

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL FACTOR MÓRFICO Y EL
AHUSAMIENTO DE LAS TROZAS DE TRES ESPECIES
FORESTALES DE LA ZONA DE PUCALLPA, UCAYALI - PERÚ"**

TESIS PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

ARMANDO TUESTA DA CRUZ

PUCALLPA – PERÚ

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

014/2020-UNU-FCFyA-CGT

En la ciudad de Pucallpa, siendo las 13:00 horas, del día martes 14 de enero del 2020 de acuerdo a lo dispuesto por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, los integrantes del Jurado Calificador nombrados por la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, conformada por los siguientes docentes:

- Ing. Mg. Gabriel Mercado Jáuregui (Presidente)
- Dra. Zenaída Estrada Tuesta (Miembro)
- Ing. M. Sc. Cesar Mori Montero (Miembro)

Se reunieron para proceder la evaluación de la tesis denominado: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL FACTOR MÓRFICO Y EL AHUSAMIENTO DE LAS TROZAS DE TRES ESPECIES FORESTALES DE LA ZONA DE PUCALLPA, UCAYALI-PERÚ”** Presentado por el bachiller de la escuela profesional de ingeniería Forestal: **ARMANDO TUESTA DA CRUZ**, Asesorado por el **Dr. MANUEL IVAN SALVADOR CARDENAS**, Después de finalizado la sustentación se procedió a la formulación de preguntas por parte del jurado evaluador, las cuales fueron absueltas por el sustentante, en consecuencia la tesis fue aprobado por UNANIMIDAD, recomendándose la publicación, quedando expedito para el otorgamiento del Título profesional de Ingeniero Forestal .

A las 14:15 horas se dio por concluido el acto académico, firmando los miembros en señal de conformidad.

.....
Ing. Mg. Gabriel Mercado Jáuregui
PRESIDENTE

.....
Dra. Zenaída Estrada Tuesta
MIEMBRO

.....
Ing. M. Sc. Cesar Mori Montero
MIEMBRO

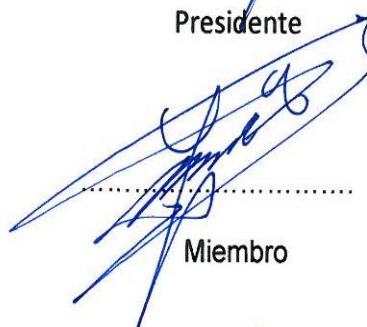
ACTA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue sometida a consideración para su aprobación ante el jurado evaluador de la facultad de Ciencias Forestales y Ambientales integrado por los siguientes catedráticos

Ing. Mg. Gabriel Mercado Jáuregui


.....
Presidente

Dra. Zenaida Estrada Tuesta


.....
Miembro

Ing. M. Sc. Cesar Mori Montero


.....
Miembro

Dr. Manuel Ivan Salvador Cárdenas


.....
Asesor

Bach. Armando Tuesta Da Cruz


.....
Tesisista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N°045-2020

La Dirección General de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis), titulado:

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL FACTOR MÓRFICO Y EL AHUSAMIENTO DE LAS TROZAS DE TRES ESPECIES FORESTALES DE LA ZONA DE PUCALLPA, UCAYALI - PERÚ.

Cuyo autor (es) : TUESTA DA CRUZ, ARMANDO
Facultad : CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional : INGENIERIA FORESTAL
Asesor : Dr. SALVADOR CARDENAS, MANUEL IVAN

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 04%**.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 29/01/2020



REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, ARMANDO TUESTA DA CRUZ

Autor de la TESIS titulada:

"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL FACTOR MORFICO Y EL ABUSAMIENTO DE LAS TROZAS DE TRES ESPECIES FORESTALES DE LA ZONA DE PUCALLPA, UCAYALI - PERÚ."

Sustentada el año: 2020

Con la asesoría de: DR MANUEL IVÁN SALVADOR CÁRDENAS

En la Facultad de: CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

Carrera Profesional de: INGENIERÍA FORESTAL

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas.

Tercero: Autorizo la publicación,



Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio)



Parcial (significa que solo la caratula, la dedicatoria y el resumen en PDF será compartido en el repositorio)

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 23 / 01 / 2020

Email: armandotuesta23@gmail.com

Firma:

Teléfono: 961026454

DNI:

80032032

DEDICATORIA

**A Dios nuestro señor, por darme
salud, vida y guiar mi existencia.**

**A la memoria de los autores
de mis días Jesús Tuesta Sánchez
y Amelia Da Cruz Bardales, quienes
hicieron de mí una persona de
bien, con principios morales muy
sólidos.**

**Con el amor y el cariño más grande
del mundo a mis hijos Diego
Fernando y Diana Carolina, de igual
manera a Gina Inés Grandez Arce, mi
esposa.**

**A mi Alma Mater, por
acogerme en su seno y
formarme profesionalmente.**

AGRADECIMIENTO

El autor testimonia su agradecimiento a las siguientes personas:

Al Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas, asesor de la presente tesis, por su apoyo incondicional y dedicación permanente hasta la culminación del presente trabajo de investigación.

Al Perito Forestal Wiston Vásquez Arévalo, por haber sido mi compañero de estudios y por apoyarme en la toma de datos de la presente tesis.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, por brindarme sus conocimientos y haber contribuido en mi formación profesional.

A todas las personas que de una u otra manera han colaborado con la ejecución del presente estudio.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACION.....	3
1.1. Formulación del problema.....	3
1.2. Justificación.....	4
1.3. Objetivos de la Investigación.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Antecedentes del problema.....	7
2.1.1. Antecedentes de factor mórfico y ahusamiento de las especies.....	7
2.2. Fundamento teórico del problema.....	8
2.2.1. Aspectos generales de las especies.....	8
2.2.2. Madera en rollo.....	15
2.2.3. Forma de &boles o trozas.....	16
2.2.4. Factores y coeficientes de forma.....	17
2.2.5. Ahusamiento del fuste.....	18
2.2.6. Factores que influyen en ahusamiento y forma.....	21
2.3. Definición de términos básicos.....	23
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
3.1. Método de investigación.....	25
3.2. Población y muestra.....	25
3.3. Instrumentos de recolección de datos.....	26
3.4. Procedimiento de recolección de datos.....	26
3.4.1. Selección de trozas.....	26
3.4.2. Medición de las trozas.....	26
3.4.3. Volumen del cilindro.....	27
3.5. Procesamiento de datos.....	27
3.5.1. Determinación del factor mórfico de las trozas.....	27
3.5.2. Determinación del ahusamiento de las trozas.....	27
3.6. Tratamiento de datos.....	28
3.6.1. Factor mórfico de trozas.....	28
3.6.2. Ahusamiento o conicidad de trozas.....	28

3.6.3. Relación entre el diámetro mayor y el factor mórfico.....	28
3.6.4. Relación entre el diámetro mayor y el ahusamiento.....	28
3.6.5 .Relación entre el factor mórfico y el ahusamiento.....	29
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	30
4.1. Factor mórfico de las trozas de tres especies forestales.....	30
4.2. Ahusamiento de las trozas de tres especies forestales.....	33
4.3. Relación entre el diámetro mayor y el factor mórfico de las trozas.....	35
4.4. Relación entre el diámetro mayor y el ahusamiento de las trozas.....	37
4.5. Relación entre el factor mórfico y el ahusamiento de las trozas.....	40
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
5.1. Conclusiones.....	44
5.2. Recomendaciones.....	45
BIBLIOGRAFÍA.....	46
ANEXOS.....	51

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Resumen del factor mórfico de las trozas de tres especies forestales.....	30
Tabla 2. Resumen del análisis de varianza del factor mórfico de las trozas de tres especies forestales.....	31
Tabla 3. Resumen de la prueba de Tukey del factor mórfico.....	31
Tabla 4. Resumen del ahusamiento de las trozas de tres especies forestales.....	33
Tabla 5. Resumen del análisis de varianza del ahusamiento de las trozas de tres especies forestales.....	34
Tabla 6. Resumen de la prueba de Tukey del ahusamiento (cm/m).....	34
Tabla 7. Relación entre el diámetro mayor y el factor mórfico de las trozas de tres especies forestales.....	36
Tabla 8. Relación entre el diámetro mayor y el ahusamiento de las trozas de tres especies forestales.....	38
Tabla 9. Relación entre el factor mórfico y el ahusamiento de las trozas de tres especies forestales.....	40

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Diferentes formas de trozas.....	15
Figura 2. Formas geométricas o tipos dendrómetros.....	16
Figura 3. Mediciones por el método alternativo.....	19
Figura 4. Factor mórfico de trozas de tres especies forestales.....	30
Figura 5. Ahusamiento de las trozas de tres especies forestales.....	33
Figura 6. Relación entre el diámetro mayor y el factor mórfico de las trozas de catahua amarilla.....	36
Figura 7. Relación entre el diámetro mayor y el factor mórfico de las trozas de copaiba.....	36
Figura 8. Relación entre el diámetro mayor y el factor mórfico de las trozas de shihuahuaco.....	37
Figura 9. Relación entre el diámetro mayor y el ahusamiento de las trozas de catahua amarilla.....	38
Figura 10. Relación entre el diámetro mayor y el ahusamiento de las trozas de copaiba.....	38
Figura 11. Relación entre el diámetro mayor y el ahusamiento de las trozas de shihuahuaco.....	39
Figura 12. Relación entre el factor mórfico y el ahusamiento en trozas de catahua amarilla.....	41
Figura 13. Relación entre el factor mórfico y el ahusamiento de las trozas de copaiba.....	41
Figura 14. Relación entre el factor de forma y el ahusamiento de las trozas de shihuahuaco.....	42

RESUMEN

El presente trabajo tuvo por finalidad de determinar los valores del factor mórfo y ahusamiento de la madera a nivel de trozas de las especies *Hura crepitans* L. (catahua amarilla), *Copaifera officinalis* (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco); así como la correlación con el diámetro mayor de las trozas. El método de investigación aplicado fue de tipo experimental y correlacional, para el estudio se seleccionaron aleatoriamente, 90 trozas de catahua amarilla, 77 de Copaiba y 68 de shihuahuaco. Para determinar la existencia de diferencias significativas entre el factor mórfo y el ahusamiento de las trozas de las tres especies forestales, se realizaron análisis de variancias de un factor (ANVA1) y para determinar la existencia de una relación entre el diámetro, factor mórfo y el ahusamiento, se realizaron análisis de correlación y regresión.

