UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA FORESTAL



"DETERMINACIÓN DE FACTOR MÓRFICO DEL FUSTE DE *Ormosia aff excelsa* Benth *(*huayruro) POR MÉTODO NO DESTRUCTIVO EN BOSQUES DE TERRAZAS, DISTRITO DE TAHUANIA, PROVINCIA DE ATALAYA Y DISTRITO DE MASISEA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI."

ARTICULO CIENTIFICO

AUTOR : Bach. Eduardo Valderrama Acosta

ASESOR : Dr. Aparicio Limache Alonzo

PUCALLPA - UCAYALI

2018

“DETERMINACIÓN DE FACTOR MÓRFICO DEL FUSTE DE *Ormosia aff excelsa* Benth *(*huayruro) POR MÉTODO NO DESTRUCTIVO EN BOSQUES DE TERRAZAS, DISTRITO DE TAHUANIA, PROVINCIA DE ATALAYA Y DISTRITO DE MASISEA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN UCAYALI.”

"DETERMINATION OF THE FACTOR MÓRFICO OF THE FUSTE DE ORMOSIA aff excelsa Benth (huayruro) BY NON-DESTRUCTIVE METHOD IN FOREST OF TERRACES, DISTRICT OF TAHUANIA, PROVINCE OF ATALAYA AND DISTRICT OF MASISEA, PROVINCE OF CORONEL PORTILLO, UCAYALI REGION."

Eduardo Valderrama Acosta [1], Aparicio Limache Alonzo [2]

1) Bachiller en ciencias forestales egresado de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali
2) Ingeniero Forestal, Doctor: Profesor Principal de la Facultad de Ciencias Forestales y ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali.

RESUMEN

Con tecnología Field Map se tomó medidas precisas de cada árbol en pie, evitando el tumbado del mismo que se hacía anteriormente. Se determinó el factor mórfico de la especie y por cada clase diamétrica, evaluando el ahusamiento que permitió calcular el volumen, para tener información que permita tomar decisiones correctas a los usuarios del Bosque, evitando problemas administrativos futuros.

En el trabajo se realiza una serie de mediciones del ahusamiento (257 árboles) para calcular el volumen y estimar el factor mórfico (fm), aplicando un método no destructivo.Como resultado se determinó que el factor mórfico promedio obtenido del estudio para árboles comerciales de *Ormosia aff excelsa* Benth (Huayruro), es 0.70. El factor mórfico varía ligeramente en cada clase diamétrica evaluada y el ahusamiento del fuste fue disminuyendo en diámetro a diferentes alturas evaluadas. El diámetro y la forma cilíndrica se ahúsa hasta tomar ligeramente la forma de un cono, partiendo de una base neiloide.

Palabras clave: Método no destructivo, factor mórfico, grado ahusamiento.

ABSTRACT

With Field Map technology, precise measurements were taken of each standing tree, avoiding the felling of the same tree as before. The morphic factor of the species and for each diametric class was determined, evaluating the taper that allowed to calculate the volume, to have information that allows to make correct decisions to the users of the Forest, avoiding future administrative problems.

In the work, a series of measurements of the taper (257 trees) is made to calculate the volume and estimate the morphic factor (fm), applying a non-destructive method. As a result, it was determined that the average morphic factor obtained from the study for commercial trees of *Ormosia aff excelsa* Benth (Huayruro), is 0.70. The morphic factor varies slightly in each diametric class evaluated and the stem taper was decreasing in diameter at different heights evaluated. The diameter and the cylindrical shape tapers to take the shape of a cone, starting from a neiloid base.

Keywords: Non-destructive method, morphic factor, degree of taper

INTRODUCCIÓN

El factor mórfico permite una mejor estimación de volúmenes reales tomando en cuenta las particularidades que presenta cada especie de la amazonia peruana que se caracteriza por tener bosques heterogéneos, es decir tienen sus peculiaridades y arquitecturas propias de cada especie, lo cual hace más interesante esta investigación.

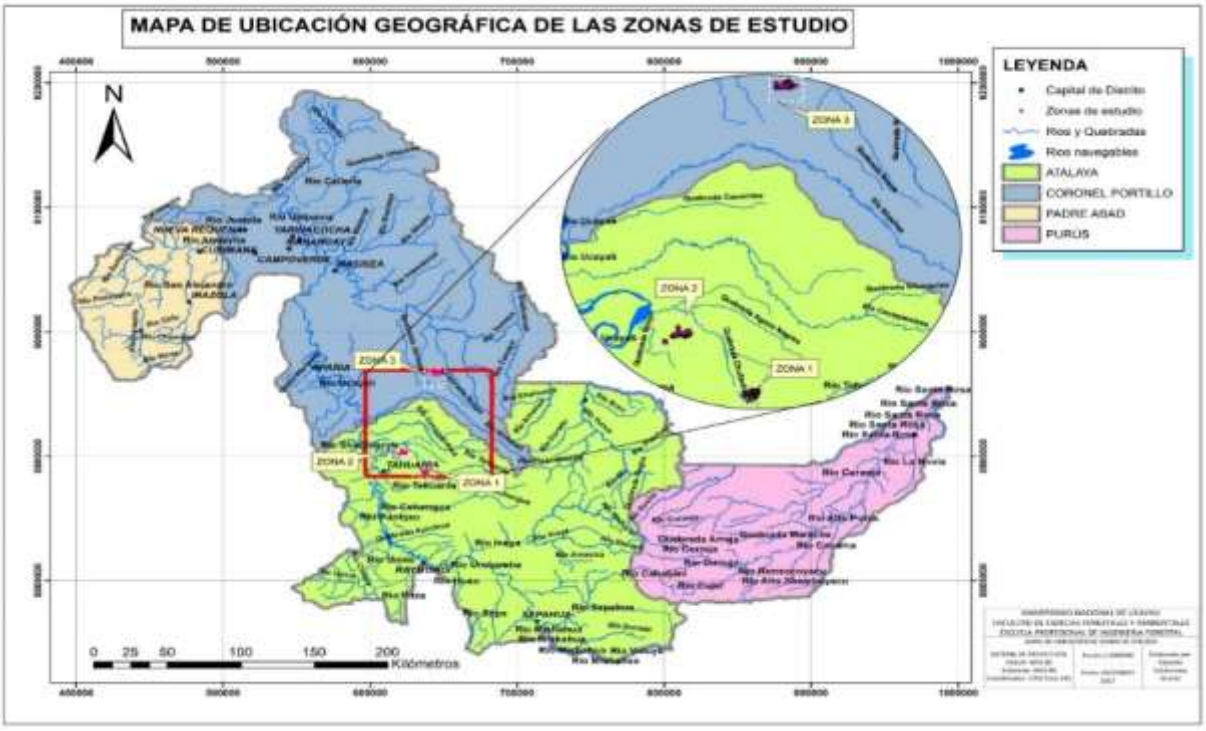
Con el uso de la tecnología Field Map se tomó medidas precisas de cada árbol en pie, evitando el tumbado del árbol, procedimiento que se hacía anteriormente para calcular el volumen, y de esta manera causar el menor impacto al bosque, a la regeneración natural y al medio ambiente.

La investigación se realizó con el fin de promover el máximo aprovechamiento de la especie con volúmenes más precisos. El factor mórfico se obtiene en función al grado de ahusamiento, la influencia del grado de ahusamiento determina el factor mórfico de *Ormosia aff excelsa* Benth *(*huayruro*),* para ello se requiere de investigaciones como es el caso de esta, que sean útiles para comparar los resultados ya que esto ayudará a determinar el volumen de la especie con mayor exactitud.

