gtz, Programa Forestal CIAT, Santa Cruz, Bolivia, pg 38 - 40.
8. LOJAN, L., 1966 “Apuntes de curso de dasometría” – Turrialba Costa Rica, Instituto Interamericano de ciencias agrícolas de la OEA, pg. 106 – 107.
9. LOJAN, L., 2005 “Maestría en manejo de recursos naturales RNA 820 manejo de la forestal comercial”. Tema Dasometría disponible en: <http://unphu.edu>. pg 23-24.

10. LOAIZA, V., 1977 “Dasometría” Universidad Nacional de Loja, Ecuador. pg 35 – 36
11. MORA, L y CEVALLOS, M., 1988 “Tablas de volumen de la especie *Tectona grandis*” Tesis ingeniería forestal, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. 122 – 124 pg.
12. MORAA C; FLORES, F., 2013 “Ecuador\_Gmelina” Project: Stem Taper Equations for *Gmelina* from Thinnings. pdf. Santiago, Chile
13. PRODAN, M; PETERS, R; COX, F y REAL, P., 1965 “Mensura Forestal” Proyecto IICA/GTZ sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible, Programa Forestal CIAT, Santa Cruz, Bolivia. pg 32 – 50.
14. [www.text.manual/mediciones/árboles/en/pie.pdf](http://www.text.manual/mediciones/árboles/en/pie.pdf)

## XI. ANEXOS

### A. VALORES CORRESPONDIENTE A LOS ÁRBOLES DE UN AÑO DE EDAD

**Anexo 1.** Valores correspondiente a los árboles de un año de edad con DAP de 5 – 9.9cm

Datos	DAP	Alt. Total (m)	Largo de Troza	NUMERO DE TROZAS FUSTE										
				Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Di	Dm
1	6.3	9.60	1.92	9.10	6.75	5.98	5.28	4.90	4.46	3.88	3.25	2.42	1.72	0.89
2	6.5	9.00	1.80	9.55	6.94	5.98	5.60	5.16	4.84	4.46	3.88	3.18	2.29	0.95
3	6.6	8.40	1.68	10.12	6.88	6.24	5.60	5.22	4.46	3.88	3.31	2.67	1.72	0.89
4	6.6	8.10	1.62	10.38	7.32	6.18	5.67	5.09	4.52	4.07	3.44	2.61	1.66	0.83
5	6.6	8.40	1.68	10.38	7.07	6.24	5.60	5.22	4.71	4.14	3.50	2.48	1.91	0.83
6	6.7	8.00	1.60	12.99	7.07	6.30	5.73	5.22	4.84	4.33	3.95	3.12	2.36	1.02
7	6.8	10.50	2.10	13.20	9.00	7.80	5.73	5.47	4.90	4.39	3.50	2.93	1.72	0.83
8	6.9	8.30	1.66	10.76	7.89	6.68	6.24	5.60	5.03	4.39	3.69	2.86	1.72	0.83
9	6.9	7.00	1.40	12.29	8.59	6.88	6.24	5.73	5.35	4.01	3.37	2.61	1.85	0.83
10	6.9	8.00	1.60	11.59	8.28	6.62	5.98	5.41	4.90	4.33	3.69	2.80	1.78	0.89
11	7.1	9.50	1.90	11.27	7.89	6.75	6.30	5.54	4.84	4.27	3.57	2.80	1.97	1.21
12	7.3	9.80	1.96	12.00	7.64	7.07	6.75	6.37	5.60	4.97	4.07	3.31	1.78	0.83

13	7.4	7.40	1.48	11.14	8.02	6.94	6.49	5.73	5.03	4.33	3.50	2.55	1.97	0.95
14	7.5	8.30	1.66	13.81	8.34	7.00	6.56	5.35	4.84	4.39	4.07	3.18	1.91	0.83
15	7.5	7.60	1.52	11.20	8.21	7.32	6.68	5.86	5.28	4.52	3.76	3.37	1.72	0.83
16	7.6	7.80	1.56	12.92	8.72	7.07	6.37	5.92	5.16	4.71	4.07	2.80	1.72	0.89
17	7.9	7.00	1.40	11.78	8.66	7.83	7.32	6.37	5.92	5.28	4.84	4.14	2.48	1.21
18	7.9	8.00	1.60	13.24	8.79	7.51	6.88	6.30	5.40	4.20	3.69	3.06	1.85	0.83
19	7.9	8.90	1.78	11.14	8.28	7.77	7.45	6.62	5.09	4.52	4.01	2.99	1.91	0.89
20	7.9	9.00	1.80	12.35	8.53	7.64	6.88	5.98	5.35	4.77	4.07	2.93	1.72	0.89
21	7.9	8.70	1.74	11.97	8.34	7.51	6.75	6.18	5.79	5.09	4.39	3.12	1.78	0.83
22	8.5	10.10	2.02	12.80	8.91	8.02	7.77	6.81	6.05	5.41	4.52	3.37	2.04	0.89
23	8.5	9.10	1.82	11.59	8.85	8.09	7.32	6.75	5.86	5.16	4.33	3.37	1.72	0.83
24	8.7	10.00	2.00	12.86	9.55	8.34	7.64	7.19	6.43	5.86	4.65	3.12	1.91	0.89
25	8.7	10.10	2.02	12.92	9.04	7.83	7.32	6.62	6.05	5.35	4.52	3.37	1.97	0.89
26	8.8	8.80	1.76	13.50	9.17	7.89	7.58	6.56	5.73	4.71	4.33	3.18	1.66	0.89
27	8.8	9.80	1.96	13.24	9.80	8.40	7.38	6.94	6.24	5.41	4.58	3.50	2.48	1.21
28	8.9	8.40	1.68	13.18	9.55	8.53	7.83	6.43	5.73	4.84	4.14	2.74	1.91	0.89
29	8.9	9.40	1.88	13.62	9.29	8.47	7.64	6.94	6.24	5.41	4.58	3.76	2.23	0.89
30	8.9	9.40	1.88	13.94	10.19	8.47	7.38	6.43	6.18	5.41	4.90	3.18	2.16	0.83
31	8.9	9.80	1.96	13.11	9.74	8.28	7.77	7.00	6.30	5.60	4.46	3.31	1.97	0.95
32	8.9	10.00	2.00	13.24	9.68	8.28	7.77	7.19	6.43	5.73	5.03	3.69	1.91	0.89

33	9.1	10.50	2.10	13.69	9.42	8.28	7.77	6.88	6.24	5.54	4.90	3.82	1.97	0.89
34	9.2	10.50	2.10	13.75	9.61	8.53	8.02	7.00	6.62	5.79	5.09	3.57	2.55	1.02
35	9.4	9.10	1.82	13.05	10.25	8.66	7.83	7.26	6.24	5.28	4.46	3.37	1.97	0.89
36	9.5	9.40	1.88	11.46	9.74	8.66	8.15	6.94	6.30	5.16	4.14	3.06	1.66	0.83
37	9.6	8.40	1.68	14.71	10.82	9.10	7.96	7.07	6.24	5.47	4.27	2.55	1.78	0.89
38	9.7	10.40	2.08	11.52	10.12	9.10	8.21	7.83	6.75	5.86	4.97	4.14	2.42	0.95
39	9.8	10.60	2.12	16.04	10.06	8.15	7.58	6.75	5.86	4.71	3.82	2.61	1.66	0.83
40	9.9	9.20	1.84	13.69	10.70	8.98	8.28	7.51	6.75	6.05	4.97	3.50	2.29	1.21
41	9.9	10.10	2.02	14.64	10.57	8.98	8.28	7.45	6.43	5.98	4.97	3.69	2.36	0.89
42	9.9	10.30	2.06	14.96	10.63	9.42	8.28	7.83	7.07	6.11	4.90	3.69	2.29	0.89
43	9.9	10.40	2.08	14.13	10.38	9.42	8.59	8.02	7.20	6.18	5.09	3.57	2.16	0.95
<b>Media</b>		9.10	1.82	12.53	8.91	7.75	7.08	6.39	5.70	4.98	4.22	3.17	1.97	0.91
<b>D. estan</b>		1.02	0.20	1.50	1.14	0.98	0.92	0.84	0.74	0.67	0.56	0.44	0.26	0.11