Los resultados ponen en evidencia que el factor mórfo de las trozas son diferentes en las tres especies forestales, las de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Shihuahuaco), presento un $ff=0.91$, la *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba) un $ff = 0.90$ y las de *Hura crepitans* L. (Catahua amarilla) un $ff = 0.85$. El ahusamiento de las trozas también son diferentes en las tres especies, en Catahua amarilla el diámetro se reduce de la base al ápice a razón de 2.69 cm/m; en shihuahuaco de 1.76 cm/m y en Copaiba de 1.24 cm/m. En la relación diámetro mayor - factor mórfo, se encontró para Catahua amarilla una relación altamente significativa, en la Copaiba una relación significativa y en Shihuahuaco no se encontró relación significativa. En la relación diámetro mayor - ahusamiento, se encontró en las tres especies forestales, la existencia de una relación altamente significativa. En la relación del factor mórfo ahusamiento se encontró que existe una relación altamente significativa, en las tres especies forestales.

Palabras claves: Factor de forma, conicidad, ahusamiento, forma de trozas.

ABSTRACT

The purpose of this work was to determine the values of the morphic factor and taper of the wood at log level of the species *Hura crepitans* L. (yellow catahua), *Copaifera officinalis* (Copaiba) and *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco) ; as well as the correlation with the largest diameter of the logs. The applied research method was experimental and correlational, for the study, 90 pieces of yellow catahua, 77 of Copaiba and 68 of shihuahuaco were randomly selected. To determine the existence of significant differences between the morphic factors and the taper of the log of the three forest species, analyzes of one-factor variance (ANVA1) were performed and to determine the existence of a relationship between the diameter, morphic factor and the tapering, correlation and regression analyzes were performed.

The results show that the morphic factor of the logs are different in the three forest species, those of *Dipteryx odorata* (Aubl) Willd (Shihuahuaco), presented an $ff = 0.91$, the *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba) an $ff = 0.90$ and those of *Hura crepitans* L. (Yellow Catahua) a $ff = 0.85$. The taper of the logs are also different in the three species, in yellow Catahua the diameter is reduced from the base to the apex at a rate of 2.69 cm l m; in 1.76 cm l m shihuahuaco and 1.24 cm l m in Copaiba. In the larger diameter - morphic factor ratio, a highly significant relationship was found for Catahua yellow, a significant relationship in Copaiba, and no significant relationship was found in Shihuahuaco. In the greater diameter - taper relationship, the existence of a highly significant relationship was found in the three forest species. In the relation of the morphic factor - tapering it was found that there is a highly significant relationship, in the three forest species.

Keywords: Form factor, taper, taper, log shape.

INTRODUCCION

Los bosques naturales han beneficiado mucho al país y al mundo entero, ofreciendo valiosos recursos, ayudando al desarrollo social, ambiental y económica; las mismas van en decremento y contrariamente causando mayor demanda y consumo de productos maderables. Esta demanda solo se puede satisfacer mediante un buen manejo sostenible adecuado de los bosques y de las plantaciones, a pesar que en el Perú poco se ha avanzado en materia de plantaciones forestales.

Un buen manejo sostenible de los bosques naturales, aunque mínimamente de las especies forestales más comerciales del Perú, estableciendo mínimamente la posibilidad de corta anual a nivel nacional, regional y local, el abordar una estrategia nacional, que asegure la recuperación y sostenibilidad de la especie. Centrándonos particularmente en hacer una investigación dasométrica para determinar la mejor combinación de variables y parámetros dendrométricos conducentes a mejorar la estimación del volumen de los árboles de las especies más comerciales del país.

Las ecuaciones de volumen son utilizadas para estimar el volumen de un árbol en base a algunas variables de fácil medición en el campo, siendo estas el DAP (diámetro a la altura del pecho) y la altura de fuste, generalmente, además se desea adicionar a esta combinación de variables como el factor morfico, el cual ayudaría a tender un cálculo más exacto del volumen del fuste o de la troza. La ecuación de volumen es una herramienta fundamental para estimar las existencias en los bosques y en patio de trozas, por ello se puede convertir en un punto clave para la toma de decisiones en la gestión forestal, ya que los bosques, especialmente con especies comerciales, son valorados económicamente en función del volumen de madera que producen. De igual forma, el disponer de estas ecuaciones que estiman valores precisos de volumen es vital para el manejo forestal.

La finalidad del presente trabajo fue estimar el factor mórfico, el ahusamiento a nivel de trozas que permitan estimar el volumen neto de madera de las especies forestales *Hura crepitans* L. (catahua amarilla), *Copaifera officinalis* (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco), que se encuentran en los patios de trozas de los aserraderos de Pucallpa

Actualmente, no existen estudios sobre la estimación de los factores de forma y ahusamiento a nivel de trozas de ninguna especie, a pesar que la forma de las trozas son diferentes dentro de un individuo arbóreo y entre especies. El conocimiento de estos parámetros dasométricos permitirá estimar el factor de aserrío por la forma de las trozas y por especies forestales.

CAPITULO I

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1.1. Formulación del problema

En la región de Ucayali existen grandes superficies de bosques naturales de producción, muy heterogéneas en especies forestales, generando un volumen maderable anual del orden de los 360,000 m³, constituyéndose en la principal fuente de materia prima y que mediante su aprovechamiento y transformación constituye la principal fuente de ingresos para los Industriales madereros de la región.

La mayoría de estudios definen caracteres como la forma de los fustes, el crecimiento, la adaptabilidad, y la resistencia a plagas y enfermedades, dado que están relacionados con la calidad de la madera en fustes de los arboles (Zobel y Talbert, 1988). El fuste expresa como los factores ambientales y el potencial genético o heredabilidad, y como su interacción, modifican la morfología de un árbol en el sitio ([Chambel et al., 2005](#)). Por ello, el estudio de las trozas y la estimación de su volumen se pueden realizar mediante procedimientos matemáticos y estadísticos convenientes, como los factores de forma y los modelos de ahusamiento. El primer método valora una constante de forma mediante la relación del volumen del árbol con un sólido geométrico de revolución, que contenga el mismo diámetro y longitud. El segundo evalúa el coeficiente de estrechamiento del diámetro a lo largo la troza.

Por consiguiente, el estudio de los fustes de los arboles es relevante dado que los más cilíndricos al momento de aserrar sus trozas tienen rendimiento mayor de escuadría, contribuyendo a la ganancia económica, sobre todo cuando se abastecen mercados diferenciados con productos de distinta calidad y dimensión (Zavala, 1996; Quirós et al., 2005)

La actividad económica a la que está dedicada directa o indirectamente la mayor parte de la población en la región Ucayali es la producción de madera, debido a ello, gran cantidad de industrias de transformación de madera se encuentran asentados en la ciudad de Pucallpa, ya sea a orillas del río Ucayali, la quebrada Manantay o la carretera Federico Basadre. La principal actividad de la gran mayoría de industriales madereros de la región Ucayali es sin duda la producción de madera aserrada a partir de la madera rolliza en forma de trozas puesta en planta y les preocupa el factor de forma y el ahusamiento de la materia prima, para que a partir de allí pueda proyectar el beneficio económico que obtendrá al aprovechar la madera rolliza

Ante tales hechos, hubo la necesidad de realizar los estudios necesarios para determinar el factor mórfico y el ahusamiento de la madera en trozas por especie, en las condiciones de la industria actual. Con el presente trabajo se pretendió resolver las siguientes interrogantes:

¿El factor mórfico y el ahusamiento de las trozas de las especies *Hura crepitans* L. (catahua amarilla), *Copaifera officinalis* (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco) difieren significativamente dentro de la misma especie y entre especies?

¿Existirá una relación significativa entre el diámetro mayor, el factor mórfico y el ahusamiento de las trozas de las especies forestales *Hura crepitans* L. (catahua amarilla), *Copaifera officinalis* (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco)?

1.1.2. Justificación

Tomando en cuenta lo enunciado por (Zavala, 1996) y (Quirós et al., 2005) en que los fustes de los arboles es relevante dado que los más cilíndricos al momento de escuadrar sus trozas tienen rendimiento mayor de escuadría, contribuyendo a la ganancia económica, sobre todo cuando se abastecen mercados diferenciados con productos de

distinta calidad y dimensión, se hace necesario a nivel de trozas, poner en evidencia la variabilidad del factor mórfico así como el ahusamiento de las trozas de la especie *Hura crepitans* L. (catahua amarilla), *Copaifera officinalis* (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco).

Los principales aportes obtenidos en el presente trabajo de investigación, fue poner en evidencia los factores mórficos y ahusamiento a nivel de trozas en las tres especies forestales, así mismo se determinaron la existencia de diferencias significativas entre los factores mórficos y ahusamiento de las tres especies forestales. De igual forma se establecieron relaciones entre el diámetro mayor, factor mórfico y ahusamiento de las trozas por especie forestal.

Los resultados de la presente información permitirán a los extractores de madera rolliza y a los industriales madereros estimar el rendimiento en la conversión a los diferentes productos forestales de transformación primaria de la madera rolliza en función del factor mórfico o ahusamiento de las trozas. Así mismo los resultados ponen en evidencia que los factores mórficos y ahusamientos de las trozas son diferentes entre especies forestales, además incrementará la información en cuanto al factor mórfico y ahusamiento a nivel de trozas

1.1.3. Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Determinar los valores del factor mórfico y ahusamiento de la madera a nivel de trozas de las especies forestales, *Hura crepitans* L. (catahua amarilla), *Copaifera officinalis* (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco).

Objetivos Específicos

- Determinar los valores del factor mórfico de la madera a nivel de trozas de las especies forestales *Hura crepitans* L. (catahua

amarilla), *Copaifera officinalis* (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco).