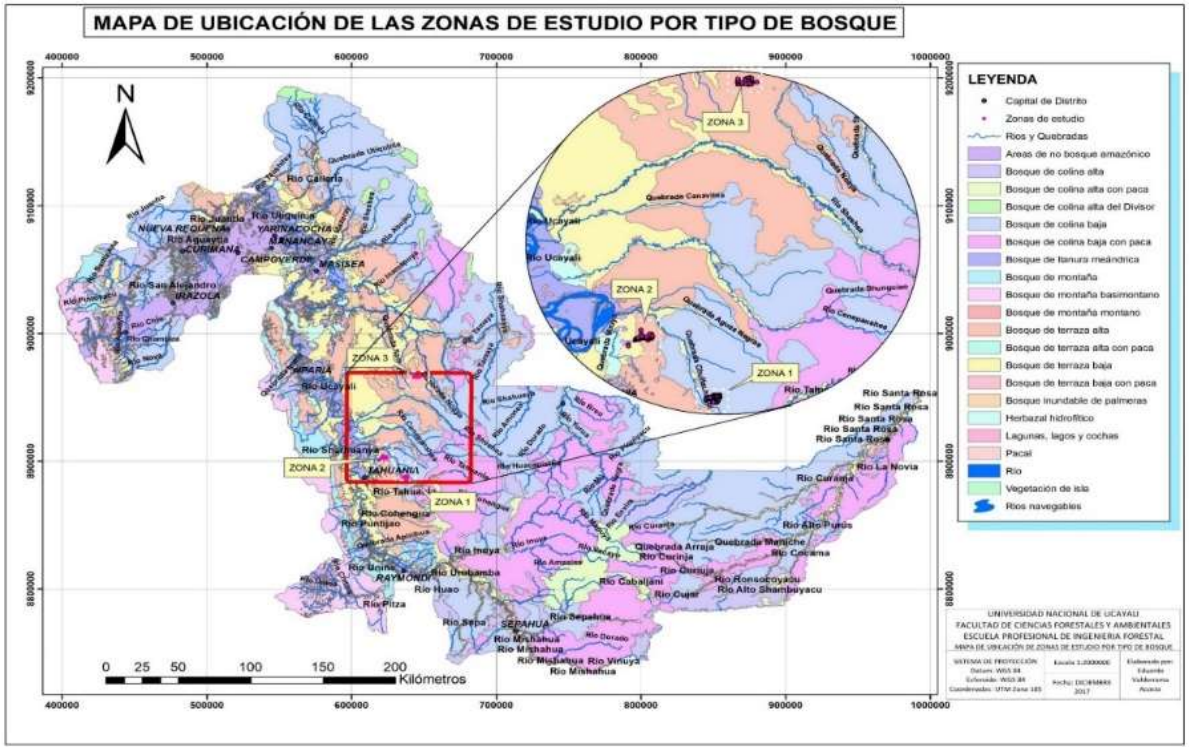
MATERIALES Y METODOS

LOCALIZACIÓN DE LAS ZONAS

Los árboles medidos de *Ormosia aff excelsa* Benth *(*huayruro), se localizaron en el distrito de Tahuania, Provincia de Atalaya, Región Ucayali. En los bosques de Forestal Anita E.I.R.L. con contrato **N° 25-ATA/C-J-032-02** (Zona 1), posee un área total de 8570 Ha., en el Bosque de Manejo Forestal de la comunidad nativa Túpac Amaru con Permiso de Aprovechamiento Forestal **N° 25-ATA/P-MAD-A-015-07** (Zona 2), posee un área total de 5257.46 Ha. y en la concesión forestal Rosa Elisa Rengifo De Souza con contrato **N° 25-PUC/C-J-063-03** (Zona 3), posee un área total de 30125 Ha., esta última en la zona del Noaya, ubicado en el distrito de Masisea, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali. (Ver figura 1 y 2)



Figuras 1 Mapa de ubicación geográfica de las zonas de estudio.



Figuras 2 Mapa de ubicación de las zonas de estudio por tipos de bosques.

MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método para la realización de la investigación fue comparativo, que consistió en tomar en cuenta las medidas de cada árbol, clasificándolo por clase diamétrica, la toma de muestras se realizó cada momento en que se ubicó la especie *Ormosia aff excelsa* Benth *(*huayruro) en campo, en los cuales se descartaron arboles con daños físicos y biológicos.

Tabla 1 Clasificación de árboles por clase diamétrica.

Clases diamétricas (cm)	Abundancia (n)
10-19.99	25
20-29.99	16
30-39.99	27
40-49.99	30
50-59.99	35
60-69.99	23
70-79.99	19
80-89.99	29
90-99.99	19
100-mas	34

POBLACION Y MUESTRA

La población lo conformaron árboles de la especie *Ormosia aff excelsa* Benth *(*huayruro), ubicados en el distrito de Tahuania, Provincia de Atalaya, Región Ucayali, dentro de los bosques de Forestal Anita E.I.R.L. con contrato **N° 25-ATA/C-J-032-02** (Zona 1), posee un área total de 8570 Ha., en el POA (Plan Operativo Anual) 10, parcela 05 del bloque 04 con área de 456 Ha., hubo 85 árboles comerciales de huayruro, en el Bosque de Manejo Forestal de la comunidad nativa Túpac Amaru con Permiso de Aprovechamiento Forestal **N° 25-ATA/P-MAD-A-015-07** (Zona 2), posee un área total de 5 257.46 Ha., en el POA 04 Zafra 2015-2016 con un área de 606.268 Ha., hubo 55 árboles comerciales de huayruro, y en la concesión forestal Rosa Elisa Rengifo De Souza con contrato **N° 25-PUC/C-J-063-03** (Zona 3), posee un área total de 30 125 Ha., en el POA 2, con área de 1 406 Ha., hubo 232 árboles comerciales de huayruro, esta última en la zona del Noaya ubicado en el distrito de Masisea, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali. Tomando como referencia los arboles comerciales inventariadas en cada zona solo se tuvo que buscar los árboles de las clases diamétricas menores a los de la clase comercial.

Las muestras fueron escogidas al azar, medidas por categoría diamétrica, haciendo un total de 257 árboles de *Ormosia aff excelsa* Benth *(*huayruro). Las clases diamétricas se describen en la Tabla 1.

INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS

Fase de campo:

- GPS
- Pilas
- Libreta de campo
- Cinta diamétrica
- Wincha
- Pintura
- Pincel
- Machete
- Motor generador
- Tecnología Field Map
  - Getac
  - Dendroscop
  - Brújula electrónica
  - Trípode
  - Batería
  - Forcípula electrónica

Fase de gabinete:

- Formato de evaluación (data collector y stem profile)
- GPS
- Libreta de apuntes
- Laptop.
- Programa ArcGIS 10.1

PROCEDIMIENTO DE RECOLECCION DE DATOS

Obtención de base de datos (árboles)

Al ingresar la toma de muestras se realizó cada momento en que se ubicó la especie en campo, que estaban dentro de las fajas del censo separados cada 100 m, tomando como referencia los arboles comerciales que fueron inventariados para avanzar con la recopilación de datos solo se tuvo que buscar los árboles de las clases diamétricas menores a los de la clase comercial, en los cuales se descartaron árboles con daños físicos y biológicos, las parcelas están ubicadas en zonas representativas y con buen acceso. Al ubicar los arboles a evaluar, se medió los árboles que se encontraron dentro de la parcela, estas mediciones se colectaron con la tecnología, en el instante se determinó el grado de ahusamiento del árbol que lo obtuvimos de forma automática.

La evaluación del grado de ahusamiento ayudó en la determinación del factor mórfico de *Ormosia aff excelsa* Benth *(*huayruro). Este dato permite observar el comportamiento del fuste de la especie y obtener valores de volúmenes reales, cabe resaltar que para la toma de datos de la muestra no fue necesario tumbar los árboles. El proyecto se guardó y se exportó en formato XML, dándole entidades gráficas como plantillas de parcelas digitales y vértices digitales.

Colecta de muestra dendrológica de campo

Se recolectó las muestras dendrologicas en campo de la especie *Ormosia aff excelsa* Benth *(*huayruro), identificado por (Clavo Peralta, 2017).

Colecta de datos en campo

La colecta de datos de campo se realizó en tiempo real, con el uso de equipos integrados al sistema Field Map que combina instrumentos precisos de medición con el sistema.

Integración, verificación y calibración de los equipos de medición

Ya establecidos en campo, se integró los componentes de la tecnología Field Map, posteriormente se verificó que cada uno de ellos estén conectados correctamente, por último, se calibra la brújula electrónica, girando todo el equipo que se ha establecido sobre el trípode en sentido horario.

Medición de diámetros y alturas de los árboles

Se midieron los árboles que se encontraron dentro de la parcela, estas mediciones se colectaron con la tecnología Field Map.

Diámetro a la altura del pecho (dap): se medió el diámetro a 1.30 m con precisión milimétrica.

Altura total (HT): la altura total del árbol estuvo comprendida desde el suelo hasta la superficie de la copa (parte apical).

Altura aprovechable (HA): comprendida desde 0.15 m del suelo hasta el inicio de la primera rama del árbol.

Diámetros a distintas alturas: para la medición de los diámetros se realizó siguiendo la metodología propuesta por (IFER, 2011), la cual menciona que la primera medición se realizará a 0.5 m ó 0.3 m desde el suelo, la segunda a 2 metros desde el suelo; de aquí se medirán diámetros remotos a 1/3, 3/5 de la altura total del árbol y en la altura comercial esta metodología es aplicable para árboles de copas menores a 1/3 de la altura total.

Verificación y validación de los datos en campo

Esto se realizó usando herramientas disponibles en el Field Map, que fueron definidos en el Project Manager. Se tomó en cuenta características propias de los árboles al momento de diseñar el colector de datos.