**Anexo 2.** Valores correspondiente a los árboles de un año de edad con DAP de 10 – 14.9cm

Datos	DAP	Alt. Total (m)	Largo de Troza	NUMERO DE TROZAS FUSTE										
				Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Di	Dm
1	10.1	9.60	1.92	13.20	10.40	8.90	8.30	7.30	6.90	6.10	5.00	3.80	2.40	1.20

2	10.3	9.60	1.92	16.40	10.30	8.80	8.30	7.60	6.90	6.00	5.00	4.00	2.50	1.10
3	10.3	9.30	1.86	15.10	11.10	9.40	8.90	8.00	6.90	6.60	5.40	4.50	3.50	1.10
4	10.4	9.30	1.86	15.10	11.10	9.50	8.00	6.90	6.50	5.60	4.50	3.60	2.10	0.90
5	10.5	10.00	2.00	15.70	10.60	9.40	9.00	7.60	7.40	6.30	5.00	3.80	1.80	0.90
6	10.5	9.40	1.88	15.20	11.00	10.10	9.20	7.80	7.00	6.10	4.90	3.60	2.30	0.90
7	10.6	11.10	2.22	15.50	10.90	9.90	9.00	8.50	7.60	6.60	5.00	3.80	2.50	1.00
8	10.8	10.80	2.16	16.50	11.10	9.50	8.70	7.80	7.10	6.10	5.10	3.90	2.00	1.00
9	10.8	9.50	1.90	16.40	11.70	10.40	9.00	7.50	6.10	5.70	4.50	3.40	2.20	0.90
10	10.9	9.60	1.92	16.80	11.90	10.50	8.70	8.50	7.40	6.70	5.30	3.70	2.00	0.90
11	10.9	9.90	1.98	16.60	11.50	10.20	8.90	8.00	7.10	6.40	5.20	4.00	2.50	1.10
12	11.1	10.30	2.06	17.80	11.70	9.70	9.00	7.80	7.30	6.30	5.00	3.20	1.80	0.80
13	11.1	10.50	2.10	14.40	11.80	9.50	8.10	7.60	7.10	6.60	5.40	3.70	2.00	0.80
14	11.2	10.40	2.08	16.60	12.20	10.80	9.20	7.40	6.10	5.70	4.80	3.70	2.30	1.00
15	11.3	9.30	1.86	15.80	12.40	10.70	9.60	8.10	7.50	6.70	5.80	4.50	2.50	0.90
16	11.3	10.40	2.08	16.20	11.80	10.20	9.50	8.50	7.80	6.90	5.70	4.10	2.50	1.10
17	11.4	10.40	2.08	18.30	12.10	10.40	9.70	9.40	8.00	7.20	6.20	4.60	2.70	1.20
18	11.5	9.50	1.90	16.40	12.00	10.40	9.40	8.60	7.70	6.70	5.70	4.40	2.50	1.20
19	11.5	10.40	2.08	14.00	12.20	10.70	9.90	8.90	8.00	6.70	5.00	3.20	2.20	0.90
20	11.6	9.80	1.96	15.70	12.50	11.30	9.90	9.20	7.50	6.40	5.20	3.70	2.20	0.90
21	11.7	11.10	2.22	17.60	12.00	11.10	9.60	8.50	7.50	6.70	5.40	4.10	2.50	1.10

22	11.8	10.10	2.02	16.70	12.60	11.10	9.70	8.60	7.60	6.70	5.70	3.40	1.90	0.90
23	12.0	9.60	1.92	15.70	12.60	11.50	10.30	8.50	7.60	6.60	5.40	4.00	2.10	1.00
24	12.0	10.60	2.12	16.90	12.90	11.10	9.60	8.30	7.40	6.20	5.70	3.20	2.00	1.10
25	12.0	9.80	1.96	15.00	12.20	10.80	9.20	8.50	7.50	6.70	5.70	4.10	2.00	0.90
26	12.1	10.10	2.02	16.60	12.80	11.00	9.20	7.30	5.90	4.80	3.80	3.00	1.90	0.90
27	12.1	10.40	2.08	17.60	13.10	11.00	10.00	8.80	7.30	6.20	5.00	3.80	2.20	0.90
28	12.2	10.40	2.08	17.40	13.40	10.80	9.60	8.90	7.80	7.10	5.90	4.30	2.10	1.10
29	12.4	10.20	2.04	17.10	13.10	11.30	10.00	9.00	8.00	6.70	5.70	4.40	2.10	1.00
30	12.5	11.00	2.20	20.70	14.00	11.20	10.00	8.90	8.10	6.90	5.50	3.50	2.30	1.10
31	12.6	10.30	2.06	17.60	13.10	11.70	10.60	8.10	7.50	6.70	5.80	3.40	2.30	1.10
32	12.6	10.60	2.12	18.00	14.00	11.40	10.10	9.00	8.00	7.10	5.70	4.40	2.60	1.10
33	12.9	10.60	2.12	18.10	13.40	11.10	9.00	7.60	6.20	4.40	3.20	2.50	1.70	0.90
34	13.1	9.00	1.80	18.00	13.60	11.50	10.80	9.50	7.90	6.60	4.60	3.00	1.70	0.90
35	13.1	9.80	1.96	19.40	13.80	11.40	10.40	9.40	7.70	6.70	5.60	4.10	2.50	1.00
36	13.1	10.40	2.08	17.30	13.80	12.10	10.90	9.30	7.80	6.40	5.70	4.50	2.60	1.10
37	13.1	10.60	2.12	18.50	13.50	11.10	8.70	7.10	5.70	4.50	3.60	2.90	1.90	0.90
38	13.2	10.80	2.16	18.50	13.80	11.20	10.00	8.80	7.80	6.90	5.60	4.30	2.20	1.00
39	13.2	10.80	2.16	18.10	13.40	12.50	11.30	10.40	9.00	8.00	6.00	3.80	2.20	1.10
40	13.4	10.60	2.12	20.40	13.80	11.40	10.10	8.50	7.60	6.70	5.50	3.90	2.20	0.90
41	13.5	9.60	1.92	20.30	14.80	13.00	12.10	10.80	8.90	7.70	6.20	3.90	2.20	0.90