- Determinar los valores del ahusamiento de la madera a nivel de trozas de las especies forestales *Hura crepitans* L. (catahua amarilla), *Copaifera officinalis* (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco).
- Determinar la relación entre las variables diámetro mayor y el factor mórfico de la madera en trozas de las especies forestales *Hura crepitans* L. (catahua amarilla), *Copaifera officinalis* (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco).
- Determinar la relación entre las variables diámetro mayor y el ahusamiento de la madera en trozas de las especies forestales *Hura crepitans* L. (catahua amarilla), *Copaifera officinalis* (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco).
- Determinar la relación entre las variables factor mórfico y ahusamiento de la madera en trozas de las especies forestales *Hura crepitans* L. (catahua amarilla), *Copaifera officinalis* (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco).

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. Antecedentes de factor mórfico y ahusamiento de las especies

(INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS NATURALES – INRENA, 2003) mediante Resolución Jefatural N° 109-2003-INRENA, estableció que: el factor de forma 0.65 sea utilizado para el cálculo del volumen comercial (V_c) del fuste de los aboles, en todo el país. (Reynaga Maximiliano, 2013) manifiesta también que para calcular el volumen de los fustes se debe utilizar el factor de forma 0.65

(Ovalle David, 2008) en su tesis denominado "Determinación del factor de forma de *Dipteryx micrantha* Harms (Shihuahuaco) en el Consolidado Otorongo - Provincia de Tahuamanu", encontró un coeficiente mórfico promedio de 0.79. Lo que indica una reducción del diámetro a lo largo del fuste en un 21.4%. Además el coeficiente mórfico puede variar en el rango de 0.3 a 1, siendo uno de los índices que representan la forma del árbol.

El mismo autor encontró que el valor promedio de ahusamiento de los fustes del árbol de shihuahuaco es de 1.30 cm/m, es decir que la reducción promedio del fuste en *Dipteryx micrantha* Harms es 1.30 cm por cada metro. Así mismo los ahusamientos por clase diamétrica de los fustes fueron:

De 63.5 - 80.5 cm tiene una reducción de 0.99 cm/m

De 80.5 - 97.5 cm tiene una reducción de 1.11 cm/m

De 97.5 - 114.5 cm tiene una reducción de 1.35 cm/m

De 114.5 - 131.5 cm tiene una reducción de 1.61 cm/m

De 131.5 - 148.5 cm tiene una reducción de 1.32 cm/m

De 148.5 - 165.5 cm tiene una reducción de 2.33 cm/m, y

De 182.5 - 199.5 tiene un ahusamiento de 2.39 cm/m.

Se observa que a mayor clase diamétrica se tiene un aumento en el ahusamiento.

(Ling O. y Salvador M. I., 2010) determinaron la conicidad (ahusamiento) de las trozas de *Dipteryx* sp. (shihuahuaco) cuyo valor fue 1.37 cm/rn, lo que indica que las trozas presentaron formas casi cilíndricas

(Ruiz Essber, 2007) en su tesis denominado “Elaboración de una ecuación de volumen para un bosque de terrazas altas en el Codo del Pozuzo, Puerto Inca, Huánuco” determinó 0.746 como factor de forma promedio para los fustes de los árboles de *Copaifera* sp. (copaiba).

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA

2.2.1. Aspectos generales de las especies

a) Especie catahua amarilla

(CONSORCIO EXPORTADOR DE MADERAS DE UCAYALI – CEMU, 2017) realizó una descripción de la catahua amarilla:

Nombres y familia

NOMBRE INTERNACIONAL: Assacú, Mura, Acacu, Possu.

NOMBRE CIENTIFICO: *Hura crepitans* L.

NOMBRE COMUN: Catahua.

FAMILIA: EUPHORBIACEAE.

Procedencia

Distribuido en los departamentos de Loreto (Iquitos, Yurimaguas), Huánuco (Tingo María), Ucayali (Pucallpa), San Martín (Talapoto). Se encuentra en las formaciones ecológicas de bosque muy húmedo premontano tropical (bmh-PT) y bosque húmedo tropical (bh-T), se desarrolla en suelos húmedos bien drenados y arcillosos. Alcanza los 900 m.s.n.m. asociada con *Swietenia macrophylla* (Caoba), *Cedrela odorata* (Cedro), *Aspidosperma vargassi* (Quillobordon), *Virola sebifera* (Cumala).

Descripción del árbol en pie

En condición favorable alcanza alturas de de 27 a 39m con un tronco limpio de 12 a 23 m. El DAP es de 0.80 a 1.50 m. Al tumbar el árbol es preciso quitar un anillo de la corteza, para prevenir la salpicadura de látex que es altamente irritante para los ojos.

Descripción de la madera

Color: El duramen fresco es de color crema o marrón claro, cuando seco se vuelve de color crema a marrón amarillento pálido. La albura es blanca amarillenta, la cual no se diferencia claramente del duramen.

Brillo: Alto.

Grano: Generalmente entrecruzado, puede ser recto también.

Textura: Fina.

Veteado: Ausente.

Propiedades físicas

Densidad Básica: 0.41 gr/cm³

Contracción Volumétrica: 9.0 %

Relación T/R: 2.10

Contracción Tangencial: 5.81 %

Contracción Radial: 3.43 %

Propiedades mecánicas

Módulo de Elasticidad en flexión: 68.0 tn/cm²

Módulo de Ruptura en flexión: 401.0 kg/cm²

Compresión Paralela: 126.0 kg/cm²

Compresión Perpendicular: 28.0 kg/cm²

Corte paralelo a las Fibras: 51.0 kg/cm²

Dureza de lados: 236.0 kg/cm²

Tenacidad: 2.0 kg-m

Características de la troza

Diámetro: 1.20 m.

Forma: Básicamente cilíndrica recta.

Defectos: Rajadura en los radios.

Conservación: Mantener la troza en el patio húmedo.

Aserrió y secado

Es de fácil aserrió y de buen comportamiento a la trabajabilidad cuando seca. La falta de un corte limpio y el grano quebrado y desprendido son defectos que se encuentran generalmente. En maderas que tienen grano entrecruzado se presentan defectos como grano arrancado. Toma bien la pintura y encola bien. Esta madera se considera moderadamente difícil para secar al aire. Se recomienda programa de secado fuerte, tiempo de exposición 45 horas para secar de 67% a 12% CH. Calidad de secado A. Defectos grietas.

Durabilidad natural y usos

Durabilidad natural: Esta especie es generalmente durable o moderadamente durable con respecto a la pudrición blanca, medianamente durable en relación a la pudrición marrón. Susceptible al ataque de termitas e insectos de madera seca.

Preservación: Tiene una buena impregnabilidad de preservantes. Se recomienda el tratamiento de vacío a presión con sal CCA.

Usos: Cajonería, revestimientos interiores, chapas y contrachapados, mueblería barata y ebanistería, embalaje de productos perecibles, triplay donde se requiere una madera liviana y fácil de trabajar

b) Especie copaiba

(INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACION AGRARIA – INIA, 1999) realizó una descripción de esta especie.

ESPECIE *Copaifera officinalis*

FAMILIA Fabaceae-Caesalpinioideae **SINONIMIA:** *Copaifera jacquini* Desf; *Copaiba officinalis* Adans.; *Copaiva officinalis* Jacq.

NOMBRES COMUNES Perú: copaiba. Venezuela: aceite, aceite cabimo, cabima, cabimbo, currucay, maramo, palo de aceitillo, palo de aceite. Colombia: copaiba. Ecuador: copaiba.

NOMBRE COMERCIAL INTERNACIONAL: Copaiba

Características de la especie

Distribución Geográfica: En base a literatura y reportes de herbario, la especie se encuentra en los departamentos de Loreto y Ucayali, entre 0 y 500 msnm. La especie existe en cantidades regulares en la amazonía del Perú.

Árbol: Alcanza 30 m de alto y 60 cm de diámetro. Copa de color verde oscuro, brillante. La corteza superficial del tronco es de color amarillo olivo a castaño grisáceo, de apariencia lisa. Corteza viva de color amarillo; exuda una sustancia aceitosa, resinosa, cristalina, abundante.

Características de la madera

- **Color:** El tronco recién cortado presenta las capas externas de la madera (albura) de color beige y las capas internas (duramen) de color castaño rojizo con vetas oscuras, observándose entre ambas capas un gran contraste en el color. En la madera seca al aire la albura se torna de color blanco rosáceo HUE 8/2 7.5YR y el duramen rojo amarillento HUE 5/6 5YR, con vetas oscuras aceitosas. (*Munsell Soil Color Charts*).
- **Olor:** Distintivo y agradable
- **Lustre o brillo:** Medio.
- **Grano:** Recto.
- **Textura** Media a fina.
- **Veteado o figura:** Arcos superpuestos y bandas longitudinales muy angostas y oscuras.

Características tecnológicas

La *Copaiba* es una madera pesada, que presenta contracciones lineales bajas y la contracción volumétrica es moderadamente estable. Para la resistencia mecánica se sitúa en el límite de la categoría media a alta,

- **Propiedades físicas**

Densidad básica 0.61 g/cm.

Contracción tangencial 7.00 %

Contracción radial 3.40 %

Contracción volumétrica 10.70 %

Relación T/R 2.30

- **Propiedades mecánicas**

Módulo de elasticidad en flexión 112,000 kg/cm²

Módulo de rotura en flexión 736.00 kg/cm²

Compresión paralela (RM) 268.00 kg/cm²

Compresión perpendicular (ELP) 74.00 kg/cm²

Corte paralelo a las fibras 99.00 kg/cm²

Dureza en los lados 587.00 kg/cm²

Tenacidad (resistencia al choque) 3.40 kg-m

Recomendaciones técnicas

La madera es relativamente fácil de aserrar y de buena trabajabilidad al labrado, al corte presenta resistencia mecánica mediana. Es de secado natural moderadamente lento. Durabilidad natural de baja a media resistente al ataque biológico, la madera húmeda tiene resistencia al ataque biológico; en la preservación la albura tiene buena penetración a diferencia del duramen que no es fácil de preservar.