TRATAMIENTO DE DATOS

Calculo del volumen real del árbol

Para determinar el volumen real del árbol se realizó un análisis de los datos recolectados en campo con el software Field Map, Stem Analyst (análisis de fuste). Este software utiliza la expresión matemática de función de perfil propuesta por Riemer *et al.* (1995), citados por (Dieguez , y otros, 2003), para determinar el volumen en función del perfil del fuste. Los cálculos de volumen se realizaro por cada individuo y global, así como también con alturas y diámetros comerciales

$$\frac{d_i}{2} = \frac{i}{1-e^{q*(1,3-h)}} + \left(\frac{d1.3}{2} - i\right) * \left[1 - \frac{1}{1-e^{p*(1,3-h)}}\right] + e^{-ph} * \left[\frac{\left(\frac{d1.3}{2} - i\right)}{1 - e^{p*(1,3-h)}}\right] - e^{qh} * \left[\frac{ie^{-qH}}{1-e^{q*(1,3-h)}}\right]$$

Donde:

d: Diámetro normal

h: Altura total

d_i: Diámetro que se alcanza a la altura h_i

e: Base de logaritmos neperianos ≈ 2,71828

i, p, q : constante algebraica. También se utiliza como la pendiente de la recta de regresión.

i: asíntota común de la parte inferior y superior del tallo

q: parámetro que caracteriza la parte superior del tallo

p: parámetro que caracteriza la parte inferior del tallo

Técnicas de análisis

Cada uno de los árboles generó un modelo global de función de perfil del fuste, los cuales fueron comparados entre sí para identificar diferencias significativas. Así como también se generó un modelo global de función de perfil del fuste con todos los árboles evaluados; estos resultados fueron comparados con los obtenidos por cada árbol independientemente. Se generó modelos globales para los volúmenes totales y comerciales.

El formato para la colecta de datos se elaboró en el software Field Map Proyect Manager, el cual crea entidades y asigna atributos alfanuméricos. Este proyecto se desarrolla con un formato XML, formato que reconoce el Field Map. Para la colecta de datos en campo se utilizó la metodología de los seis puntos, para evaluar el perfil del fuste propuesta por (IFER, 2011), con la tecnología Field Map se recolectaron datos de diámetros y alturas remotas en cada uno de los árboles evaluados en las parcelas establecidas, con los cuales se generó el perfil del fuste individual y global de la especie *Ormosia aff excelsa* Benth *(*huayruro).

Tabla 2 Entidades y atributos del proyecto Field Map.

Entidades	Atributos	Especificaciones
Árbol	DAP	Datos colectados de forma manual
	Diámetro a la altura de 0,5 m o 0,3 m	
	Diámetro a la altura de 2,00 m	
	Altura comercial	Datos colectados con tecnología Field Map
	Altura total	
	Diámetro a 1/3 de la altura total	
	Diámetro a 3/5 de la altura total	
	Especie	Caracterización
Parcelas	Observaciones	Arboles con daños biológicos y/o mecánicos

Cálculo del volumen

Para el cálculo del volumen se utilizó la fórmula propuesta por Riemer *et al*. (1995) anteriormente descrita. Se clasificaron los volúmenes por cada individuo, por el total de individuos dentro de una parcela y por el total de los individuos en todas las parcelas; se calculó volúmenes totales y volúmenes comerciales.

Los volúmenes totales se calcularon desde el suelo hasta el 100% de su altura total de cada árbol, los volúmenes comerciales se calcularán desde 0.15 m de altura sobre el suelo hasta la altura en que el diámetro alcance 10 cm.

Evaluación del modelo global generado por la función del perfil del fuste

Cada uno de los estratos generó un modelo global de función de perfil del fuste, los cuales serán comparados entre sí para identificar diferencias significativas. Así como también se generó un modelo global de función de perfil del fuste con todos los arboles evaluados, sin considerar las edades; estos resultados fueron comparados con los obtenidos por cada parcela independientemente. Se obtuvo modelos globales para los volúmenes totales y comerciales.

Grado de ahusamiento

Se observó diámetros a la altura de 0.3 m ó 0.50 m, de 1.30 m, de 2.00 m, en altura comercial, en altura total, a 1/3 de la altura total y a 3/5 de la altura total el fuste del árbol fue disminuyendo en medidas y la forma del cilindro se va ahusando, de a poco ir tomando ligeramente la forma de un cono. Los arboles de las zonas tropicales (latifoliadas), se caracterizan por tener copas frondosas así que no disminuyen mucho en diámetros como las especies de zonas templadas (coníferas).
El grado de ahusamiento permitió obtener los volúmenes reales de cada árbol y calcular el factor mórfico. Estos fueron calculados por cada árbol tomando en cuenta los segmentos. Para el cálculo de volúmenes del cilindro se utilizó la fórmula Smalian, forma de cubicación estandarizado. Toda la información se clasificó según las clases diamétricas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

FACTOR MÓRFICO DE *Ormosia aff excelsa* Benth *(*Huayruro), A partir del diámetro mínimo de corta (DAP ≥ 41 CM).

Los estadísticos descriptivos (Tabla 3), para un total de 184 árboles, señalaron que el factor mórfico puede ser 0.70 (según la media aritmética) ó 0.71 (según la mediana). Los estadísticos de variabilidad (desviación estándar y coeficiente de

variación) reportaron una variabilidad ligeramente superior a la variabilidad de los árboles con D.A.P. igual o superior a los 10 cm.

A partir de los 10 cm de DAP.

Los estadísticos descriptivos (Tabla 3), para un total de 257 árboles, señalaron que el factor mórfico puede ser 0.71 (según la media aritmética) ó 0.72 (según la mediana). Los estadísticos de variabilidad (desviación estándar y coeficiente de variación) evidenciaron que los datos acusan de cierta variabilidad.

Tabla 3 Estadísticos descriptivos del factor de forma de Ormosia aff excelsa Benth *(Huayruro), a partir del diámetro mínimo de corta (D.A.P. ≥ 41 cm) y a partir de los 10 cm de D.A.P.*

Estadísticos descriptivos del factor mórfico	A partir del D.M.C. (D.A.P ≥ 41 cm).	A partir de los 10 cm D.A.P.
Estadístico	Valor	Valor
Media aritmética	0.7003	0.7136
Mediana	0.709	0.7212
Desviación estándar	0.1135	0.11
Coeficiente de variación	16.20%	15.40%

D.M.C. Diámetro Mínimo de Corta
D.A.P. Diámetro a la Altura del Pecho

Entre clases diamétricas iguales o mayores a 40 cm

Como el diámetro mínimo de corta de *Ormosia aff excelsa* Benth *(Huayruro)*, es 41 cm, entonces se procedió a comparar el factor mórfico, entre las clases diamétricas a partir de la clase diamétrica 40.0 cm a 49.9 cm. El análisis de varianza (Tabla 4) reportó un p-valor (p = 0.5011), mayor que el nivel de significancia (α = 0.05), indicando que existen evidencias estadísticas que permiten aceptar la hipótesis de que los factores mórficos entre clases diamétricas son iguales. Por lo tanto, se puede afirmar que no existen diferencias entre los factores mórficos de las clases diamétricas igual o superiores a los 40 cm de D.A.P.

Tabla 4 Análisis de varianza del factor de forma, entre clases diamétricas iguales o superiores a los 40 cm de D.A.P

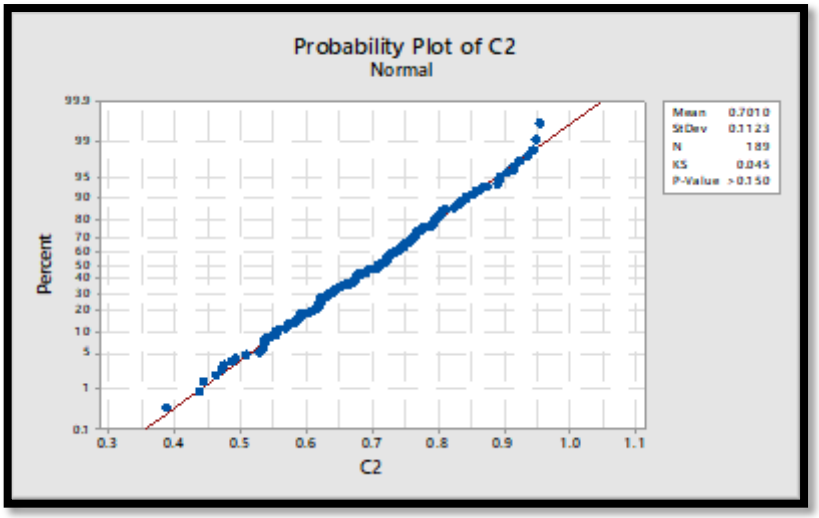
Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Estadísticos de prueba		Nivel de significancia	
Tratamientos	6	0.068	0.011	F = 0.8947	p = 0.5011	0.05	No significativo
Error	182	2.303	0.013				

Total	188	2.371	0.024

PRUEBA DE NORMALIDAD

Para verificar si se distribuyen normalmente los factores mórficos, de los árboles de *Ormosia aff excelsa* Benth *(Huayruro)*, a partir del diámetro mínimo de corta (D.A.P. ≥ 41 cm), se realizaron dos pruebas de normalidad. Tanto la prueba de D´Agostino-Pearson (*p*-valor = 0.66090) como la prueba de Kolmogorov-Smirnov (*p*-valor > 0.05) indicaron que las observaciones (datos) se ajustan a una distribución normal.