42	13.6	11.30	2.26	19.50	13.80	12.40	10.80	9.10	8.00	6.30	5.20	3.20	2.00	1.10
43	13.9	10.20	2.04	19.00	14.70	13.40	12.00	10.30	8.70	7.10	5.70	4.90	2.20	1.10
44	13.9	12.00	2.40	22.00	16.60	13.20	11.70	10.40	8.70	7.00	4.90	3.50	2.10	0.80
45	14.1	11.40	2.28	21.30	14.50	12.30	10.60	9.80	8.90	8.10	6.20	4.50	2.50	0.90
46	14.2	10.60	2.12	23.50	15.00	12.80	11.60	10.50	8.50	7.10	6.00	4.20	2.20	0.90
47	14.3	10.20	2.04	21.40	14.80	13.10	12.40	10.90	9.50	8.50	5.70	4.10	2.50	0.90
48	14.3	11.00	2.20	20.10	15.00	12.40	11.20	9.80	8.00	6.90	5.50	4.10	2.40	1.00
49	14.3	11.70	2.34	21.00	14.60	12.80	11.40	10.60	9.40	8.00	6.20	4.60	2.30	1.20
51	14.3	11.70	2.34	21.30	14.70	12.90	11.30	9.50	8.30	6.70	5.40	3.90	2.30	1.00
52	14.4	10.10	2.02	18.50	15.00	12.70	10.40	8.80	7.40	6.00	4.80	3.50	2.80	2.00
53	14.5	10.20	2.04	18.00	15.00	12.80	11.10	9.40	8.90	7.10	5.30	3.80	2.20	0.90
54	14.8	11.00	2.20	23.20	15.20	12.90	11.40	10.50	8.40	7.10	5.30	3.90	2.50	1.20
55	14.8	11.00	2.20	23.30	15.10	13.00	11.30	10.50	8.50	7.10	5.20	3.90	2.50	1.10
<b>Media</b>		11.70	2.34	21.10	15.20	12.90	11.50	10.80	9.00	8.00	6.20	4.80	2.90	1.20
<b>D. estan</b>		10.36	2.07	17.93	13.08	11.26	10.00	8.83	7.69	6.63	5.32	3.87	2.27	1.02

**Anexo 3.** Valores correspondiente a los árboles de un año de edad con DAP de 15 – 19.9cm

Datos	DAP	Alt. Total (m)	Largo de Troza	NUMERO DE TROZAS FUSTE										
				Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Di	Dm

1	15.0	10.50	2.10	21.30	16.40	14.40	11.90	10.70	8.50	7.40	5.60	4.30	1.80	0.90
2	15.0	9.40	1.88	20.80	15.30	12.70	11.00	9.80	8.20	7.40	5.90	4.00	2.20	1.00
3	15.0	11.00	2.20	20.60	15.30	13.90	12.00	10.90	9.70	8.20	6.40	3.70	2.00	1.00
4	15.0	11.50	2.30	23.10	15.20	13.90	11.80	10.40	9.20	8.50	7.10	5.20	3.80	1.20
5	15.1	10.00	2.00	20.80	15.30	13.90	11.80	10.10	8.60	7.60	6.30	4.50	2.50	1.00
6	15.1	12.80	2.56	20.20	15.10	13.10	11.80	9.40	8.20	7.10	6.20	5.10	3.40	1.20
7	15.3	10.10	2.02	22.00	16.00	12.40	10.40	9.60	7.80	6.30	5.00	3.70	2.20	1.00
8	15.4	11.20	2.24	22.70	15.90	14.30	12.50	10.90	9.60	7.80	5.70	3.90	1.90	1.00
9	15.5	9.50	1.90	22.70	16.30	14.60	11.40	9.50	7.90	6.50	5.00	3.40	2.10	1.00
10	15.6	9.00	1.80	22.40	16.30	15.50	13.10	10.90	9.40	6.80	5.30	3.30	2.40	1.00
11	15.9	10.40	2.08	23.20	16.70	15.60	13.20	11.20	9.70	8.00	6.60	4.10	2.20	1.00
12	16.4	11.00	2.20	21.30	16.80	14.10	11.80	11.10	9.40	7.80	6.40	4.60	2.20	1.10
13	16.9	12.00	2.40	23.10	17.10	15.20	12.40	10.80	9.50	7.40	6.00	4.10	2.90	1.20
14	16.9	12.10	2.42	21.00	17.40	15.70	13.00	11.80	10.20	8.20	6.00	4.10	2.40	1.00
15	16.9	9.60	1.92	24.00	18.00	16.00	14.80	12.40	10.90	8.70	7.40	4.30	2.40	0.90
16	16.9	10.40	2.08	25.80	17.80	15.00	12.70	11.30	9.60	7.80	6.60	4.80	2.80	1.10
17	16.9	11.70	2.34	23.40	17.40	14.60	12.00	10.80	8.90	7.80	6.50	4.60	2.60	1.20
18	16.9	12.50	2.50	23.50	17.00	15.30	13.90	12.60	11.50	8.50	6.30	4.40	2.40	1.10
19	17.0	10.20	2.04	23.20	17.50	15.80	14.10	12.40	10.40	8.40	6.80	4.40	2.20	1.00
20	17.0	10.50	2.10	24.10	18.20	13.90	11.70	10.80	9.50	8.10	5.00	3.00	1.90	1.00

21	17.0	11.50	2.30	26.50	17.40	15.70	14.20	12.60	10.60	8.30	6.70	5.00	2.90	1.20
22	17.0	11.60	2.32	25.80	17.20	16.60	14.70	13.10	11.80	9.60	6.90	5.10	2.40	1.10
<b>Media</b>		10.84	2.17	22.74	16.57	14.60	12.52	11.02	9.48	7.81	6.15	4.25	2.43	1.05
<b>D. estan</b>		1.02	0.20	1.73	0.97	1.10	1.18	1.05	1.07	0.74	0.67	0.59	0.47	0.09

## B. VALORES CORRESPONDIENTE A LOS ÁRBOLES DE DOS AÑOS DE EDAD

**Anexo 4.** Valores correspondiente a los árboles de dos años de edad con DAP de 10 – 14.9cm

Datos	DAP	Alt. Total (m)	Largo de Troza	NUMERO DE TROZAS FUSTE										
				Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Di	Dm
1	13.2	14.50	2.9	22.0	12.8	12.0	11.0	10.0	9.2	8.5	8.0	6.4	3.5	1.0
2	13.2	16.00	3.2	20.2	12.8	12.0	11.0	10.0	9.5	7.8	7.0	6.0	3.4	1.1
3	13.3	14.40	2.88	20.2	13.5	12.0	11.0	10.0	8.5	8.0	7.0	6.0	4.0	1.0
4	13.5	14.80	2.96	21.0	13.0	12.5	11.0	9.8	8.5	8.0	7.5	6.8	4.2	1.0
5	13.5	15.20	3.04	23.0	13.0	12.0	10.4	9.5	8.4	7.3	5.5	4.0	3.0	1.1
6	13.5	15.80	3.16	21.0	13.0	12.5	11.5	10.5	10.0	8.5	7.8	5.5	3.2	1.0
7	13.5	16.70	3.34	19.5	13.1	12.3	11.0	10.5	9.5	8.0	6.5	5.0	3.5	1.1
8	13.5	16.80	3.36	21.0	13.0	12.0	11.5	9.5	8.0	6.5	5.5	5.0	3.5	1.1

9	13.8	14.10	2.82	19.0	13.5	12.0	11.0	10.2	8.5	8.0	7.0	6.0	4.0	1.1
10	13.8	16.50	3.3	18.0	13.5	12.8	12.0	11.0	10.0	9.0	7.2	6.0	3.5	1.1
11	14.0	15.20	3.04	21.0	13.0	12.0	11.0	9.5	8.5	8.0	7.7	7.0	4.0	1.1
12	14.0	15.60	3.12	24.2	13.5	13.0	12.5	11.0	10.0	9.0	8.0	6.0	4.0	1.1
13	14.0	16.00	3.2	21.0	13.5	13.0	12.0	11.0	9.5	8.5	7.0	6.0	3.8	1.1
14	14.2	15.40	3.08	21.0	13.8	13.0	12.5	11.8	10.5	9.2	8.0	7.0	4.8	1.1
15	14.2	16.00	3.2	18.0	13.8	12.8	11.8	11.0	10.0	9.0	7.0	5.5	3.0	1.1
16	14.2	17.50	3.5	21.0	13.5	12.5	11.0	9.5	8.5	7.5	6.5	5.0	3.8	1.0
17	14.5	15.50	3.1	20.0	14.0	13.0	12.1	11.5	10.8	9.5	8.5	6.8	4.5	1.1
18	14.5	15.90	3.18	21.0	14.0	13.0	12.5	12.0	10.5	9.2	8.0	7.0	5.5	1.1
19	14.5	17.10	3.42	24.0	14.0	13.5	13.0	12.0	11.0	9.5	8.5	6.4	4.0	1.1
20	14.5	17.50	3.5	24.0	14.0	13.0	12.0	10.5	9.0	8.0	7.0	6.5	3.5	1.0
<b>Media</b>		15.83	3.17	21.01	13.42	12.55	11.59	10.54	9.42	8.35	7.26	6.00	3.84	1.07
<b>D. están</b>		0.99	0.20	1.77	0.42	0.48	0.71	0.84	0.91	0.79	0.85	0.81	0.61	0.05