Utilidad

La madera se puede utilizar para vigas, columnas, machihembrados, muebles y objetos torneados. También se utiliza en carpintería, pisos, revestimientos interiores, parquet, contrachapado, entarimado, elaboración de cajas, molduras,

encontrados y laminados. Por sus cualidades podría sustituir al Pino Oregón. Preservada podría utilizarse para estantillos o postes para cercas. Es apta para tableros de partículas y tableros maderacemento

c) Especie shihuahuaco

(CONSORCIO EXPORTADOR DE MADERAS DE UCAYALI – CEMU, 2017) describe al shihuahuaco:

Nombres y familia

NOMBRE INTERNACIONAL: Tonka, Serrepia.

NOMBRE CIENTIFICO: *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd

NOMBRE COMUN: Shihuahuaco.

FAMILIA: RUBIACEAE.

Procedencia

En el Perú se encuentra principalmente en los departamentos de Loreto, San Martín y Ucayali. Según los resultados de inventarios forestales disponibles y de acuerdo a las zonas, el volumen bruto de Shihuahuaco varía entre 0.5 m³/ha á 3m³/ha. Se ubican en los bosques primarios en terrenos de buen drenaje en formación ecológica o zona de vida bosque seco tropical (bs-T).

Descripción del árbol en pie

Presenta fuste cilíndrico, recto con altura total de 35 m. el tronco de 60 a 150 cm de diámetro. Color de la corteza marrón oscura o rojiza, gruesa y fisurada pero compacta. Su corteza interna amarilla rojiza a cremosa amarillenta, lisa y quebradiza.

Descripción de la madera

Color: Marrón.

Brillo: Medio alto.

Grano: Entrecruzado.

Textura: Gruesa.

Veteado: Característico.

Anillo: Poco diferenciados por bandas oscuras irregulares.

Propiedades físicas

Densidad Básica: 0.87 gr/cm³

Contracción Volumétrica: 15.00 %

Relación T/R: 1.60

Contracción Tangencial: 9.10 %

Contracción Radial: 5.50 %

Propiedades mecánicas

Módulo de Ruptura en flexión: 1286.0 kg/cm²

Compresión Paralela: 672.0 kg/cm²

Compresión Perpendicular: 150.0 kg/cm²

Corte paralelo a las Fibras: 145.0 kg/cm²

Dureza de lados: 1353.0 kg/cm²

Tenacidad: 6.2 kg-m

Características de la troza

Diámetro: 0.64 m

Forma: Regular.

Defectos: Agrietamientos internos y acebolladuras.

Conservación: Mantener la troza sumergida.

Aserrió y secado

Especie difícil pues presenta grano entrecruzado y de alta dureza recomendándose estelitar las sierras. El comportamiento en el secado es suave de 10 días para piezas de pequeñas dimensiones como el parqué. Para otras dimensiones mayores presenta problemas de alabeos.

Durabilidad natural y usos

Durabilidad natural: Presenta una buena resistencia al ataque de hongos, termitas e insectos de madera seca.

Preservación: No requiere preservación.

Usos: De acuerdo a las propiedades descritas la madera de Shihuahuaco, puede utilizarse en estructuras, vigas, columnas, en pisos, durmientes, carpintería de exterior, armazón de barcos, y carrocerías.

2.2.2. Madera en rollo

Según (AITIM, 2011) se llama madera en rollo a los troncos de los árboles apeados que se desraman, se separan de la copa, y posteriormente se cortan a unas dimensiones normalizadas. Cada pieza recibe el nombre de troza, si su destino es para sierra o chapa; rollizo si es para trituración; y apea si es para aplicaciones en la minería.



Figura 01: Diferentes formas de trozas (Andina 2017)

La madera en rollo se destina generalmente a aplicaciones industriales que conllevan sucesivas transformaciones, por ejemplo trituración (industrias de la pasta de papel y de los tableros derivados de la madera), aserrado (industria de aserrío), obtención de chapa (industria de chapa e industria de tableros contrachapados), etc. En este capítulo se contempla la madera en rollo como tal para su utilización sin posteriores elaboraciones o en todo caso sometida a operaciones básicas (desramado, descortezado) que no alteran básicamente la

forma total o relativamente cilíndrica del tronco del árbol. Las aplicaciones directas del rollizo simplemente desbastada son muy limitadas mueble rústico, casas de troncos de tipo artesanal, etc. (AITIM, 2011).

2.2.3. Forma de árboles o trozas

(Calderón A., 1987) menciona que todos los árboles tienen una forma de su fuste típica, que varía de especie en especie, pero también depende del sitio y de la densidad del rodal. No se puede medir la forma de un árbol o una troza como se hace con el diámetro o la altura, sino que solo se pueden establecer parámetros o índices que la representan.

El mismo autor indica que el esfuerzo por obtener expresiones de forma que sean independientes de diámetro y altura ha fracasado. Justamente la captación de la forma se ha hecho realidad a través de la medición de diámetros a distintas alturas, y son expresiones como: factores de forma, cocientes de forma, series de ahusamiento y tablas o funciones de ahusamiento las que se utilizan para definir las.

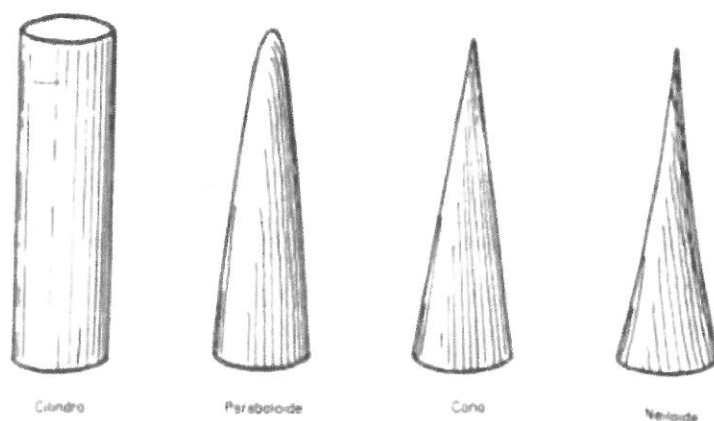


Figura 02. Formas geométricas o tipos dendrómetros (Calderón A., 1987)

Otras definiciones son factores y cocientes mórficos, y series, tablas y funciones de conicidad. Estos últimos son denominados modelos fustales, porque representan el perfil de los fustes. Las formas

geométricas a las que pueden asimilarse las diferentes partes de un árbol se muestran en la figura 2 (Calderón A., 1987).

2.2.4 Factores y coeficientes de forma

(Corvalán P. y Hernández J. 2015) sostienen que s fines del siglo XIX, Toward desarrolla la idea de los factores de forma como una respuesta a las dificultades surgidas del uso de los sólidos en revolución. La idea de Toward plantea que el factor de forma relaciona forma y volumen a través de una relación entre el volumen real del fuste y el de un sólido de revolución:

$$F = \frac{\text{Volumen del fuste}}{\text{Volumen del solido de revolución}}$$

Más tarde, Reineke desarrolló la forma más común de los factores de forma:

$$F = \frac{\text{Volumen del fuste}}{\text{Volumen del cilindro}}$$

Así: Vol fuste = Vol. Cilindro * f = g * H * f

Donde g = área basal



El volumen de los sólidos de revolución es conocido:

Tipo de conoide	Volumen	Factor de forma
Cilindro	$\pi/4 * D^2 * H$	1
Paraboloide	$\pi/4 * D^2 * H * 1/2$	0.5
Cono	$\pi/4 * D^2 * H * 1/3$	0.33
Neloide	$\pi/4 * D^2 * H * 1/4$	0.25

$$\pi/4 * D^2 = g \text{ (área basal)}$$

$$\pi/4 * D^2 * H = g * H = \text{volumen del cilindro de base "g" y altura "H"}$$

Existen factores de forma basados en paraboloides, conos y otros sólidos de revolución, pero el más usado es sobre la base de un cilindro. El factor de forma es, en consecuencia, un factor de reducción del volumen del cilindro al volumen real del árbol.

(Mejia M., 2013) señala que el factor de forma en árboles con las clases diamétricas, con la edad y la forma del fuste; algunos fustes 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 directamente dependiente de la edad. Según (Aldana, mencionado por Mejia M., 2013) precisa que los factores de forma de fustes son más pequeños a medida que los diámetros aumentan.

2.2.5. Ahusamiento del fuste

El ahusamiento del fuste, se define como el rango o coeficiente de estrechamiento o decrecimiento del diámetro en relación al incremento en altura de fuste del árbol (Gray, 1956); también es considerada como la tasa relativa de variación en diámetro con relación al incremento de la altura de un fuste (Barrena, 1985).