En la figura 3 se observa que al analizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov los datos se distribuyen aproximadamente con una distribución normal sin embargo el p-valor (*p* = 0.045), es menor que el nivel de significancia (α = 0.05), indicando que existen evidencias estadísticas que permiten rechazar la hipótesis, que en los factores mórficos por clases diamétricas no hay homogeneidad de varianzas.



Figuras 3 Prueba de Normalidad Kolmogorov-Smirnov y análisis gráfico con datos sin transformar.

PRUEBA DE UNA MEDIA PARA DAP ≥ 41 cm (DMC) CON RESPECTO A UN FM = 0.65

La prueba de una media mostró (*p-valor* = 0.0000) que la media del factor mórfico, de los árboles de *Ormosia aff excelsa Benth (Huayruro)*, a partir del diámetro mínimo de corta (D.A.P. ≥ 41 cm), difieren del factor mórfico corrientemente utilizado de 0.65.

ANALISIS DE VARIANZA DEL FACTOR MÓRFICO TRANSFORMADO

Por lo mencionado anteriormente, se realizó la transformación de los factores mórficos por el logaritmo neperiano más uno, la raíz cuadrada, la raíz cuadrada más 0.5 y el arc seno. Se volvió a realizar un análisis de varianza, pero esta vez con los datos transformados por la raíz cuadrada más 0.5, porque este fue la transformación que arrojó el menor cociente entre la varianza y la media (de acuerdo con la recomendación de Steel y Torrie 1988). El análisis de varianza con los datos transformados (Tabla 5), se obtuvo (nuevamente) que no existen diferencias (p = 0.5019), entre los factores mórficos de las clases diamétricas superiores o iguales a 40 cm, se reportó que los datos no cumplieron con el supuesto de homogeneidad de varianzas.

Tabla 5 Análisis de varianza del factor mórfico transformado, entre clases diamétricas iguales o superiores a los 40 cm de D.A.P.

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Estadísticos de prueba		Nivel de significancia	
Tratamientos	6	0.014	0.002	F = 0.8936	p = 0.5019	0.05	No significativo
Error	182	0.485	0.003				
Total	188	0.499	0.005				

ANALISIS DE VARIANZA NO PARAMÉTRICA

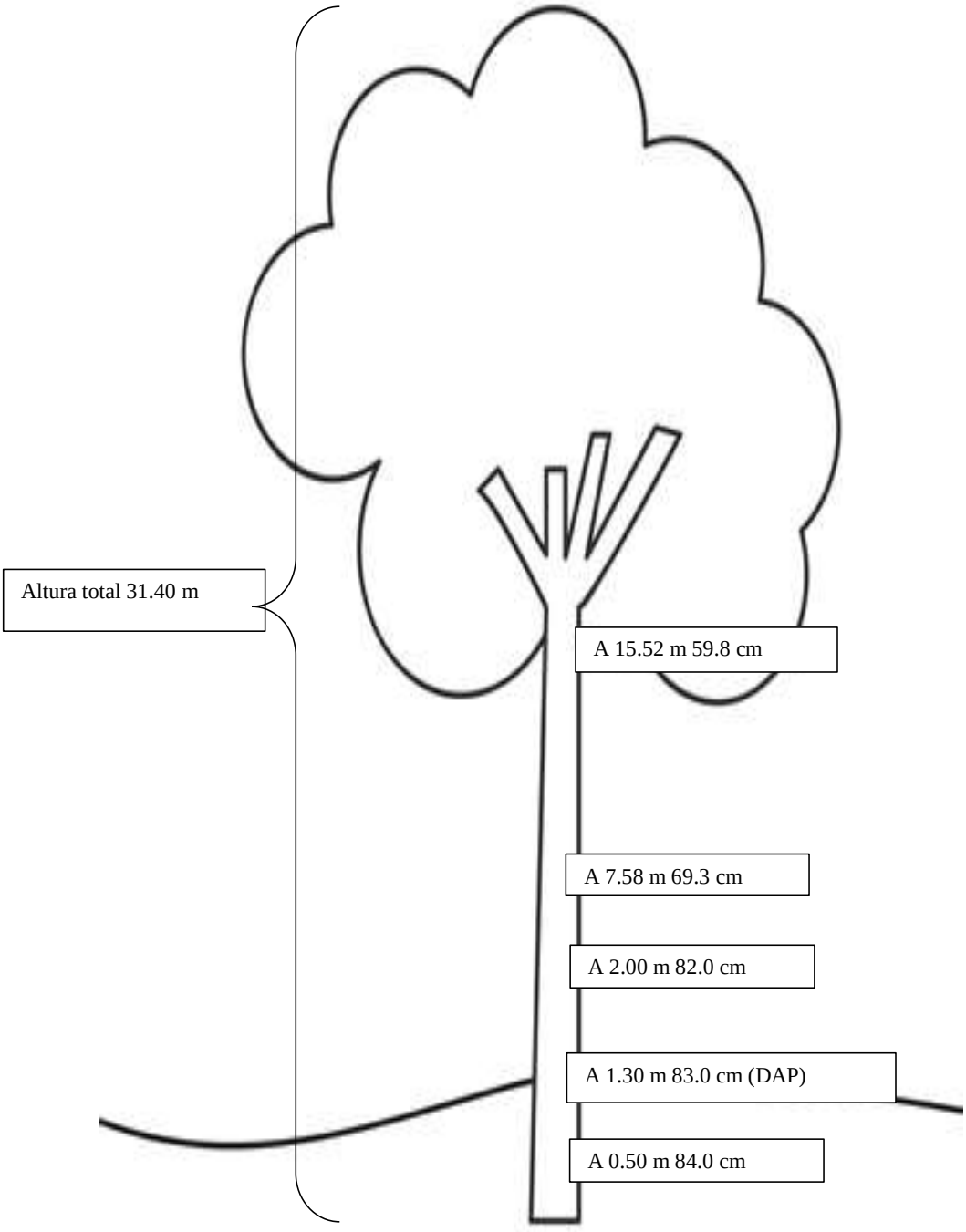
Para dilucidar cualquier duda, con los datos sin transformar, se realizó la prueba de Kruskal Wallis (prueba no paramétrica, análoga al análisis de varianza con diseño completamente al azar) y se obtuvo que no existen diferencias (p = 0.4175) entre los factores mórficos de las clases diamétricas superiores a 40 cm (recuérdese que DMC es mayor o igual a 41 cm).

AHUSAMIENTO DEL FUSTE DE *Ormosia aff excelsa* Benth *(*Huayruro).

El ahusamiento promedio obtenido para fustes comerciales de Ormosia aff excelsa Benth (huayruro) determina el siguiente perfil, según las alturas tomadas es a 0.5 m de altura desde la base del árbol 84.0 cm de diámetro, a 1.30 m de altura (DAP) 83.0 cm de diámetro, a 2.00 m de altura 82.0 cm de diámetro, a 7.58 m de altura 69.3 cm de diámetro, a 15.52 m de altura 59.8 cm de diámetro. Con altura total de 31.40 m. Como se muestra en la siguiente tabla e imagen.