**Anexo 5.** Valores correspondiente a los árboles de dos años de edad con DAP de 15 – 19.9cm

Datos	DAP	Alt. Total (m)	Largo de Troza	NUMERO DE TROZAS FUSTE										
				Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Di	Dm
1	15.0	14.50	2.90	21.5	14.80	13.50	13.00	11.00	10.00	8.50	7.00	5.00	3.00	1.10
2	15.0	15.60	3.12	22.40	14.80	13.50	11.80	11.00	10.00	9.00	7.50	8.00	3.50	1.10
3	15.0	15.90	3.18	20.00	14.80	13.50	13.00	12.00	11.00	10.00	8.00	7.00	4.50	1.10
4	15.0	16.50	3.30	24.00	14.50	13.40	12.50	11.00	10.00	8.80	7.80	5.50	3.80	1.10
5	15.2	15.80	3.16	21.20	14.50	13.50	13.00	12.00	10.50	10.00	8.00	7.00	4.50	1.10
6	15.5	15.30	3.06	23.00	15.00	14.00	12.50	11.00	10.00	9.00	7.00	6.00	4.00	1.10
7	15.5	15.80	3.16	24.00	15.00	14.50	14.00	13.00	11.50	10.50	9.50	7.50	5.00	1.10
8	15.5	16.30	3.26	23.00	15.00	14.00	12.50	11.00	10.00	8.50	7.50	6.50	4.00	1.10
9	15.6	16.00	3.20	22.50	15.00	13.50	11.50	11.20	9.50	8.50	8.00	6.80	4.20	1.10
10	15.8	17.10	3.42	22.00	14.50	13.50	11.50	10.50	9.50	7.50	6.50	5.00	3.00	1.10
11	16.0	15.90	3.18	22.00	15.50	14.00	13.00	12.00	11.00	9.00	8.00	7.50	6.00	1.10
12	16.0	17.20	3.44	24.00	15.50	14.50	13.00	12.00	10.00	9.60	8.00	7.00	5.00	1.00
13	16.0	17.20	3.44	26.50	15.30	14.50	13.80	13.00	12.00	10.50	10.00	8.00	6.00	1.10
14	16.3	16.80	3.36	25.50	15.50	14.00	13.50	11.50	10.30	9.00	8.50	7.50	3.00	1.10
15	16.5	15.60	3.12	23.50	16.00	14.50	13.00	12.00	11.00	10.00	8.50	6.50	4.00	1.00

16	16.5	17.30	3.46	28.00	16.00	15.00	13.00	12.50	10.00	9.00	8.00	6.00	3.30	1.10
17	16.5	17.60	3.52	26.00	15.90	15.00	14.50	13.00	10.00	9.50	8.00	6.50	5.00	1.10
18	16.5	18.70	3.74	27.00	15.50	14.50	13.00	12.00	10.50	9.00	6.50	4.50	3.00	1.10
19	16.8	15.50	3.10	23.50	15.50	13.50	12.40	11.50	10.40	9.50	7.00	6.00	4.00	1.10
20	16.8	16.40	3.28	29.00	16.20	14.30	12.00	11.00	9.00	8.00	6.50	5.80	3.00	1.10
21	17.0	14.00	2.80	32.00	16.90	15.00	14.00	12.50	10.00	8.00	6.80	5.00	3.50	1.10
22	17.0	16.40	3.28	24.50	16.50	16.00	13.50	12.20	10.50	8.50	7.50	6.30	4.00	1.10
23	17.0	17.00	3.40	24.00	16.00	14.80	13.20	12.00	11.00	10.00	8.00	7.00	5.00	1.10
24	17.0	17.00	3.40	25.00	15.50	14.50	13.50	12.00	10.50	10.00	7.50	6.00	3.20	1.10
25	17.0	17.70	3.54	25.50	16.50	15.50	14.50	14.00	12.00	10.50	10.00	6.00	2.50	1.10
26	17.4	17.70	3.54	23.00	17.00	16.50	14.50	13.50	12.00	11.00	9.50	8.50	5.50	1.20
27	17.5	15.40	3.08	25.30	16.90	15.90	15.00	13.00	11.00	9.50	8.00	5.00	3.00	1.10
28	17.5	15.60	3.12	24.00	16.70	15.50	14.00	13.00	11.50	9.50	8.50	7.00	3.50	1.10
29	17.5	15.90	3.18	25.00	16.50	14.00	12.00	11.00	9.00	7.50	6.00	5.00	3.00	1.10
30	17.5	16.40	3.28	24.00	17.10	16.20	15.30	14.00	12.70	12.00	10.00	8.50	7.50	1.10
31	18.0	17.30	3.46	24.00	17.00	14.50	13.00	11.00	10.50	9.00	8.00	6.20	4.60	1.20
32	18.0	17.60	3.52	29.50	17.00	15.00	13.50	12.00	11.00	9.50	8.00	7.00	3.50	1.10
33	18.0	17.70	3.54	25.50	17.60	17.00	16.00	14.60	12.60	11.00	10.00	8.00	6.00	1.20
34	18.0	17.70	3.54	27.00	17.50	17.00	15.00	13.50	11.50	10.00	7.00	5.50	3.00	1.10
35	18.0	18.70	3.74	26.00	17.00	16.00	14.00	12.40	10.50	9.50	8.00	5.70	4.00	1.10

36	18.2	17.00	3.40	26.20	17.00	15.40	13.60	12.00	10.00	9.10	8.00	6.20	5.00	1.10
37	18.5	17.40	3.48	24.00	17.50	16.00	14.50	14.00	12.80	12.00	11.00	7.20	4.40	1.10
38	18.5	17.70	3.54	16.70	18.00	15.00	14.00	13.00	12.00	10.50	8.50	7.00	5.30	1.10
39	18.5	18.20	3.64	26.00	17.00	16.00	14.20	13.50	12.00	11.50	8.60	7.00	4.50	1.10
40	18.5	18.30	3.66	25.00	18.00	16.50	15.00	13.00	12.00	11.00	8.50	6.00	2.30	1.10
41	19.0	15.60	3.12	28.00	18.50	17.40	16.00	14.00	10.50	9.50	7.80	6.50	3.00	1.10
42	19.0	16.40	3.28	26.00	18.00	16.50	14.00	12.50	11.20	10.50	9.00	7.00	3.50	1.10
43	19.0	16.60	3.32	26.00	18.00	17.00	15.00	14.00	13.00	11.00	9.20	7.00	6.00	1.20
44	19.0	17.20	3.44	27.00	18.50	17.50	16.50	14.00	12.50	11.50	10.00	8.00	5.00	1.10
45	19.2	13.80	2.76	26.40	19.20	16.50	12.90	11.40	10.20	9.20	7.80	6.00	3.60	1.10
46	19.4	15.20	3.04	30.10	18.50	15.20	13.10	11.80	10.20	8.80	7.60	6.10	3.40	1.10
47	19.5	16.10	3.22	26.50	18.50	16.50	14.50	13.00	11.50	10.00	9.00	6.50	5.00	1.20
48	19.5	17.20	3.44	32.20	18.00	17.00	14.00	12.50	11.20	9.00	8.00	6.00	3.50	1.10
49	19.6	15.00	3.00	28.50	18.80	16.70	14.10	12.40	11.10	8.60	7.10	5.90	3.10	1.10
50	19.7	13.10	2.62	29.70	19.70	17.20	16.10	13.80	12.30	10.00	7.50	5.70	3.10	1.00
<b>Media</b>		16.48	3.30	25.30	16.63	15.24	13.71	12.42	10.92	9.64	8.15	6.52	4.11	1.10
<b>D. estan</b>		1.20	0.24	2.89	1.37	1.24	1.19	1.04	1.01	1.07	1.07	0.94	1.10	0.04