(Cancino, s/f) define al ahusamiento como el término que se usa para describir la disminución en diámetro que experimenta el fuste de un árbol desde la base hasta el ápice. El ahusamiento es considerada como la tasa de disminución del diámetro del fuste por unidad de incremento en altura por encima de la base del árbol y que para fines prácticos, se expresa en centímetros por metro de longitud del tallo (cm/m) (Van Laar et al., 2007). También se puede definir como una función de la altura sobre el nivel del suelo, la altura total del árbol y el diámetro a la altura del pecho (Clutter, 1983; citado por (Ounekhan, 2009) citado por (Oyarzún C. J. 2008)

Teniendo en cuenta que las diferentes partes del fuste de un árbol no presentan formas geométricas bien definidas tales como cilindros, conos, paraboloides o neiloides, los métodos tradicionales se basan en el principio de medir el diámetro a diferentes alturas y calculan el volumen del árbol a partir de dichas mediciones. Se asume que el fuste a cualquier altura posee una circunferencia exacta (Riaño O. y Lizarazo I., 2016)

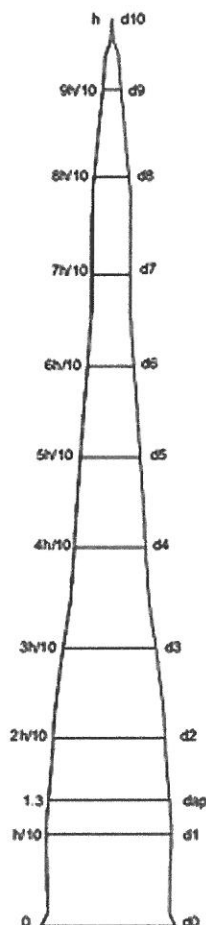


Figura 03: Mediciones por el método alternativo (Riaño O. y Lizarazo I., 2016)

(Chambel et al., 2005) menciona que el fuste expresa como los factores ambientales y el potencial genético o heredabilidad, y como su interacción, modifican la morfología de un árbol en el sitio. La forma de los fustes en las pruebas de procedencias, solo se analiza durante la etapa juvenil con métodos subjetivos que pueden ser imprecisos. Los métodos con mediciones a lo largo del fuste suelen ser más exactos y

no dependen de apreciaciones subjetivas, aunque, son más costosos y toman más tiempo (Sierra de Grado et al., 1999). Por ello, el estudio de los fustes y la estimación de su volumen se pueden realizar mediante procedimientos matemáticos y estadísticos convenientes, como los factores de forma, los modelos de ahusamiento puro y los sistemas simultáneos de ahusamiento y volumen comercial. El primer método valora una constante de forma mediante la relación del volumen del árbol con un sólido geométrico de revolución, que contenga el mismo diámetro y altura total (Gama et al., 2010). El segundo evalúa el coeficiente de estrechamiento del diámetro a lo largo del fuste y su integración proporciona el volumen total y comercial (Bi, 2000). El tercero describe simultáneamente el perfil y el volumen del árbol (Cruz et al., 2008).

Por consiguiente, el estudio de los fustes es relevante dado que los más cilíndricos al momento de escuadrar sus trozas tienen rendimiento mayor de escuadría, contribuyendo a la ganancia económica, sobre todo cuando se abastecen mercados diferenciados con productos de distinta calidad y dimensión (Zavala, 1996).

(Tlaxcala R *et al*, 2015) evaluaron la forma de los fustes mediante métodos analíticos. El objetivo de esta investigación fue identificar la progenie con el rendimiento mayor de aserrío considerando la forma, el ahusamiento y el volumen comercial de siete procedencias de *Cedrela odorata* L. establecidas en Tezonapa, Veracruz, México. Para esto, se realizaron muestreo destructivo de 211 árboles. Dos modelos de regresión lineal y no lineal se ajustaron y complementaron con pruebas de adicionalidad en los parámetros de forma y ahusamiento.

Los autores indican que los resultados mostraron que los parámetros de forma de las progenies de Tuxtepec, Tierra Blanca y Tezonapa adoptaron forma de paraboloide, y las de María Lombardo, San Andrés Tuxtla, Costa del Golfo y Comala tendieron a la conicidad. Todas las progenies fueron estadísticamente diferentes en parámetros de

ahusamiento, lo cual se atribuyó a la interacción genotipo-ambiente y a la invasión del barrenador *Hypsipyla grandella* Zeller. Además, los parámetros de forma se evaluaron en tres sistemas compatibles de ahusamiento y volumen, mediante el ajuste con estimación SUR (Seemingly Unrelated Regressions). La fuente geográfica de Tuxtepec presentó conicidad menor por sus fustes geométricamente más cercanos al paraboloide (factor de forma, $ff = 0.45$), por lo cual podría ser la línea principal para acopio de germoplasma y producción local.

2.2.6. Factores que influyen en ahusamiento y forma

Según (Larson, 1963, citado por Barrena 1985), el ahusamiento puede variar de acuerdo a:

- a) **La densidad:** La mayoría de los árboles que provienen de bosques, cuando se desarrollan en espacios abiertos, sus fustes van a tener menor altura y sus copas van a tener grandes dimensiones, como consecuencia estos árboles van a tener un mayor ahusamiento. Sin embargo ocurre lo contrario cuando un árbol se desarrolla dentro de un bosque y con la competencia natural, las ramas que se encuentran cerca a la base empezarán a caer y la copa será reducida, como efecto, el ahusamiento será menor (Francis, 1951; citado por Barrena 1985).
- b) **Posición sociológica:** los árboles dominantes tienden a ser más ahusados que los árboles codominantes y que los árboles intermedios, ya que la copa es más grande en los estratos superiores y como resultado tendrán mayor ahusamiento (Larson 1963; citado por Barrena, 1985).
- c) **El sitio forestal:** en los sitios pobres por anegamiento, el crecimiento tiene la tendencia a ser más uniforme a todo lo largo del fuste, como consecuencia el ahusamiento es menor (Larson, 1985; Van Laar et al., 2007).

- d) **La herencia:** La fuerte interrelación entre el fuste y la copa ha llevado a la conclusión que la forma del fuste es dependiente de la forma de la copa y, esta última a su vez, es dependiente de la herencia; sin embargo los factores ambientales son los que finalmente van a modificar la forma de los fustes; así lo sostiene Francis (1951; citado por Barrena, 1985).
- e) **La base:** Esta parte del árbol contribuye de manera importante a la forma de los árboles, pero no existe una fórmula simple que pueda ser elaborada para describir la base, porque en esta parte la forma del fuste es el resultado de un complejo conjunto de factores (Larson, 1963; citado por Barrena, 1985).
- f) **La intervenciones silviculturales:** Las intervenciones provocan un cambio en la forma del árbol y como consecuencia un cambio en la forma de los árboles; se clasifican en:
- Entresaca por selección, en los bosques en los que se ha practicado la entresaca se observa que en la base de los árboles es más grande, por lo tanto el ahusamiento es mayor cuando se ven a los árboles de manera individual, pero si se considera al bosque en su conjunto el ahusamiento aumenta del estrato inferior a los superiores (Larson, 1963; citado por Barrena, 1985).
 - El raleo, uno de sus efectos es el crecimiento de las copas por una disminución de la competencia por luz y espacio, por lo tanto el árbol responde a ser más ahusado. (Evans, 1982; citado por Barrena, 1985).
 - La poda, produce un efecto contrario al raleo sobre la forma del fuste; pero se debe tener en cuenta la intensidad de la poda ya que se podría tener efectos distintos. (Larson, 1963; citado por Barrena, 1985).

- La fertilización estimula el crecimiento radial de la parte superior del fuste, pero no de la parte baja del mismo, por lo tanto el ahusamiento es menor (Van Laar et al., 2007).

g) **Las causas adversas:** son agentes que interfieren que dañe cualquier parte del árbol, el este va a reaccionar modificando los factores antes expuestos. Por ejemplo; reducciones de follaje producidas por insectos o enfermedades ocasionan cambios más o menos significativos en la forma de los fustes (Larson, 1963; citado por Barrena, 1985).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

(Rojas Carlos, 2015) define los siguientes términos básicos:

Cubicación de árboles: Acto consistente en determinar el volumen de madera contenido en uno o varios árboles; esta actividad se puede llevar a cabo por distintos métodos, ya sea en arbolado en pie o derribado.

Especie: Cada uno de los grupos en que se dividen los géneros y que se componen de individuos que, además de los caracteres genéricos, tienen en común otros caracteres por los cuales se asemejan entre sí.

Metro cúbico: Unidad de medida de volumen que equivale a la capacidad de un cubo de un metro de arista. Un metro de ancho por un metro de largo por un metro de espesor.

Rollizo: Madera en rollo o semirrollo de reducido diámetro, con el que se corta para obtener tablillas de embalaje o encofrado, materiales para tonelería, pasta y construcción.

(Anónimo. s/f) define los siguientes términos básicos:

Fuste: tronco de un árbol.

Fuste claro (fuste limpio): fuste o tronco sin ramas.

Volumen: el volumen de la madera (o de la madera más la corteza) contenido en las partes comerciales de un árbol o un rodal de árboles a cosechar.

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El método de investigación aplicado fue de tipo experimental y correlacional. Experimental porque la variable especie estuvo bajo el control del investigador y correlacional porque se buscó la relación entre el factor mórfo y el ahusamiento de las trozas, entre el factor mórfo y el ahusamiento con el diámetro mayor de las trozas, en las tres especies forestales.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población.- Estuvo constituido por toda las trozas de las especies de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco), *Copaifera officinalis* (Copaiba) y *Hura crepitans* L. (catahua amarilla), que ingresaron el tercer trimestre del año 2019 (julio – septiembre), al Aserradero Vásquez S.R.L., lugar donde se realizó el estudio.

La muestra.- El tamaño de la muestra por especie, fue calculada utilizando la siguiente expresión.

$$n = (t_{1-\alpha/2})^2 CV^2 / E^2$$

Donde:

n = Número requerido de troza

$t_{1-\alpha/2}$ = Valor de t de Student con 19 grado de libertad

CV = Coeficiente de variación en %

E = Error de muestreo en %

Previamente se realizó un pre-muestreo de 20 trozas de cada una de las especies, para obtener el coeficiente de variación de los diámetros promedio de las trozas, obteniéndose como tamaño mínimo de las muestras lo siguiente:

- 68 trozas de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco)
- 72 trozas de *Copaifera officinalis* (Copaiba)
- 78 trozas de *Hura crepitans* L. (catahua amarilla)

3.3. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El instrumento de recolección de dato utilizado, fue la observación directa en patio de trozas del Aserradero Vásquez S.R.L., para ello se pre-establecieron algunos formatos, que sirvió para la recopilación de la información

3.4. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1 Selección de trozas

a. Manejo de Trozas

En el patio de trozas del Aserradero Vásquez S.R.L., se seleccionaron de manera aleatoria y simple las trozas de las tres especies forestales, superando en algunas especies el tamaño mínimo de las trozas: 68 trozas de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (shihuahuaco), 77 trozas de *Copaifera officinalis* (Copaiba) y 90 trozas de *Hura crepitans* L. (catahua amarilla)

b. Marcado de trozas

Las trozas seleccionadas de cada especie fueron enumeradas correlativamente y marcadas, con brochas y pintura esmalte.