Tabla 6 Ahusamiento promedio obtenido para fustes comerciales de Ormosia aff excelsa Benth (*huayruro)*

Alturas (m)	Puntos de eval.	Diámetro (m)
0.50		0.840
1.30	D.A.P.	0.830
2.00		0.820
7.58		0.693
15.52	Altura comercial	0.598



Figuras 4 Ahusamiento para un fuste comercial de Ormosia aff excelsa *Benth* (Huayruro)

AHUSAMIENTO POR CLASE DIAMÉTRICA DE *Ormosia aff excelsa Benth (*huayruro)

Para determinar el ahusamiento por cada clase diamétrica de *Ormosia aff excelsa* Benth *(*huayruro). Se tomó en cuenta el factor mórfico promedio de cada clase, tal como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7 Ahusamiento promedio por clase diamétrica de Ormosia aff excelsa Benth (huayruro)

Clase diamétrica (cm)	Abundancia (n)	SITIO	Árbol	Alturas (m)	Puntos de eval.	Diámetro (m)
10-19.99	25	3	53	1.3	D.A.P	0.165
				14.86	Altura comercial	0.098
20-29.99	16	1	40	1.3	D.A.P	0.226
				12.13	Altura comercial	0.149
30-39.99	27	2	34	1.3	D.A.P	0.333
				14.16	Altura comercial	0.203
40-49.99	30	1	84	1.3	D.A.P	0.442
				13.82	Altura comercial	0.254
50-59.99	35	1	33	1.3	D.A.P	0.597
				18.39	Altura comercial	0.430
60-69.99	23	2	61	1.3	D.A.P	0.660
				18.19	Altura comercial	0.428
70-79.99	19	3	13	1.3	D.A.P	0.797
				22.55	Altura comercial	0.493
80-89.99	29	1	86	1.3	D.A.P	0.830
				21.53	Altura comercial	0.557
90-99.99	19	3	18	1.3	D.A.P	0.929
				19.26	Altura comercial	0.695
100-mas	34	2	26	1.3	D.A.P	1.060
				19.33	Altura comercial	0.809

COMPARACIÓN DE FACTOR MÓRFICO POR ZONAS DE ESTUDIO

Para (Cancino, 2008), el crecimiento que experimentan los árboles dentro de una misma especie cuando se desarrollan en espesura, es muy distinto al que se produce cuando crecen aislados; del mismo modo, la calidad de estación o factores genéticos, entre otros afectan la forma del árbol. En los gráficos 1, 2 y 3 se observa como el factor mórfico en las 3 zonas de estudio tiende a decrecer conforme el árbol se va desarrollando desde la clase diamétrica 10 cm – 19.99 cm hasta la clase diamétrica 100 cm a más. Entonces para la especie *Ormosia aff excelsa Benth (*huayruro) no varía su tendencia por haber crecido en diferentes zonas, esto se atribuye a que se desarrollaron en los mismos tipos de bosques de terraza, pero es importante indicar que al ver los resultados de los gráficos antes mencionados por zonas se observa como el promedio del factor mórfico baja en la clase diamétrica 60 – 69.99 cm, esto se podría atribuir que en dicha clase diamétrica el árbol presenta aletas conforme va desarrollándose en diámetro y altura para luego estabilizarse y mantener la tendencia del factor mórfico.

Como los datos se tomaron de 3 zonas de estudio, entonces se procedió a comparar el factor mórfico, entre las zonas de estudio. El análisis de varianza (Tabla 8) reportó un p-valor (p = 2.081), mayor que el nivel de significancia (α = 0.05), indicando que existen evidencias estadísticas que permiten aceptar la hipótesis de que las zonas de estudio son iguales. Por lo tanto, se puede afirmar que no existen diferencias entre las zonas de estudio.

Tabla 8 Análisis de varianza del factor mórfico entre zonas

Fuente de variabilidad	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	Estadísticos de prueba		Nivel de significancia	
Tratamientos	2	0.005	0.003	F=3.522	p=2.081	0.05	No significativo
Error	19	0.025	0.001				
Total	21	0.030	0.004				