**Anexo 6.** Valores correspondiente a los árboles de dos años de edad con DAP de 20 – 24.9cm

Datos	DAP	Alt. Total (m)	Largo de Troza	NUMERO DE TROZAS FUSTE										
				Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Di	Dm
1	20.0	15.40	3.08	31.00	19.60	17.50	15.00	13.40	12.00	10.00	8.50	7.00	2.50	1.20
2	20.0	15.90	3.18	26.00	19.00	18.50	17.00	16.00	14.50	12.50	11.00	9.50	4.50	1.10
3	20.0	18.40	3.68	27.50	18.00	17.50	16.80	13.50	12.00	10.40	8.70	7.00	3.80	1.10
4	20.1	13.80	2.76	28.80	19.80	18.80	17.10	13.60	12.70	11.10	9.30	6.50	3.90	0.90
5	20.2	13.50	2.70	32.50	20.10	17.60	15.60	13.30	11.80	9.80	8.00	5.50	2.40	1.00
6	20.4	15.50	3.10	26.40	19.70	16.40	14.60	13.40	11.80	9.40	8.10	5.70	2.70	1.00
7	20.4	15.30	3.06	35.00	19.70	17.30	13.60	12.10	11.00	9.30	8.00	6.20	3.90	1.20
8	20.6	15.30	3.06	29.30	19.90	17.00	14.70	13.10	11.50	9.80	8.10	6.00	3.80	1.20
9	20.6	15.50	3.10	26.50	19.40	16.70	14.80	13.40	11.70	9.70	8.30	5.70	3.10	1.20
10	20.8	16.40	3.28	30.10	19.70	17.50	15.70	13.50	12.40	10.10	8.40	5.90	3.20	1.10
11	21.0	16.50	3.30	30.80	19.50	18.00	16.50	13.50	11.80	10.00	9.00	8.00	5.50	1.20
12	21.0	17.20	3.44	26.00	20.00	18.30	17.50	16.50	14.80	13.00	10.00	8.50	4.00	1.10
13	21.0	17.40	3.48	31.00	20.50	19.00	17.50	16.00	14.50	13.00	10.50	8.00	5.00	1.10
14	21.1	17.70	3.54	30.60	20.30	17.80	15.80	13.90	12.40	10.60	9.00	7.20	4.40	1.10
15	21.5	17.70	3.54	26.00	20.60	18.00	16.00	14.60	13.00	11.50	9.50	8.00	3.50	1.10



16	21.5	18.10	3.62	29.00	19.00	17.50	16.00	15.00	13.40	12.00	10.00	8.00	4.80	1.00
17	21.6	17.10	3.42	36.60	19.90	17.50	14.90	13.40	12.20	10.30	7.60	5.50	2.20	0.90
18	21.6	17.20	3.44	38.20	20.60	17.50	14.80	13.50	12.40	10.40	8.00	5.80	2.80	1.10
19	21.8	13.50	2.70	31.80	21.60	18.30	16.00	15.30	14.20	10.70	8.60	7.10	3.90	1.20
20	21.8	18.00	3.60	29.00	20.00	19.00	17.00	15.00	13.60	12.00	10.00	8.00	3.50	1.10
21	22.0	15.90	3.18	30.00	21.00	19.00	17.90	16.40	14.00	12.00	9.00	8.00	5.00	1.20
22	22.0	16.10	3.22	30.00	20.00	18.00	16.00	13.50	11.50	10.00	9.40	6.00	3.60	1.10
23	22.0	17.00	3.40	31.00	21.50	20.00	18.00	15.50	14.20	13.00	10.00	7.50	5.70	1.00
24	22.0	17.20	3.44	35.00	20.50	19.00	17.00	15.00	13.50	11.50	9.00	7.70	5.50	1.10
25	22.0	19.00	3.80	29.60	20.00	18.00	16.00	15.00	13.40	11.30	9.50	6.80	3.50	1.10
26	22.1	16.80	3.36	30.70	20.80	18.40	15.90	13.90	11.60	9.40	7.60	5.60	3.20	1.20
27	22.3	17.50	3.50	38.20	21.30	18.00	16.50	15.00	12.50	10.50	8.50	7.00	4.00	1.20
28	22.4	14.00	2.80	33.40	21.60	18.30	15.90	13.80	11.10	9.80	7.70	5.70	2.80	1.10
29	22.5	17.30	3.46	27.00	21.50	19.00	16.50	14.50	13.40	11.60	10.00	9.00	5.50	1.10
30	22.8	15.20	3.04	35.00	21.70	19.10	15.50	12.90	11.80	10.20	9.20	7.20	3.40	1.20
31	23.0	17.70	3.54	35.00	21.50	19.50	17.00	15.00	14.50	12.50	10.00	7.50	4.00	1.10
32	23.0	18.10	3.62	31.50	22.00	20.00	17.50	15.00	13.50	13.00	10.50	6.00	3.00	1.10
33	23.0	19.80	3.96	33.00	21.60	20.00	19.00	16.00	13.00	11.00	9.50	8.00	4.00	1.10
34	23.2	16.60	3.32	32.80	22.10	19.70	16.00	14.50	11.80	9.90	7.80	5.70	3.20	1.20
35	23.4	17.00	3.40	31.10	22.20	20.10	16.50	13.60	11.10	9.60	7.80	6.00	2.50	1.00

36	23.5	17.10	3.42	32.00	22.00	18.00	17.50	15.50	13.00	11.50	8.50	8.00	4.50	1.20
37	23.5	17.50	3.50	33.00	21.00	19.00	18.00	16.40	14.00	12.50	11.50	9.50	5.00	1.20
38	23.5	18.50	3.70	33.40	22.00	21.50	19.60	16.50	14.50	12.00	10.00	8.00	4.30	1.10
39	23.7	17.60	3.52	35.00	22.00	19.50	19.00	16.50	15.00	13.00	11.50	9.00	6.00	1.20
40	23.8	18.80	3.76	37.50	21.00	19.00	17.50	15.50	14.00	12.00	11.00	9.50	7.00	1.20
41	24.0	17.00	3.40	32.00	22.00	20.00	17.00	14.50	13.00	12.00	10.00	8.00	4.50	1.10
42	24.0	18.30	3.66	33.00	22.00	19.50	19.00	18.00	15.50	13.00	10.50	8.00	3.50	1.10
43	24.0	18.40	3.68	32.00	22.50	19.50	17.50	16.50	15.00	13.50	11.00	7.00	3.00	1.10
44	24.5	16.00	3.20	35.00	24.00	21.50	19.50	16.50	14.00	12.00	9.00	8.00	5.00	1.10
45	24.5	18.90	3.78	35.00	24.00	23.00	21.00	19.00	17.00	14.50	12.00	9.50	4.00	1.20
46	24.5	19.00	3.80	31.80	23.60	22.00	19.00	16.80	15.00	13.00	10.50	7.50	5.00	1.20
47	24.5	15.00	3.00	36.60	23.80	21.60	17.20	14.50	11.80	9.50	7.80	5.90	2.90	1.00
48	24.8	15.50	3.10	34.00	23.80	21.50	18.00	17.00	15.40	12.00	9.50	5.50	3.00	1.10
49	24.8	18.50	3.7	31.0	21.4	19.5	17.5	15.0	13.0	11.5	9.5	7.5	4.0	1.0
50	24.8	15.00	3	36.6	23.9	20.1	16.8	13.9	11.3	9.5	7.9	6.0	2.9	1.1
<b>Media</b>		16.52	3.37	31.87	21.10	18.94	16.84	14.87	13.12	11.25	9.29	7.19	3.94	1.11
<b>D. estan</b>		1.52	0.30	3.27	1.43	1.45	1.48	1.44	1.39	1.34	1.16	1.21	1.05	0.08