3.4.2. Medición de las trozas

Para determinar el volumen de las trozas de cada especie, con una cinta métrica se midieron los diámetros mayor y menor y la longitud de cada troza. Para la determinación de los volúmenes respectivos y se aplicó la fórmula de Smalian.

$$V_t = 0.7854 * ((D + d)/2)^2 * L$$

Donde:

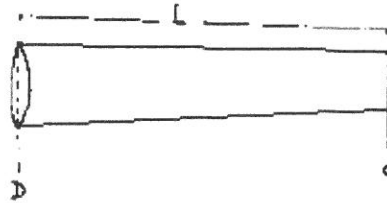
V_t = Volumen de la troza en m^3

D = Diámetro mayor de la troza en metros

d = Diámetro menor de la troza en metros

L = Longitud de la troza en metros

D = Diámetro mayor
d = Diámetro menor
L = Longitud



3.4.3. Volumen del cilindro

El volumen del cilindro fue calculado con el diámetro mayor promedio y la longitud de la troza

$$V_c = \pi * (D/2)^2 * L$$

Donde:

V_c = Volumen del cilindro en m³

D = Diámetro mayor de la troza en metros

L = Longitud de la troza en metros

3.5. PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos obtenidos fueron procesados de la siguiente manera

3.5.1 Determinación del factor mórfico de las trozas

Para determinar el factor mórfico o coeficiente mórfico o factor de forma de las trozas se utilizó la siguiente expresión:

$$F_f = V_t / V_c$$

Donde:

F_f = Factor mórfico o coeficiente mórfico o factor de forma

V_t = Volumen de la troza en m³

V_c = Volumen del cilindro en m³

3.5.2 Determinación del ahusamiento de las trozas

Para determinar el ahusamiento o conicidad de las trozas se utilizó la siguiente expresión:

$$C = (D - d)/L$$

Donde:

C = Ahusamiento o conicidad en cm/m

D = Diámetro mayor de la troza en cm

d = Diámetro menor de la troza en cm

L = Longitud de la troza en metros

3.6. TRATAMIENTO DE DATOS

3.6.1 Factor mórfico de trozas

Con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas entre los factores mórficos de las trozas de las tres especies forestales, se realizó un análisis de variancia de un factor (ANVA₁).

Factor: especies forestales

Tratamiento: N° especies forestales

Variable de estudio: Factor mórfico

Unidad experimental: Trozas

3.6.2 Ahusamiento o conicidad de trozas

Con la finalidad de determinar si existen diferencias significativas entre los ahusamientos de las trozas de tres especies forestales, se realizó un análisis de variancia de un factor (ANVA₁).

Factor: especies forestales

Tratamiento: N° de especies forestales

Variable de estudio: Ahusamiento

Unidad experimental: Trozas

3.6.3 Relación entre el diámetro mayor y el factor mórfico

Para determinar si existe relación entre las variables diámetro mayor y ahusamiento de las trozas por especies, se realizó el análisis de correlación y regresión, considerando como:

Variable independiente: Diámetro mayor de la troza

Variable dependiente: factor mórfico

3.6.4 Relación entre el diámetro mayor y el ahusamiento

Para determinar si existe relación entre las variables diámetro mayor y factor mórfico de las trozas por especies, se realizó el análisis de correlación y regresión, considerando como:

Variable independiente: diámetro mayor

Variable dependiente: ahusamiento

3.6.5 Relación entre el factor mórfico y el ahusamiento

Para determinar la existencia de una relación entre las variables factor mórfico y ahusamiento de las trozas por especies, se realizó el análisis de correlación y regresión, considerando como:

Variable independiente: factor mórfico

Variable dependiente: ahusamiento

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. FACTOR MORFICO DE LAS TROZAS DE TRES ESPECIES FORESTALES

La tabla 1 y figura 4, muestran los resultados promedios del factor mórfico a nivel de trozas de las especies *Hura crepitans* L. (Catahua amarilla), *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Shihuahuaco); así como la desviación estándar (s) y el coeficiente de variación (CV).

Tabla 01: Resumen del factor mórfico de las trozas de tres especies forestales

Parámetros estadísticos	Especies forestales		
	Catahua Ama.	Copaiba	Shihuahuaco
N° de trozas	90	77	68
Promedio	0.86	0.90	0.92
Desv. estándar	0.087	0.066	0.061
Coefic. de variación (%)	10.12	7.33	6.61

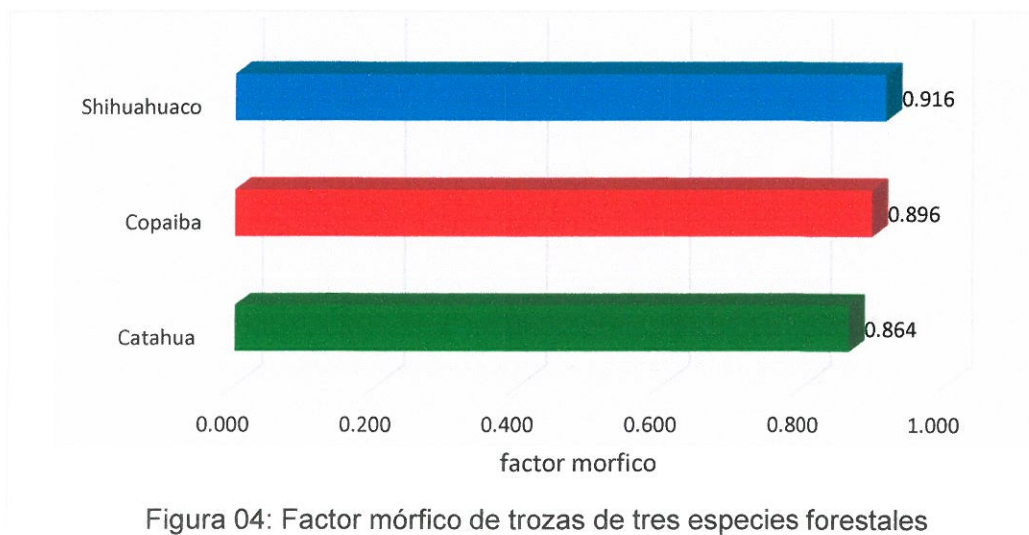


Figura 04: Factor mórfico de trozas de tres especies forestales

En lo que concierne a los valores del coeficiente de variación (CV), se aprecia que los valores son casi uniforme entre las trozas de una especie forestal, resultando el factor de forma más homogéneo en shihuahuaco con un CV de solo 6.61% y la catahua amarilla con mayor variación con 10.12% de variabilidad

Para verificar la existencia de diferencias significativas entre el factor mórfico de las trozas de las tres especies forestales se realizó el análisis de varianza unifactorial, cuyo resumen se muestra en la tabla 2:

Tabla 02: Resumen del análisis de varianza del factor mórfico de las trozas de tres especies forestales

Fuente de variación	GI	SC	CM	F _{obs.}	F _{tab.} $\alpha=0.01$	Niv. Signific.
Entre especies	2	0.110	0.055	10.181	4.75	**
Error	232	1.254	0.005			
Total	234	1.364				

Del análisis de varianza se dedujo que existen diferencias altamente significativas entre los valores promedios del factor mórfico de las trozas de las tres especies forestales. Para determinar entre que especies se encuentran las diferencias, se realizó la prueba de Tukey, cuyo resumen se muestra en la tabla 3.

Tabla 03: Resumen de la prueba de Tukey del factor mórfico

Shihuahuaco	Copaiba	Catahua amar.
0.916	0.896	0.864
A		
	B	
		C

La prueba de Tukey indica que el factor de forma o factor mórfico de las trozas son completamente diferentes en las tres especies forestales, resultando que las trozas de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Shihuahuaco), son más cilíndricas ya que presenta un factor mórfico de 0.916; la *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba) es menos cilíndrica con factor mórfico 0.896 y las trozas de *Hura crepitans* L. (Catahua amarilla) es aún más cónica con factor mórfico de 0.854. Si se compara el factor mórfico obtenido para las trozas de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Shihuahuaco), *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba) y *Hura crepitans* L. (Catahua amarilla) con el factor mórfico de 0.65 para fustes completos establecido por el (INSTITUTO

NACIONAL DE RECURSOS NATURALES – INRENA, 2003) mediante Resolución Jefatural N° 109-2003-INRENA, para que sea utilizado en el cálculo del volumen comercial (V_c) del fuste de los aboles en todo el país, se aprecia que el factor mórfico a nivel de trozas supera al factor mórfico establecido para fustes completos. De igual manera (Reynaga Maximiliano, 2013) manifiesta también que para calcular el volumen de los fustes se debe utilizar el factor de forma 0.65.

Por su parte (Ovalle David, 2008) en su tesis denominado “Determinación del factor de forma de *Dipteryx micrantha* Harms (Shihuahuaco) en el Consolidado Otorongo - Provincia de Tahuamanu”, encontró un coeficiente mórfico promedio de 0.79 a nivel de fuste, muy por debajo del 0.92 a nivel de trozas con CV de 6.61%. Indica además que el factor mórfico puede variar en el rango de 0.3 a 1, siendo uno de los índices que representan la forma del árbol.

De igual forma (Ruiz Essber, 2007) en su tesis denominado “Elaboración de una ecuación de volumen para un bosque de terrazas altas en el Codo del Pozuzo, Puerto Inca, Huánuco” determinó 0.746 como factor de forma promedio para los fustes de los árboles de *Copaifera* sp. (copaiba), valor muy por debajo del factor mórfico (0.896) encontrado para trozas, resultando ser más cilíndricas.