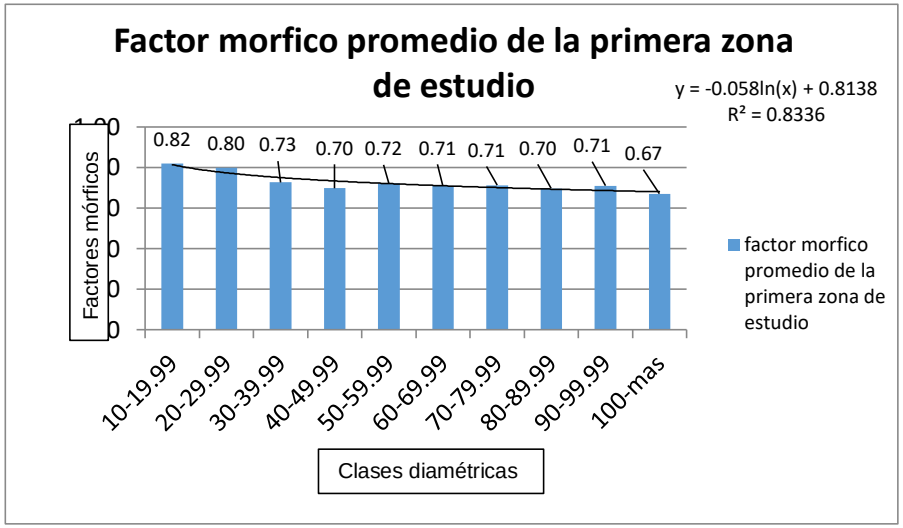


Gráfico 1 factor mórfico promedio de la primera zona de estudio

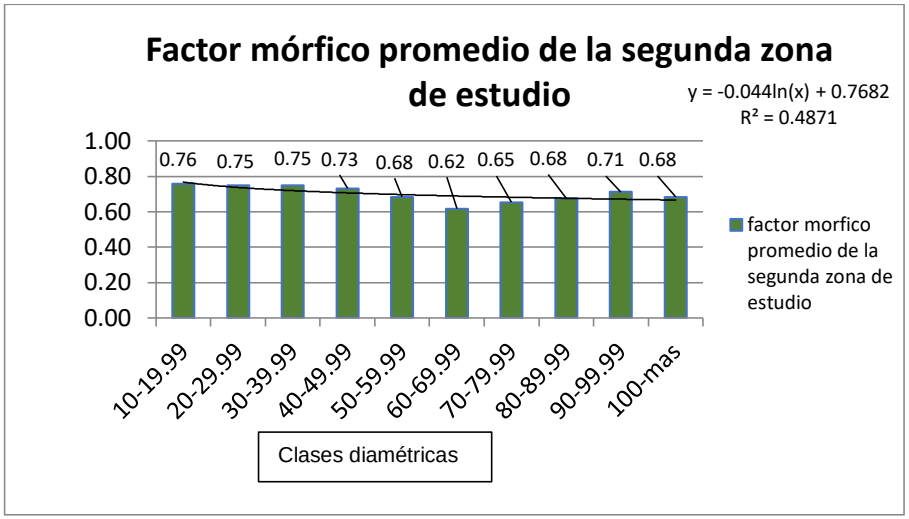


Grafico 2 factor mórfico promedio de la segunda zona de estudio

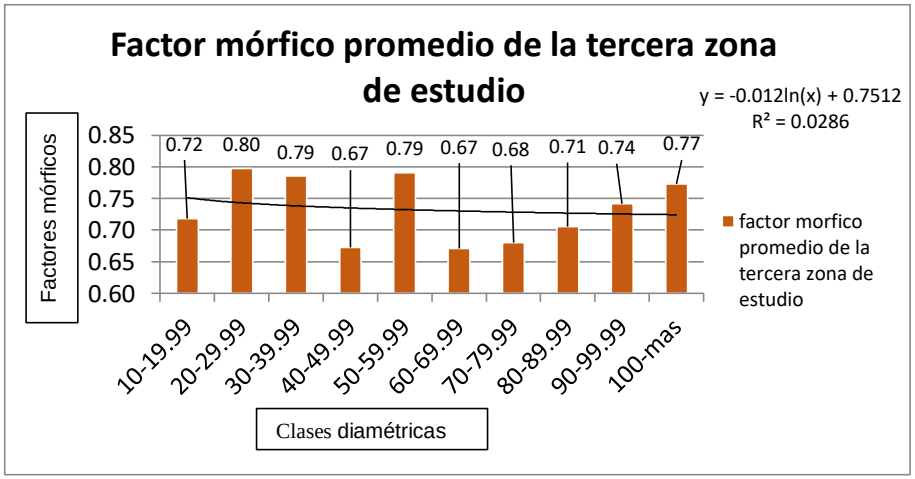


Grafico 3 factor mórfico promedio de la tercera zona de estudio

FACTOR MÓRFICO PROMEDIO DE LA ESPECIE

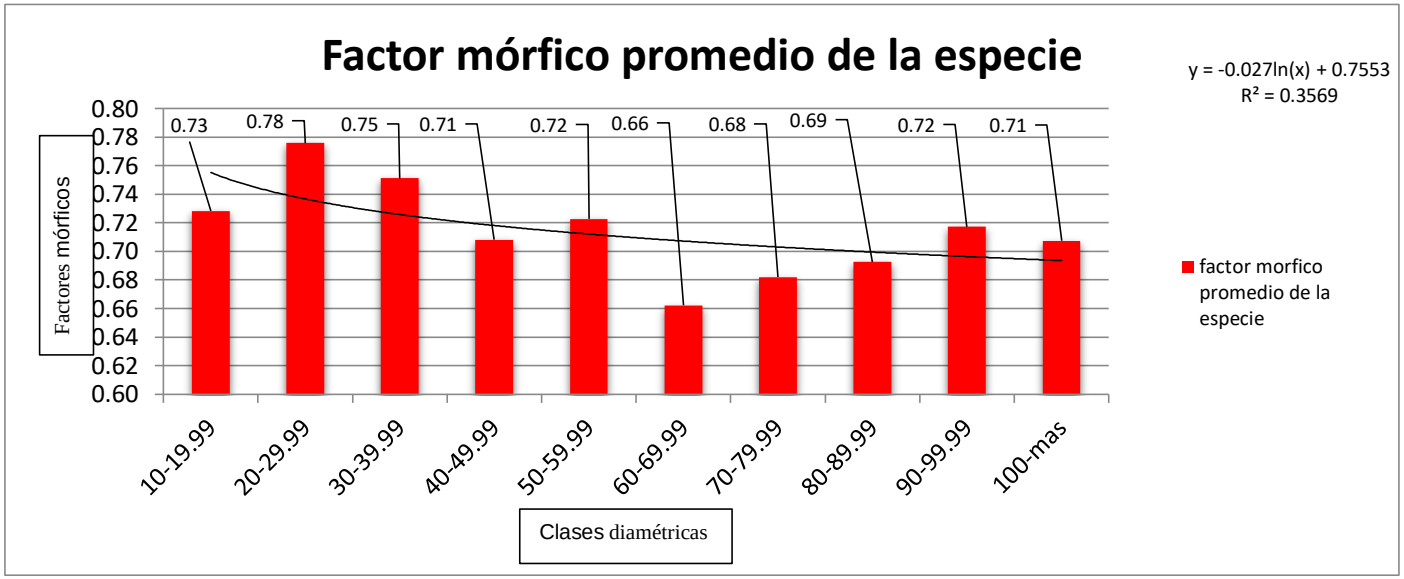


Grafico 4 factor mórfico de especie por clase diamétrica

En el grafico 4 se observa como el factor mórfico tiende a decrecer conforme el árbol se va desarrollando. Para (Lojan L. , 2005), el factor mórfico disminuye ligeramente con el aumento de diámetro y altura, para determinar el factor mórfico se obtiene mediante la relación del volumen del árbol con el volumen simulado como cilindro con el DAP del mismo fuste. Para calcular volúmenes en inventarios de árboles comerciales de *Ormosia aff excelsa* Benth *(Huayruro)*, el factor mórfico es 0.70.

COMPARACIÓN DE ALTURAS COMERCIALES POR ZONAS DE ESTUDIO

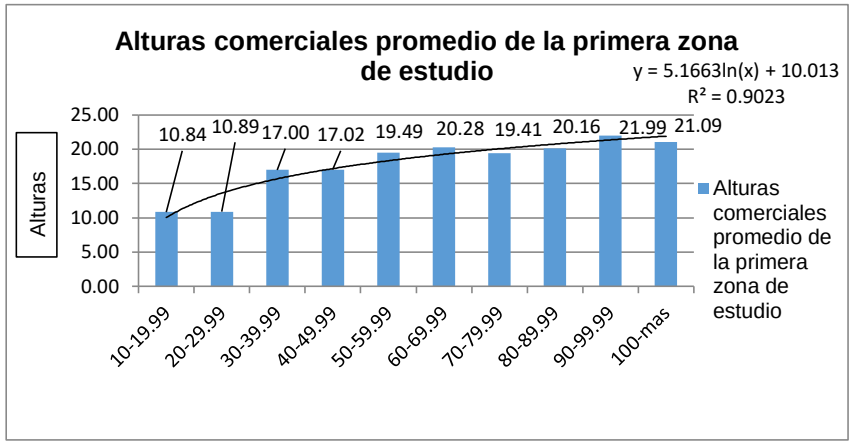


Grafico 5 alturas comerciales promedio de la primera zona de estudio.

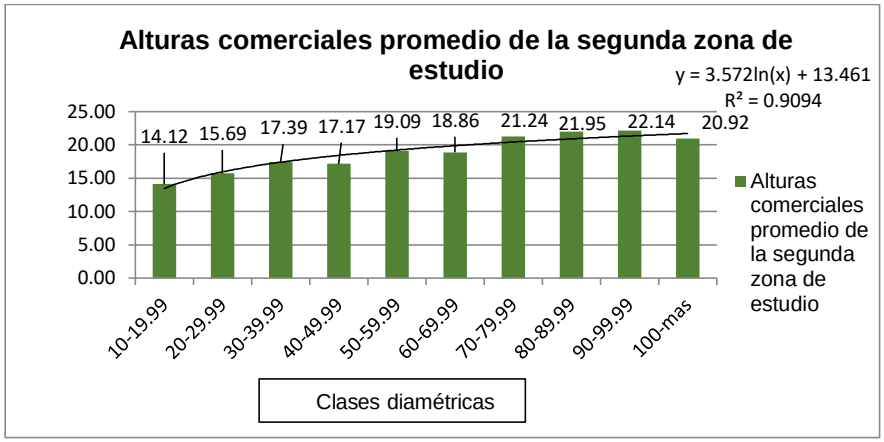


Grafico 6 alturas comerciales promedio de la segunda zona de estudio.

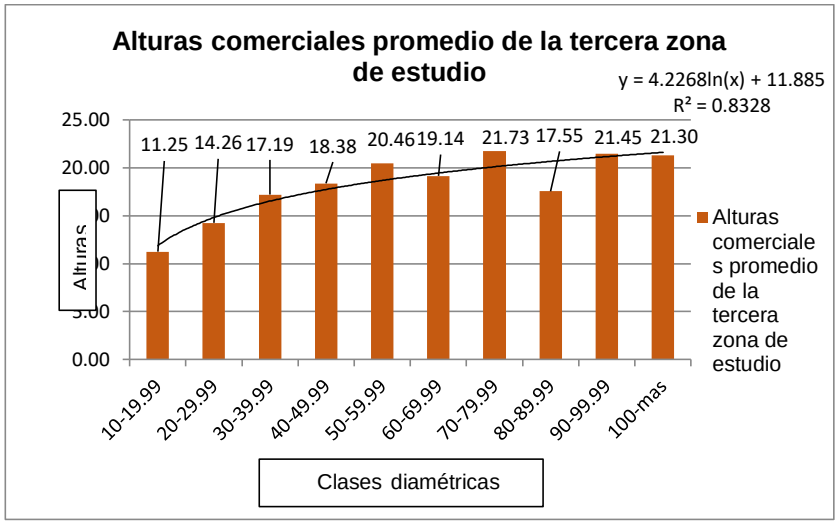


Grafico 7 alturas comerciales promedio de la segunda zona de estudio.

En los gráficos 5, 6 y 7 se observa las alturas comerciales por zonas de estudio, no varía su tendencia por haber crecido en diferentes zonas, esto se atribuye a que se desarrollaron en los mismos tipos de bosques de terrazas.

ALTURAS COMERCIALES PROMEDIO DE LA ESPECIE

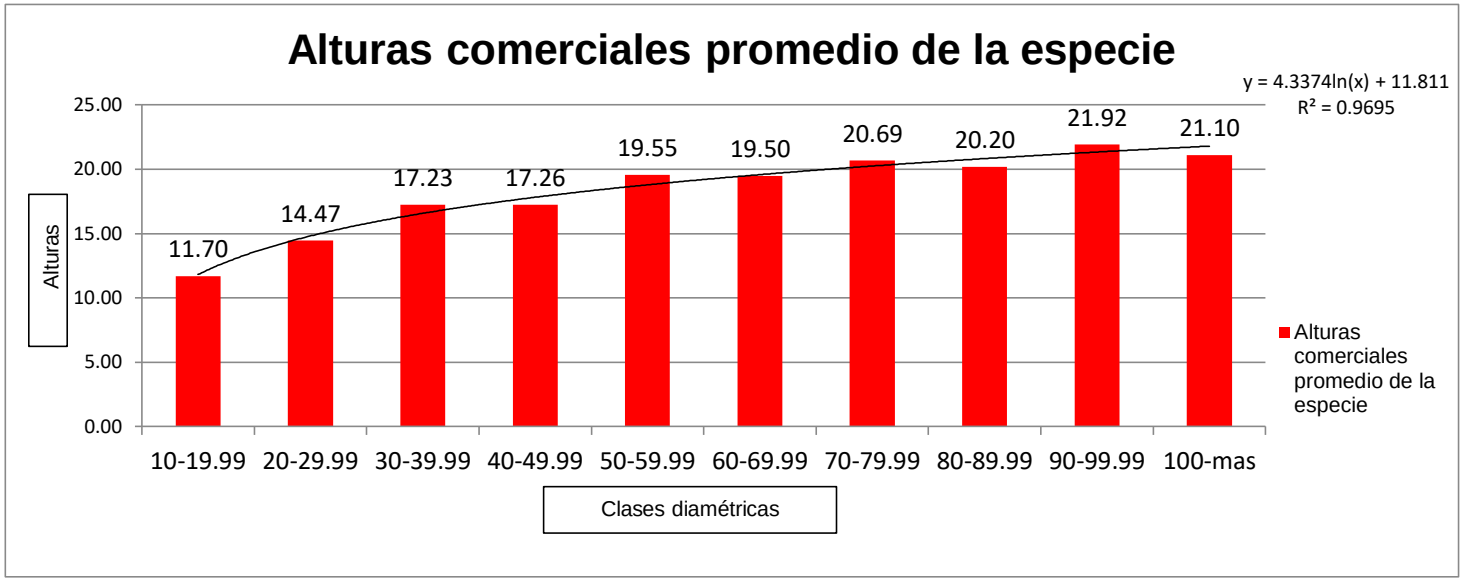


Grafico 8 alturas comerciales promedio por clase diamétrica de la especie.