### C. VALORES CORRESPONDIENTE A LOS ÁRBOLES DE TRES AÑOS DE EDAD

**Anexo 7.** Valores correspondiente a los árboles de tres años de edad con DAP de 15 – 19.9cm

Datos	DAP	Alt. Total (m)	Largo de Troza	NUMERO DE TROZAS FUSTE										
				Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Di	Dm
1	15	17.60	3.52	19.0	14.2	13.0	11.8	10.8	10.0	7.0	6.0	5.5	3.0	1.1
2	15.0	16.80	3.36	25.5	13.9	12.4	11.5	10.5	9.4	8.3	6.6	5.5	3.5	0.9
3	15.2	16.00	3.2	20.0	14.0	12.2	11.3	9.6	9.1	8.1	7.3	5.5	2.5	1.0
4	15.2	17.60	3.52	24.7	14.3	13.2	11.5	10.2	9.2	8.1	6.7	5.3	2.6	1.0
5	15.3	16.60	3.32	19.8	14.0	12.0	10.0	8.8	7.5	6.2	5.8	3.6	2.2	1.2
6	15.5	19.80	3.96	20.0	14.8	12.8	10.0	8.5	6.8	6.0	4.8	3.6	2.5	1.2
7	15.6	17.20	3.44	23.2	14.8	12.7	11.5	10.2	8.9	7.3	6.0	5.4	1.9	0.9
8	15.8	16.00	3.2	23.1	15.3	14.1	12.1	10.9	9.5	8.6	7.0	5.3	2.4	1.0
9	16.2	15.50	3.1	19.2	13.8	13.0	12.7	10.4	9.0	7.8	6.9	4.6	3.2	1.0
10	16.2	17.70	3.54	23.6	15.3	13.1	11.6	10.0	8.8	7.0	5.4	3.8	2.4	1.2
11	16.3	17.80	3.56	23.7	15.3	13.4	11.8	10.9	9.8	8.5	6.7	5.2	2.6	1.0
12	16.5	18.00	3.6	23.0	15.5	15.0	13.5	12.0	10.7	8.5	7.5	6.0	3.5	1.1
13	16.5	17.00	3.4	20.0	15.8	13.0	11.0	9.8	7.8	6.8	6.0	4.6	3.0	1.3
14	16.6	20.80	4.16	19.8	15.6	13.6	11.8	9.8	7.8	6.0	4.3	3.0	2.3	1.5
15	16.8	16.50	3.3	24.9	16.4	14.0	12.3	10.7	9.7	8.5	6.6	5.0	3.6	1.3

16	16.8	16.30	3.26	28.8	15.8	14.2	13.4	12.3	10.4	8.7	7.0	5.9	3.8	1.0
17	17	21.50	4.3	22.0	16.0	14.4	12.2	10.6	9.0	7.8	5.6	4.8	3.0	1.1
18	17.2	18.20	3.64	26.0	16.0	15.0	13.2	12.0	11.0	9.0	7.0	5.5	4.0	1.1
19	17.2	18.30	3.66	23.0	16.0	14.4	13.5	11.5	11.0	10.0	8.5	7.5	5.0	1.1
20	17.3	20.20	4.04	25.8	16.8	15.5	13.9	11.3	9.9	7.7	6.4	5.1	3.0	1.0
21	17.4	16.40	3.28	24.4	16.3	14.5	13.4	12.5	10.8	8.9	7.6	6.3	4.4	1.2
22	17.5	17.30	3.46	24.5	16.5	14.5	13.0	12.5	10.5	9.0	8.0	6.0	3.0	1.1
23	17.80	17.00	3.4	30.2	17.2	15.3	14.0	12.4	10.8	9.2	7.6	6.0	4.1	0.9
24	17.8	15.70	3.14	23.2	17.5	14.8	13.4	12.2	9.6	7.6	6.8	5.3	2.7	0.9
25	18	14.50	2.9	23.5	17.5	15.5	13.5	11.5	10.0	8.0	6.0	4.5	2.5	1.1
26	18	17.40	3.48	22.4	17.8	15.2	14.0	12.5	10.5	9.0	8.0	6.5	4.0	1.1
27	18	18.30	3.66	23.5	16.5	15.0	13.4	12.5	11.5	10.0	8.5	6.0	4.0	1.1
28	18.1	16.50	3.3	21.0	16.0	14.0	12.8	11.0	10.5	9.0	7.2	5.8	3.0	1.2
29	18.4	16.50	3.3	24.6	17.0	15.0	13.2	12.1	10.6	9.5	8.0	6.7	4.1	1.2
30	18.6	20.60	4.12	27.6	16.9	15.0	13.7	12.4	11.5	9.9	8.3	7.0	4.8	0.9
31	18.8	16.50	3.3	27.2	18.3	17.2	15.7	13.6	12.1	10.6	8.6	6.6	3.9	1.1
32	18.8	19.10	3.82	24.1	18.4	16.9	13.7	11.1	10.4	7.7	5.6	4.5	2.2	0.9
33	19.0	20.60	4.12	25.0	17.8	14.5	12.9	12.2	11.1	10.0	8.9	7.3	3.2	1.0
34	19	17.90	3.58	25.8	18.5	16.9	15.0	12.7	11.8	10.8	8.9	5.4	2.5	0.9
35	19	16.80	3.36	22.0	16.8	15.0	13.2	12.0	10.8	8.8	7.0	6.0	3.2	1.2

36	19.10	18.10	3.62	27.7	17.8	16.1	15.3	13.9	13.2	11.6	10.5	8.2	4.8	1.1
37	19.2	20.40	4.08	24.8	18.7	17.2	15.6	13.2	10.6	9.9	7.5	6.8	5.0	1.2
38	19.5	16.70	3.34	26.5	19.1	17.4	15.2	12.9	11.8	10.1	8.4	6.1	3.6	1.0
39	19.6	18.10	3.62	30.2	18.1	16.2	15.0	13.1	11.8	10.2	8.3	6.0	3.5	0.9
40	19.8	15.40	3.08	28.0	19.0	16.6	14.5	13.0	12.0	8.0	6.5	4.5	2.8	1.1
<b>Media</b>		17.63	3.53	24.03	16.38	14.60	13.03	11.50	10.18	8.59	7.11	5.56	3.28	1.08
<b>D. estan</b>		1.66	0.33	2.91	1.51	1.47	1.43	1.30	1.36	1.32	1.25	1.10	0.83	0.13