El factor mórfico en fustes de árboles según (Mejia M., 2013) varía con las clases diamétricas, con la edad y la forma del fuste; algunos fustes se aproxima a 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, mencionado por Mejia M., 2013) precisa que los

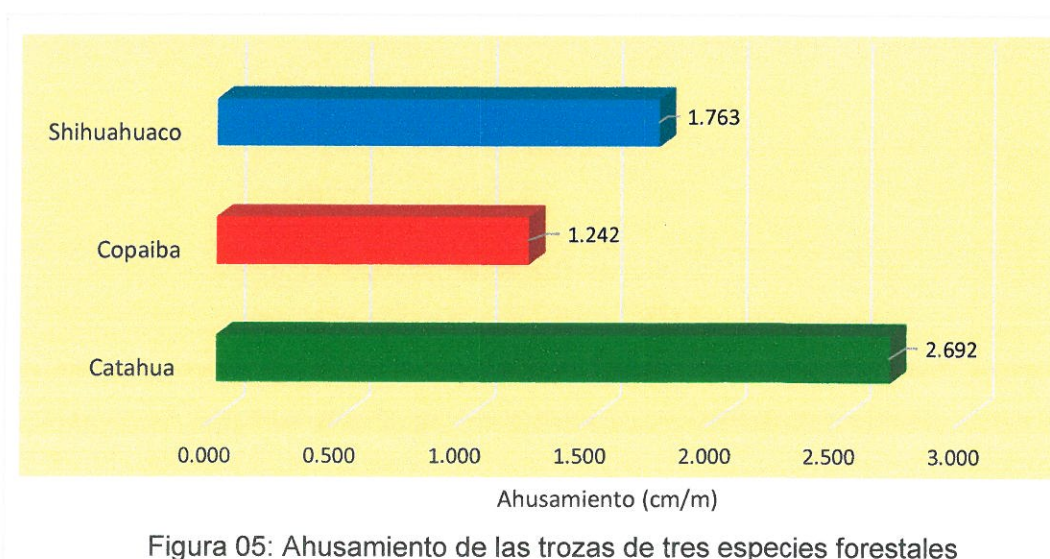
factores de forma de fustes son más pequeños a medida que los diámetros aumentan.

4.2. AHUSAMIENTO DE LAS TROZAS DE TRES ESPECIES FORESTALES

La tabla 4 y figura 5, muestran los resultados promedios del ahusamiento o también llamado conicidad, a nivel de trozas de las especies *Hura crepitans* L. (Catahua amarilla), *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Shihuahuaco) expresados en cm/m; así como la desviación estándar (s) y el coeficiente de variación (CV).

Tabla 04: Resumen del ahusamiento de las trozas de tres especies forestales

Parámetros estadísticos	Especies forestales		
	Catahua ama.	Copaiba	Shihuahuaco
N° de trozas	90	77	68
Promedio (cm/m)	2.69	1.24	1.76
Desv. Estándar (cm/m)	1.955	0.86	1.845
Coefic. de variación (%)	72.64	69.47	104.69



Con respecto a los valores del coeficiente de variación (CV), se aprecia que son completamente heterogéneos entre las trozas de una misma especie forestal, resultando las trozas de shihuahuaco con un CV más elevado con

104.69% lo que indica que el ahusamiento varia ampliamente de 0 a 7.5 cm/m y la Copaiba con menor CV de 69.47%, variando de 0 a 4.08 cm/m

Para verificar la existencia de diferencias significativas entre el ahusamiento de las trozas de las tres especies forestales se realizó el análisis de varianza unifactorial, cuyo resumen se muestra en la tabla 5.

Tabla 05: Resumen del análisis de varianza del ahusamiento de las trozas de tres especies forestales

Fuente de variación	GL	SC	CM	F _{obs.}	F _{tab.} $\alpha=0.01$	Nivel Signific.
Entre especies	2	90.481	45.240	16.794	4.75	**
Error	232	624.970	2.694			
Total	234	715.451				

Del análisis de varianza se dedujo que existen diferencias altamente significativas entre los valores promedios del ahusamiento de las trozas de las tres especies forestales. Para determinar entre que especies se encuentran las diferencias, se realizó la prueba de Tukey, cuyo resumen se muestra en la tabla 6.

Tabla 06: Resumen de la prueba de Tukey del ahusamiento (cm/m)

Catahua Amar.	Shihuahuaco	Copaiba
2.69	1.76	1.24
A		
	B	
		C

La prueba de Tukey indica que el ahusamiento de las trozas son completamente diferentes en las tres especies forestales, resultando que las trozas de *Hura crepitans* L. (Catahua amarilla) son las más ahusadas o cónicas disminuyendo en promedio su diámetro de la base al ápice a razón de 2.69 cm/m; seguida por las trozas de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Shihuahuaco) las que presentan un ahusamiento promedio de 1.76 cm/m y

la menos cónica o la menos ahusada resultó las trozas de *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba) a razón de 1.24 cm/m

Para el caso de las trozas de *Dipteryx* sp. (shihuahuaco) (Ling O. y Salvador M. I., 2010) determinaron el valor promedio de la conicidad (ahusamiento) y fue 1.37 cm/rn, resultando menor que el valor del ahusamiento encontrado también para trozas en el presente estudio (1.76 cm/m).

Por su parte (Ovalle David, 2008) en su tesis denominado "Determinación del factor de forma de *Dipteryx micrantha* Harms (Shihuahuaco) en el Consolidado Otorongo - Provincia de Tahuamanu", encontró una reducción del diámetro a lo largo del fuste en un 21.4%.

Por otro lado (Tlaxcala R *et al*, 2015) indican que todas las progenies son estadísticamente diferentes en parámetros de ahusamiento, lo cual se atribuyó a la interacción genotipo-ambiente y a la invasión del barrenador *Hypsipyla grandella* Zeller.

Según (Larson, 1963, citado por Barrena 1985), el ahusamiento puede variar de acuerdo a: la densidad de plantación, posición sociológica, el sitio forestal, la herencia, la base, las intervenciones silviculturales (entresaca por selección, el raleo, la poda y la fertilización) y las causas adversas.

4.3. RELACION ENTRE EL DIÁMETRO MAYOR Y EL FACTOR MORFICO DE LAS TROZAS

La tabla 07 y en las figuras 06, 07 y 08, muestran la relación inversamente proporcional entre el diámetro mayor y el factor mórfico de las trozas de tres especies forestales; en el caso de las trozas de *Hura crepitans* L. (Catahua amarilla), se aprecia que existe una relación altamente significativa entre el diámetro mayor y el factor mórfico de las trozas (figura 06), lo que indica que a mayor diámetro el factor mórfico disminuye, tornándose en trozas más cónicas y las más delgadas son más cilíndricas.

En el caso de las trozas de *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba), se aprecia que existe una relación significativa, inversamente proporcional entre el diámetro mayor y el factor mórfico de las trozas (figura 07), lo que indica que a mayor diámetro el factor mórfico disminuye, convirtiéndose en trozas más cónicas y las más delgadas generalmente son más cilíndricas.

Tabla 07: Relación entre el diámetro mayor y el factor mórfico de las trozas de tres especies forestales

Especie	R	R ² x 100	Ecuación	R crítico	Nivel signific.
Catahua amar.	0.41	17.05	$y = 1.0381 - 0.2001x$	0.242	**
Copaiba	0.26	6.62	$y = 1.0137 - 0.1347x$	0.189	*
Shihuahuaco	0.15	2.22	$y = 15.982 - 15.517x$	0.198	NS

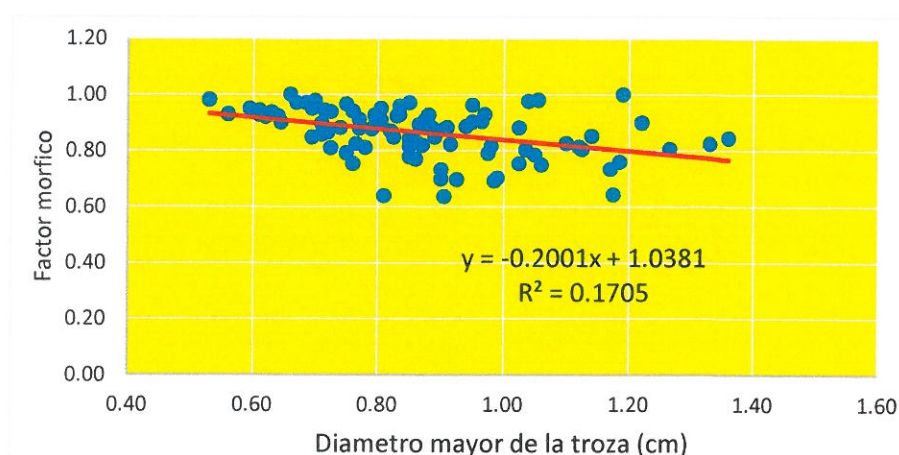


Figura 06: Relación entre el diámetro mayor y el factor morfico de las trozas de catahua amarilla

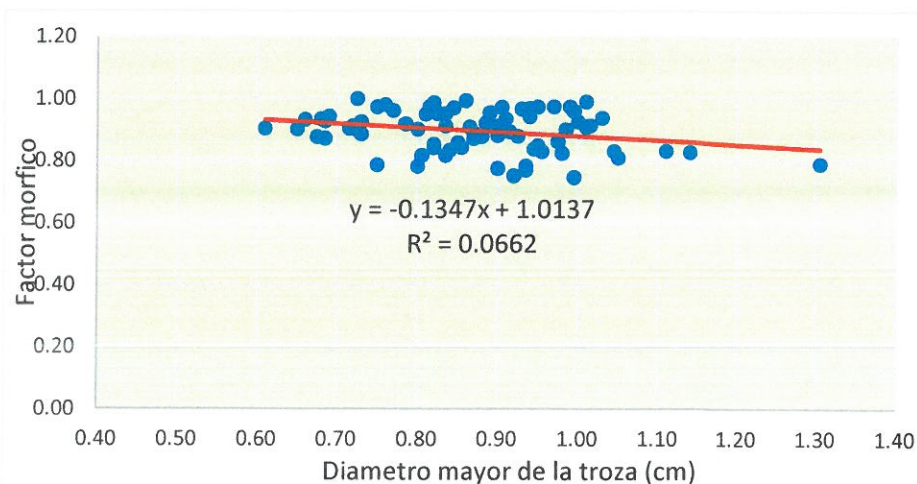
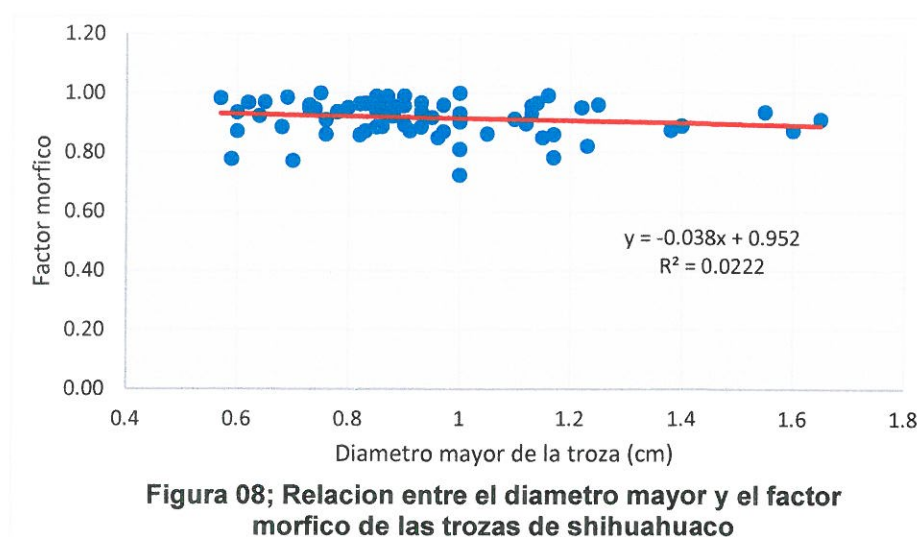