En el gráfico 8 se observa con el aumento de diámetro, existe un incremento de altura, siendo el promedio de alturas de 11.70 m, 14.47 m, 17.23 m, 17.26 m, 19.55 m, 19.50 m, 20.69 m, 20.20 m, 21.92 m, 21.10 m en cada clase diamétrica respectivamente desde los 10 cm. Para esta relación (diámetro/altura), el valor R^2 en el gráfico se aproxima a 1, valor que da mayor confianza de la data procesada y que indica que esta relación es altamente significativa, siendo este incremento acelerado entre los 10 hasta los 60 cm y partir de 61 cm a más, el incremento se desacelera.

COMPARACIÓN DEL FACTOR MÓRFICO POR ZONA DE ESTUDIO Y DEL FACTOR MÓRFICO POR CLASE DIAMÉTRICA VERSUS FACTOR MÓRFICO PROMEDIO DE LA ESPECIE Y FACTOR MÓRFICO IMPUESTO POR LA AUTORIDAD FORESTAL.

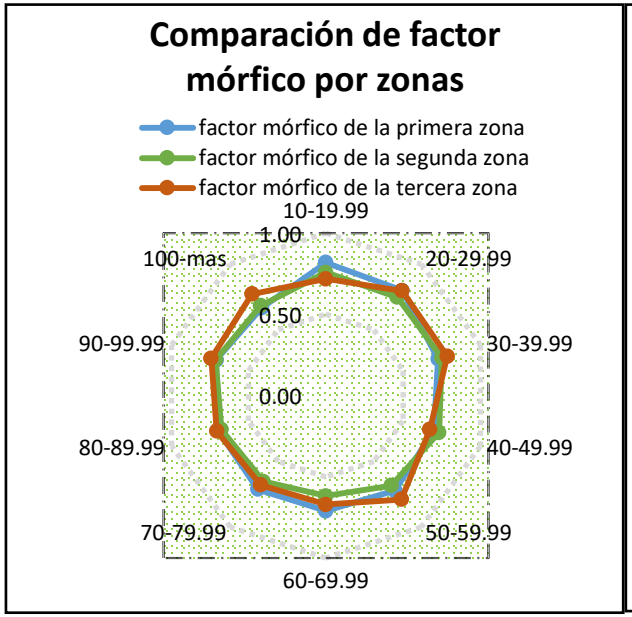


Grafico 9 comparación del factor mórfico por zonas de estudio.

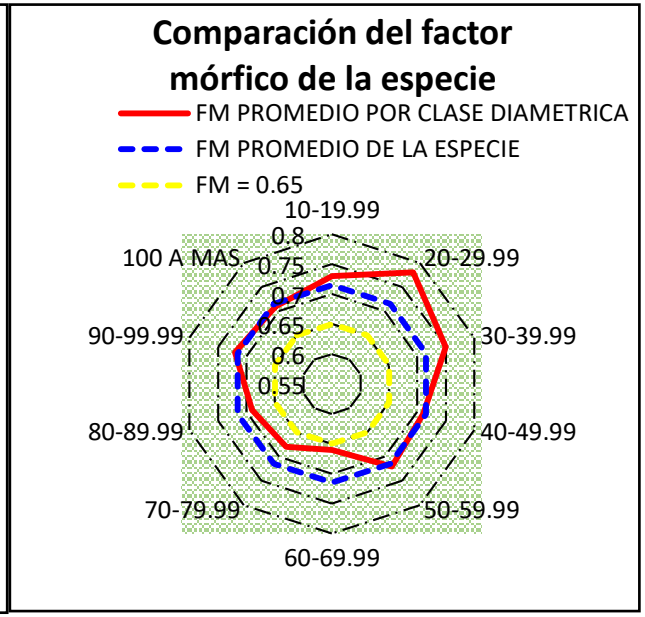


Grafico 10 Comparación de fm promedio de cada clase diamétrica con fm promedio de la especie (0.70) Y fm impuesto por la Autoridad Forestal (0.65).

En el Gráfico 9 se observa que los factores mórficos promedio en cada zona por clase diamétrica, guardan cierto grado de relación y semejanza. En el Gráfico 10 se observa como varía el factor mórfico por clase diamétrica, comparado con el factor mórfico promedio obtenido de la especie (0.70) y el factor mórfico impuesto por la Autoridad Forestal (0.65).

VALIDACIÓN DEL FACTOR MÓRFICO POR COMPARACIÓN DE VOLUMENES

Con factor mórfico obtenido promedio por clase diamétrica versus factor mórfico promedio de la especie (0.70)

Se procedió a comparar los volúmenes. El análisis de prueba de dos medias asociadas por par (Tabla 9) reportó un t Observado. (*t Obs* = 0.113), menor que el t Teórico (*t Teor* = 2.447), indicando que existen evidencias estadísticas que permiten aceptar la hipótesis de que los volúmenes son iguales. Por lo tanto, se puede afirmar que no existen diferencias entre los volúmenes calculados con factor mórfico promedio por clase diamétrica y factor mórfico promedio de la especie (0.70).

Tabla 9 Comparación de volumen con factor mórfico obtenido promedio por clase diamétrica versus volumen con factor mórfico promedio de la especie (0.70)

Clase diamétrica (cm)	Altura comercial promedio (m)	Diámetro Promedio (m)	Volumen (m3) promedio por CD	Volumen (m3) promedio de la especie	Diferencia
40-49.99	17.26	0.447	2.442	2.414	0.028
50-59.99	19.55	0.545	4.196	4.064	0.132
60-69.99	19.50	0.639	5.273	5.573	-0.301
70-79.99	20.69	0.753	8.003	8.213	-0.211
80-89.99	20.20	0.841	9.896	10.003	-0.107
90-99.99	21.92	0.940	13.891	13.559	0.333
100-mas	21.10	1.115	18.560	18.366	0.194
sumatoria			62.261	62.193	0.068
promedio			8.894	8.885	0.010
sum_cuad					0.313
SCd			0.312		
t Obs			**0.113**		
t Teor 0.975			**2.447**	AH°	
6 gl					

Con factor mórfico obtenido promedio por clase diamétrica versus factor mórfico Impuesto por la Autoridad Forestal (0.65)

Se procedió a comparar los volúmenes. El análisis de prueba de dos medias asociadas por par (Tabla 10) reportó un t Observado. (*t Obs* = 3.119), mayor que el t Teórico (*t Teor* = 2.447), indicando que existen evidencias estadísticas que permiten rechazar la hipótesis de que los volúmenes son iguales. Por lo tanto, se puede afirmar que existen diferencias entre los volúmenes calculados con factor mórfico promedio por clase diamétrica y factor mórfico impuesto por la Autoridad Forestal (0.65).

Tabla 10 Comparación de volumen con factor mórfico obtenido promedio por clase diamétrica versus volumen con factor mórfico impuesto por la Autoridad Forestal (0.65).

Clase diamétrica (cm)	Altura comercial promedio (m)	Diámetro Promedio (m)	Volumen (m3) promedio por CD	Volumen (m3) Impuesto por la Autoridad	Diferencia
40-49.99	17.26	0.447	2.442	2.242	0.201
50-59.99	19.55	0.545	4.196	3.774	0.422
60-69.99	19.50	0.639	5.273	5.175	0.097
70-79.99	20.69	0.753	8.003	7.627	0.376
80-89.99	20.20	0.841	9.896	9.289	0.608
90-99.99	21.92	0.940	13.891	12.590	1.301
100-mas	21.10	1.115	18.560	17.054	1.506
sumatoria			62.261	57.751	4.511
promedio			8.894	8.250	0.644
sum_cuad					4.700
SCd			1.793		
t obs			**3.119**		
t teor 0.975			**2.447**	RH°	
6 gl					

Con factor mórfico promedio de la especie (0.70) versus factor mórfico Impuesto por la Autoridad Forestal (0.65)

Se procedió a comparar los volúmenes. El análisis de prueba de dos medias asociadas por par (Tabla 10) reportó un t Observado. (*t Obs* = 4.183), mayor que

el t Teórico (*t Teor* = 2.447), indicando que existen evidencias estadísticas que permiten rechazar la hipótesis de que los volúmenes son iguales. Por lo tanto, se puede afirmar que existen diferencias entre los volúmenes calculados con factor mórfico promedio de la especie (0.70) y factor mórfico impuesto por la Autoridad Forestal (0.65)

Tabla 11 Comparación de volumen factor mórfico promedio de la especie (0.70) versus volumen con factor mórfico impuesto por la Autoridad Forestal (0.65).