**Anexo 8.** Valores correspondiente a los árboles de tres años de edad con DAP de 20 – 24.9cm

Datos	DAP	Alt. Total (m)	Largo de Troza	NUMERO DE TROZAS FUSTE										
				Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Di	Dm
1	20.2	18.70	3.74	27.2	19.6	18.5	17.2	15.2	12.5	10.2	8.0	5.1	3.6	1.0
2	20.2	16.80	3.36	24.0	18.0	16.0	14.2	12.2	10.5	8.8	6.0	5.7	3.2	1.0
3	20.4	21.50	4.3	29.4	19.1	17.6	15.2	13.4	12.1	11.1	9.1	7.3	4.3	1.9
4	20.7	17.90	3.58	27.9	19.7	18.5	16.7	15.3	13.3	11.3	8.6	5.7	2.4	1.0
5	20.7	19.40	3.88	25.9	20.0	18.1	15.8	13.7	12.4	10.3	8.1	6.4	4.6	1.2
6	20.8	18.20	3.64	31.3	20.2	17.8	16.2	15.3	13.4	11.8	9.3	6.9	3.7	1.0
7	20.8	18.80	3.76	30.8	19.7	18.0	16.4	15.0	12.4	10.5	9.2	6.6	4.4	1.2

8	20.9	16.80	3.36	29.9	19.4	16.9	15.6	14.0	12.2	10.8	8.7	6.4	4.9	1.2
9	21	15.70	3.14	28.0	20.0	17.5	16.0	14.0	12.2	11.0	9.0	7.7	4.5	1.1
10	21	17.60	3.52	31.0	20.0	18.0	16.5	15.0	13.5	12.0	10.6	7.7	4.5	1.2
11	21.00	19.60	3.92	28.5	18.5	16.5	14.3	13.4	12.0	10.0	8.5	6.0	3.0	1.1
12	21.0	17.80	3.56	20.4	16.0	15.0	13.6	13.0	11.0	10.8	9.2	7.6	6.0	1.2
13	21.1	18.00	3.6	23.3	18.0	16.0	15.6	13.0	12.1	10.8	8.6	6.4	5.1	1.0
14	21.2	17.00	3.4	28.0	20.4	17.8	16.0	14.5	12.5	11.5	8.0	6.4	4.1	1.3
15	21.5	18.70	3.74	30.4	20.4	18.1	16.4	14.0	13.4	12.4	10.1	7.9	5.3	1.0
16	21.8	17.60	3.52	26.8	19.4	16.0	14.4	13.0	11.0	9.8	8.0	7.9	3.8	1.2
17	22	21.50	4.3	31.0	22.0	19.0	17.5	16.5	15.0	12.8	10.5	7.0	5.0	1.2
18	22	17.20	3.44	29.0	20.0	18.0	16.0	14.4	13.0	12.0	10.0	8.0	6.5	1.2
19	22	17.90	3.58	29.3	20.9	18.2	15.7	14.0	12.2	10.6	9.2	6.6	3.8	1.1
20	22	20.10	4.02	30.0	19.5	18.0	17.0	15.0	14.0	12.0	10.0	7.5	3.0	1.1
21	22	21.00	4.2	28.0	21.5	18.5	16.5	14.4	12.5	11.0	10.0	8.5	4.5	1.1
22	22.2	17.50	3.5	27.5	19.6	17.8	15.5	13.0	10.0	8.5	7.8	6.0	4.0	1.1
23	22.2	18.20	3.64	31.5	20.7	17.9	16.1	13.8	11.8	11.0	8.4	6.7	4.5	1.2
24	22.8	18.50	3.7	34.0	21.8	19.6	17.5	15.0	13.4	12.0	9.6	8.0	4.3	1.0
25	23.00	22.00	4.4	30.0	21.5	19.4	17.0	16.0	14.0	9.5	9.5	7.5	4.0	1.1
26	23	17.30	3.46	28.0	21.0	17.8	15.6	14.0	13.0	11.0	9.6	9.0	4.5	1.1
27	23	18.10	3.62	30.5	22.0	19.5	17.5	15.0	13.0	12.0	10.5	6.0	3.0	1.1

28	23	19.10	3.82	31.0	21.6	18.8	17.4	16.0	14.0	12.0	11.0	10.0	4.0	1.1
29	23	21.10	4.22	32.0	21.5	20.0	18.5	17.0	15.0	13.5	10.6	9.0	4.5	1.1
30	23.5	17.50	3.5	33.0	21.0	19.5	18.0	17.0	14.4	12.8	11.5	9.0	5.0	1.1
31	23.5	18.20	3.64	35.0	22.2	19.2	16.7	14.3	11.8	9.4	7.3	5.3	3.2	1.2
32	23.5	17.00	3.4	26.4	19.8	18.0	16.6	14.8	12.2	11.0	7.8	6.0	4.2	1.2
33	24	19.30	3.86	31.5	22.0	19.0	17.0	15.5	14.5	12.5	10.5	8.0	3.6	1.1
34	24	16.80	3.36	29.0	18.8	16.0	14.8	13.0	11.8	11.0	8.8	6.0	4.0	1.1
35	24	21.60	4.32	28.0	19.2	16.0	14.8	13.0	12.2	10.6	8.6	6.6	3.4	1.1
36	24	21.50	4.3	33.0	23.0	20.0	17.5	15.0	13.5	11.5	8.5	8.5	5.0	1.2
37	24.5	18.70	3.74	31.1	23.6	21.6	18.8	16.8	14.2	11.7	9.1	6.4	3.4	1.0
38	24.5	18.40	3.68	28.3	23.6	19.7	16.9	14.1	11.3	9.9	8.0	6.4	4.1	1.1
39	24.8	18.30	3.66	31.8	24.1	21.5	17.8	15.2	13.3	11.0	9.5	6.6	3.9	1.0
40	24.8	17.00	3.4	35.0	23.9	21.9	18.8	17.3	14.7	13.1	10.7	7.8	5.0	1.3
<b>Media</b>		18.60	3.72	29.42	20.58	18.28	16.39	14.60	12.78	11.14	9.15	7.10	4.20	1.14
<b>D. estan</b>		1.60	0.32	2.99	1.73	1.56	1.24	1.26	1.20	1.13	1.14	1.13	0.83	0.15

**Anexo 9.** Valores correspondiente a los árboles de tres años de edad con DAP de 24 – 29.9cm

Datos	DAP	Alt. Total (m)	Largo de Troza	NUMERO DE TROZAS FUSTE										
				Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Dm	Df-Di	Di	Dm
1	25	18.50	3.7	30.4	24.5	21.4	18.4	16.0	14.0	12.5	10.5	8.8	6.0	1.2
2	25	18.70	3.74	35.5	24.0	22.0	21.0	19.0	16.2	14.2	11.5	7.5	4.0	1.1
3	25	19.00	3.8	33.0	23.0	21.0	18.0	16.0	14.5	13.5	12.0	9.0	3.6	1.1
4	25	21.50	4.3	34.0	24.8	22.2	19.0	17.5	15.5	13.5	11.8	10.0	7.2	1.2
5	25.1	18.00	3.6	36.6	22.9	20.1	17.9	15.5	13.6	10.8	8.6	6.6	3.8	1.2
6	25.2	17.40	3.48	35.0	23.9	21.3	18.5	16.0	13.9	11.4	9.4	7.0	4.4	1.3
7	25.2	18.00	3.6	38.2	24.5	21.8	19.1	17.0	14.0	11.3	8.6	6.0	3.5	1.0
8	25.3	17.00	3.4	30.0	22.0	19.0	17.0	15.2	13.8	12.2	11.6	8.0	5.2	1.2
9	26	16.50	3.3	28.0	20.0	16.8	15.0	13.8	12.0	10.4	8.8	6.2	3.5	1.1
10	26	17.60	3.52	35.0	24.0	21.8	19.6	17.0	14.8	13.0	10.8	7.8	4.5	1.3
11	26	18.10	3.62	39.0	24.0	20.5	18.0	16.0	12.5	12.0	9.5	6.6	3.0	1.1
12	26	20.80	4.16	31.0	23.5	20.6	17.6	15.0	13.0	11.5	10.5	8.0	4.0	1.1
13	26.00	21.70	4.34	32.0	24.6	21.0	18.0	16.0	15.0	12.0	10.5	8.3	5.5	1.2
14	26.2	18.30	3.66	31.0	24.0	22.5	19.0	17.4	15.0	13.0	10.0	6.5	4.0	1.1
15	26.30	20.90	4.18	34.0	24.5	21.4	19.0	16.5	14.2	13.0	11.5	9.0	5.0	1.2