Clase diamétrica (cm)	Altura comercial promedio (m)	Diámetro Promedio (m)	Volumen (m3) promedio de la especie	Volumen (m3) Impuesto por la Autoridad	Diferencia
40-49.99	17.26	0.447	2.414	2.242	0.172
50-59.99	19.55	0.545	4.064	3.774	0.290
60-69.99	19.50	0.639	5.573	5.175	0.398
70-79.99	20.69	0.753	8.213	7.627	0.587
80-89.99	20.20	0.841	10.003	9.289	0.715
90-99.99	21.92	0.940	13.559	12.590	0.968
100-mas	21.10	1.115	18.366	17.054	1.312
sumatoria			62.193	57.751	4.442
promedio			8.885	8.250	0.635
sum_cuad					3.786
SCd			0.967		
t obs			**4.183**		
t teor 0.975			**2.447**	RH°	
6 gl					

De los resultados que se muestran en las Tablas 9, 10 y 11, se puede ver claramente que al calcular el volumen total (**62.261 m3**) con el factor mórfico promedio por cada clase diamétrica frente al calcular el volumen total (**62.193 m3**) con el factor mórfico promedio de la especie no hay mucha diferencia significativa, lo que se pudo comprobar estadísticamente en las clases diamétricas de *Ormosia aff excelsa* Benth *(*huayruro*).* En cambio, sí hay diferencia significativa al calcular el volumen total (**57.751 m3**) con el factor mórfico impuesto por la Autoridad Forestal, siendo esta diferencia claramente de **4.442 m3**.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

1. El factor mórfico promedio obtenido para fustes comerciales de *Ormosia aff excelsa* Benth (Huayruro) en bosques de terrazas, distrito de Tahuania, Provincia de Atalaya y distrito de Masisea, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, es de **0.70**.
2. El factor mórfico promedio obtenido para fustes menores de 41 cm del D.M.C. hasta los 10 cm de *Ormosia aff excelsa* Benth (Huayruro), en bosques de terrazas, distrito de Tahuania, Provincia de Atalaya y distrito de Masisea, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali, es de **0.71**.
3. Aunque estadísticamente no hay diferencia, matemáticamente el factor mórfico promedio para cada clase diamétrica de *Ormosia aff excelsa* Benth (Huayruro*)*, es de 10 cm-19.99 cm **0.73**, de 20 cm-29.99 cm **0.78**, de 30 cm-39.99 cm **0.75**, de 40 cm-49.99 cm **0.71**, de 50 cm-59.99 cm **0.72**, de 60 cm-69.99 cm **0.66**, de 70 cm-79.99 cm **0.68**, de 80 cm-89.99 cm **0.69**, de 90 cm-99.99 cm **0.72**, de 100 cm a más **0.71**.
4. El ahusamiento promedio para fustes comerciales de *Ormosia aff excelsa* Benth (huayruro) en bosques de terrazas, distrito de Tahuania, Provincia de Atalaya y distrito de Masisea, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali es a 0.5 m de altura desde la base del árbol **84.0 cm** de diámetro, a 1.30 m de altura (DAP) **83.0 cm** de diámetro, a 2.00 m de altura **82.0 cm** de diámetro, a 7.58 m de altura **69.3 cm** de diámetro, a 15.52 m de altura **59.8 cm** de diámetro. con altura total de 31.40 m.
5. Para cada clase diamétrica estudiada, los valores encontrados de alturas comerciales promedio fueron: **11.70 m, 14.47 m, 17.23 m, 17.26 m, 19.55 m, 19.50 m, 20.69 m, 20.20 m, 21.92 m, 21.10 m**.
6. La utilización de un factor mórfico promedio y los valores promedios de alturas por clase diamétrica de *Ormosia aff excelsa* Benth *(*Huayruro*)*, ayudará a los usuarios del bosque, obtener un valor estimativo más próximo al del volumen real de la especie, lo cual permitirá una mejor planificación del aprovechamiento y del plan de negocio.

7. Debido a la presencia de una característica principal de la especie, que son presencia de aletas, las cuales se acentúan a mayores diámetros del árbol, se percibe una disminución ligera del valor del factor mórfico.
8. De acuerdo al estudio, existe una relación altamente significativa que demuestra a mayor clase diamétrica, mayor altura de los árboles, siendo esta tendencia acelerada desde los 10 a 60 cm y desacelerada desde 61 a más cm.

RECOMENDACIONES

Para efectos de inventarios forestales se recomienda utilizar el factor mórfico de **0.70** en fustes comerciales de *Ormosia aff excelsa* Benth *(Huayruro)*.

Para efectos de plantaciones forestales en las que se aprovechan de menores diámetros de fuste en postes y/o pilotes se recomienda utilizar el factor mórfico de **0.71** en fustes menores de 41 cm del D.M.C. hasta los 10 cm de *Ormosia aff excelsa* Benth (Huayruro).

Aplicar la trazabilidad de la madera en el bosque, con una buena capacitación en las mediciones de las trozas, es una herramienta que permitirá ajustar los valores de los factores de forma de las especies comerciales y los valores promedios de alturas comerciales para obtener volúmenes reales.

Recomendar el estudio de volúmenes de residuos por tocones, ramas, descartes de trozas por rajaduras, huecos, etc.; de las especies comerciales, para optimizar el aprovechamiento de nuestros bosques e incrementar su rentabilidad.

Bibliografía

Cancino, J. (25 de Agosto de 2008). *www.sibudec.cl/ebook/UDEC Dendrometria Basica.pdf*.

Clavo Peralta, M. (2017). *Constancia de muestra Botanica.* Pucallpa.

Corvalán, P., & Hernández, J. (2009). Factores y Coeficientes de Forma. *Apuntes de Dendrometria*, 1.

Corvalan, P., & Hernandez, J. (2010). Funciones de Ahusamiento. *Apuntes de dendrometria Universidad de Chile*, 8-12.

Diaz, E. J. (2014). *Edafologìa, Manual de Pràcticas.* Pucallpa: Universidad NAcional de Ucayali.

Dieguez , U., Barrio, M., Castedo, F., Ruiz, A., Alvarez, M., Alvarez, J., & Rojo, A. (2003). *Dendrometria.* Madrid, España: Mundi prensa.

Estremadoyro, J. (2014). *Determinacion del factor de forma o coeficiente morfico de manilkara bidentata (quinilla colorada) en el consolidado Otorongo provincia del Tahuamanu.* Puerto Maldonado.

Frias, A. (1994). Manual de dasometria. Cuba: Universidad Pinar del Rio.

Gonzalez Such, C. (2010). Pruebas no parametricas. *Grupo de Innovacion Eductiva Universitat de Valencia*, 1-5.

IFER. (2011). *Manual de Instrucciones para el uso del Programa análisis del fuste, version 0.35.* Republica Checa: IFER.

Isaza Echeverri, L. (2015). Comparación De Pruebas De Normalidad. *XXV Simposio Internacional de Estadística 2015*, 5-10.

Lojan, J. (2005). Volumenes Reales. *Forestal* , 12-23.

Lojan, L. (2005). *Maestria en manejo de recursos naturales RNA 820 manejo de la forestal comercial.*

Lopez, A. M., Barrios, A., & Trincado, G. (2015). Modelos de perfiles fustales con una estructura de error autorregresiva para plantaciones de Eucalyptus tereticornis en Colombia. *Madera y Bosques*.

Mejia, M. (2013). *Determinacion del factor de forma de gmelina (Gmelina arborea Roxb) en plantaciones de uno, dos y tres años de edad en la hacienda el vergel Canton Valencia provincia de los rios.* Ribamba, Ecuador.

Ojeda, W. (2000). Factor de Forma Preliminar para seis familias de especies forestales tropicales. *Revista Forestal del Perú*, 12-18.

Rubio Hurtado, M. J. (2012). Clasificacion de pruebas no parametricas y como aplicarlas. *Revista de Innovacion y Reserva en Educacion de la Universidad de Barcelona*, 5-13.

Sánchez, Y. (2012). *Elaboracion de tablas de volumenes y determinacion de factores de forma de las especies forestales: chuncho (Cedrelinga cateniformis), laurel (Cordia allidora), sangre de gallina (Otoba sp), ceibo (ceiba samauma) y canelo (Nectandra sp) en la provincia de.* Riobamba, Ecuador.

Tapia Barrera, J. J. (1998). *Ajuste de Ecuaciones de Volumen y funciones de Ahusamiento para Pinus teocote Schl. et.y Pinus pseudostrobus Lindlen le Estado de Nueva León.* Linares, Nuevo León.