16	26.4	20.00	4	37.0	24.0	21.0	19.0	17.5	15.0	13.0	11.0	8.0	4.0	1.1
17	27	18.80	3.76	36.0	25.5	22.0	20.0	17.8	16.3	13.7	12.0	9.8	6.6	1.2
18	27	18.80	3.76	36.5	25.3	22.5	20.0	17.0	14.5	13.5	11.0	7.7	4.0	1.1
19	27	19.00	3.8	35.0	26.0	22.8	20.6	18.0	16.3	14.5	12.5	9.6	3.0	1.1
20	27	18.80	3.76	35.0	26.0	22.4	19.4	16.6	14.0	11.8	10.5	9.5	7.0	1.2
21	27	19.00	3.8	30.0	22.8	20.0	18.2	16.0	13.2	11.0	9.3	7.5	4.8	1.4
22	27.4	20.70	4.14	33.0	24.4	21.0	17.5	15.5	13.8	12.5	11.5	8.5	4.0	1.1
23	27.6	19.20	3.84	30.0	22.0	20.0	18.2	16.6	14.9	13.0	11.0	7.8	4.2	1.3
24	27.7	18.00	3.60	36.50	24.50	22.80	19.70	18.00	16.40	14.00	12.50	10.50	7.00	1.20
25	28	19.00	3.80	36.80	26.00	22.80	19.40	16.80	15.00	13.20	11.00	9.00	6.80	1.30
26	28	20	4	36	27	24.2	22	18	16.3	14.5	11	8	5.6	1.2
27	28	17	3.4	33	22	19.2	16.8	15	13	12.8	10.8	9	5.2	1.2
28	28	18.8	3.76	33	26	23	20.4	17.5	15.4	13.8	12.4	10.3	6.5	1.3
29	28.5	19.6	3.92	37	24.8	21.8	19.7	17	15	13.5	11.3	10	6	1.2
30	28.7	17	3.4	33	24.2	20	16.8	15	12.5	10	8.5	7.1	4.7	1.4
31	28.7	21	4.2	38	25.2	21.8	19.5	18	18	14	12	10	7	1.2
32	28.8	18.2	3.64	36.2	25	22	19.8	17.6	13	13.2	11	7	4	1.1
33	29	19.6	3.92	37.5	26.6	23.3	20	17.7	15.7	13.6	11.8	9	6	1.2
34	29.2	19.7	3.94	38	28	24.5	22.2	20	17.5	15.5	13.5	10	4.8	1.2
35	29.2	19.3	3.86	35	28	24	21.6	18.8	16	14.5	12.2	9.8	6	1.5

36	29.20	20.5	4.1	36.8	27	23.4	20.5	17.5	16	14	11.8	7.6	3.5	1.1
37	29.2	18.2	3.64	33	25	20.8	18	16.6	14.4	12.8	10.2	7.3	3.3	1.3
38	29.5	22.2	4.44	33	26	24	21	18.5	17	15.5	13	10	6	1.3
39	29.6	20	4	37.5	27	24	21	18	15.5	14	12.2	10	7	1.3
40	29.8	19.8	3.96	38.6	26.8	24	21.5	18	15.5	13.8	11.8	9	4.5	1.1
<b>Media</b>		19.11	3.82	34.60	24.73	21.77	19.20	16.92	14.81	13.00	11.04	8.43	4.97	1.20
<b>D. estan</b>		1.37	0.27	2.80	1.71	1.62	1.57	1.28	1.40	1.29	1.23	1.28	1.28	0.10

**Anexo 10.** Volúmenes con logarítmica de Garay; Polinómica de 5<sup>to</sup> grado y volumen real del primer año de edad

Logarítmica de Garay				Polinómica de 5 <sup>to</sup> grado				Volumen Real			
hi	di	L	Vol	hi	di	L	Vol	hi	di	L	Vol
0	18.6			0	18.5			0	20.0		
0.5	14.0	0.5	0.011	0.5	14.9	0.5	0.011	0.5	14.3	0.5	0.012
1	12.7	0.5	0.007	1	12.7	0.5	0.008	1	12.8	0.5	0.007
1.5	11.7	0.5	0.006	1.5	11.4	0.5	0.006	1.5	11.6	0.5	0.006
2	10.9	0.5	0.005	2	10.5	0.5	0.005	2	11.3	0.5	0.005
2.5	10.1	0.5	0.004	2.5	9.9	0.5	0.004	2.5	10.8	0.5	0.005
3	9.3	0.5	0.004	3	9.4	0.5	0.004	3	9.6	0.5	0.004
3.5	8.5	0.5	0.003	3.5	8.7	0.5	0.003	3.5	8.0	0.5	0.003
4	7.7	0.5	0.003	4	8.0	0.5	0.003	4	7.6	0.5	0.002
4.5	7.0	0.5	0.002	4.5	7.1	0.5	0.002	4.5	6.2	0.5	0.002
5	6.2	0.5	0.002	5	6.2	0.5	0.002	5	5.8	0.5	0.001
5.5	5.3	0.5	0.001	5.5	5.2	0.5	0.001	5.5	4.7	0.5	0.001
6	4.4	0.5	0.001	6	4.3	0.5	0.001	6	3.5	0.5	0.001
6.5	3.5	0.5	0.001	6.5	3.3	0.5	0.001	6.5	2.5	0.5	0.000
7	2.4	0.5	0.000	7	2.3	0.5	0.000	7	1.8	0.5	0.000
7.5	1.3	0.5	0.000	7.5	1.3	0.5	0.000	7.5	1.1	0.5	0.000
7.6	1.0	0.1	0.000	7.6	1.1	0.1	0.000	7.6	1.0	0.1	0.000
<b>Vol. Total 0.049</b>				<b>Vol. Total 0.050</b>				<b>Vol. Total 0.050</b>			

Para el primer año de edad de *Gmelina arborea* con la Logarítmica de Garay es 0.049m<sup>3</sup>/árbol, la Polinómica a de 5<sup>to</sup> grado 0.050 m<sup>3</sup>/ árbol y el volumen real es 0.050 m<sup>3</sup>/ árbol.

**Anexo 11.** Fotografías de la investigación

**A. PRIMER AÑO DE EDAD**

**Foto 1.** Antes de la extracción de árboles



**Fotos 2.** Después de la extracción de árboles



## B. SEGUNDO AÑO DE EDAD

**Fotos 3.** Antes de la extracción de árboles



**Foto 4.** Después de la extracción de árboles





### C. TERCER AÑO DE EDAD

**Fotos 5.** Plantación



**Fotos 6.** Tumba de arboles para la recolección de datos







**Fotos 7.** Recolección de datos