Figura 07: Relación entre el diametro mayor y el factor morfico de las trozas de copaiba

Contrariamente las trozas de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Shihuahuaco), se aprecia que no existe relación significativa entre el diámetro mayor y el factor mórfico de las trozas (figura 08), lo que indica que las trozas de esta especie presentan factores mórficos similares cual fuere su diámetro mayor.



Teniendo en cuenta que las diferentes partes del fuste de un árbol no presentan formas geométricas bien definidas tales como cilindros, conos, paraboloides o neiloides, los métodos tradicionales se basan en el principio de medir el diámetro a diferentes alturas y calculan el volumen del árbol a partir de dichas mediciones. Se asume que el fuste a cualquier altura posee una circunferencia exacta (Riaño O. y Lizrazo I., 2016).

4.4. RELACION ENTRE EL DIÁMETRO MAYOR Y EL AHUSAMIENTO DE LAS TROZAS

La tabla 08 y en las figuras 09, 10 y 11, muestran la relación directa entre el diámetro mayor y el ahusamiento de las trozas de tres especies forestales; en el caso de las trozas de *Hura crepitans* L. (Catahua amarilla), se aprecia que existe una relación no lineal (polinómica) altamente significativa entre el diámetro mayor y el ahusamiento de las trozas (figura 09), lo que indica que a mayor diámetro el ahusamiento presenta mayores reducciones en la sección, tornándose en trozas más cónicas y las más delgadas más cilíndricas.

Tabla 08: Relación entre el diámetro mayor y el ahusamiento de las trozas de tres especies forestales

Especie	R	R ² x 100	Ecuación	R crítico	Nivel signific.
Catahua amar.	0.55	30.54	$y = -8.0647x^2 + 20.52x - 8.7877$	0.242	**
Copaiba	0.53	28.34	$y = 6.8611x^2 - 8.8799x + 3.6672$	0.265	**
shihuahuaco	0.66	42.94	$y = 5.1007x - 3.0245$	0.278	**

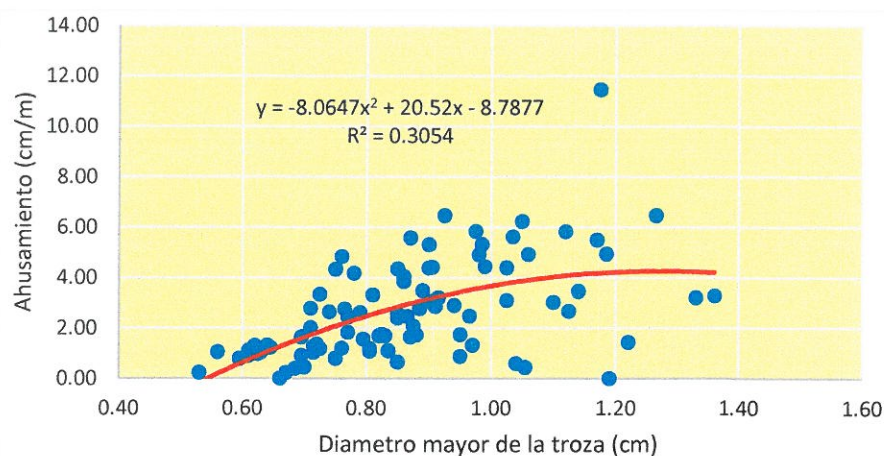


Figura 09: Relacion entre el diametro mayor y el ahusamiento de las trozas de catahua amarilla

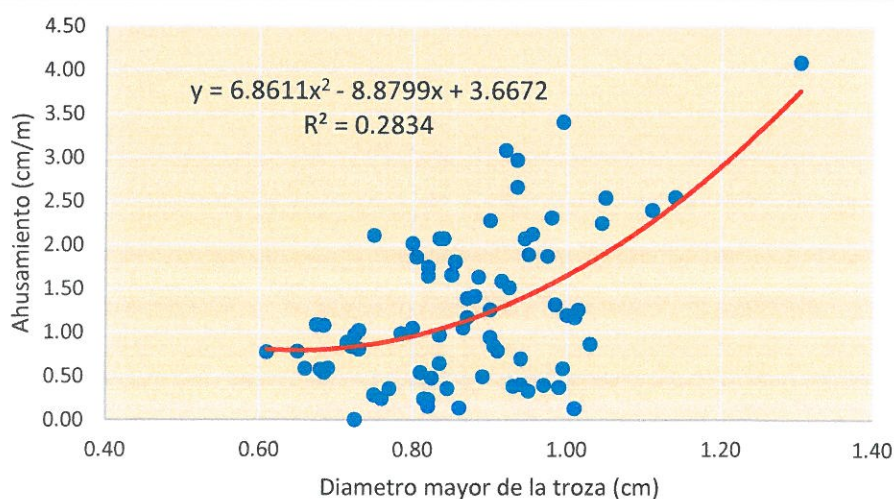
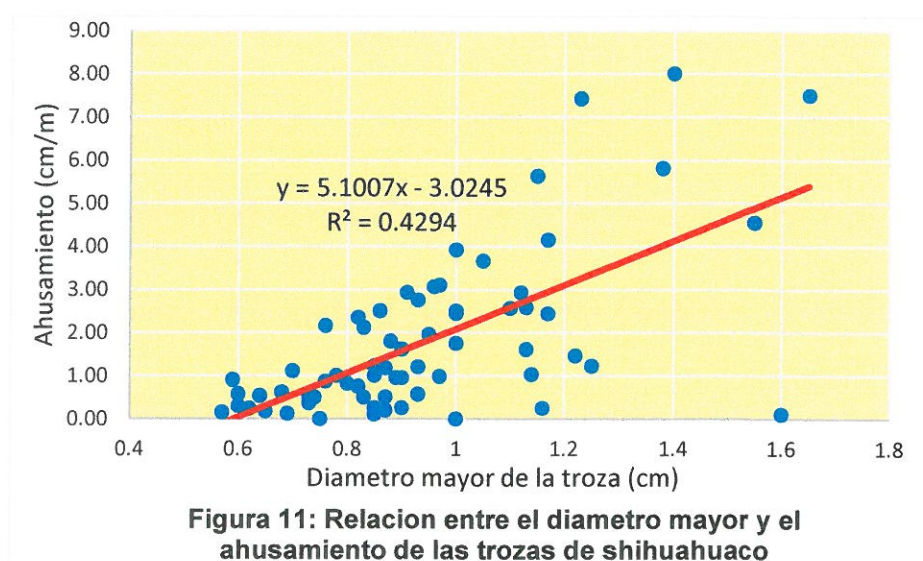


Figura 10: Relacion entre el diametro mayor y el ahusamiento de las trozas de copaiba

En el caso de las trozas de *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba), se aprecia que existe también una relación no lineal (polinómica) altamente

significativa entre el diámetro mayor y el ahusamiento de las trozas (figura 10), lo que indica que a mayor diámetro de la troza el ahusamiento presenta mayores reducciones, convirtiéndose en trozas más cónicas y las más delgadas en más cilíndricas.

Las trozas de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Shihuahuaco), presentan una relación directamente proporcional, altamente significativa entre el diámetro mayor y el ahusamiento de las trozas (figura 11), lo que indica que las trozas de esta especie con mayores diámetros presentan ahusamiento con mayores reducciones en el diámetro volviéndose las trozas más cónicas y por el contrario las de menor diámetro son más cilíndricas



Por su parte (Ovalle David, 2008) en Madre de Dios encontró que el ahusamiento de los fustes se incrementa cuando las clases diamétricas se incrementan, tal como se detalla a continuación

De 63.5 - 80.5 cm tiene una reducción de 0.99 cm/m

De 80.5 - 97.5 cm tiene una reducción de 1.11 cm/m

De 97.5 - 114.5 cm tiene una reducción de 1.35 cm/m

De 114.5 - 131.5 cm tiene una reducción de 1.61 cm/m

De 131.5 - 148.5 cm tiene una reducción de 1.32 cm/m

De 148.5 - 165.5 cm tiene una reducción de 2.33 cm/m, y

De 182.5 - 199.5 tiene un ahusamiento de 2.39 cm/m.

Las trozas de mayores diámetros provienen por lo general de la base del árbol. Esta parte del árbol contribuye de manera importante a la forma de los árboles, pero no existe una fórmula simple que pueda ser elaborada para describir la base, porque en esta parte la forma del fuste es el resultado de un complejo conjunto de factores (Larson, 1963; citado por Barrena, 1985).

4.5. RELACION ENTRE EL FACTOR MORFICO Y EL AHUSAMIENTO DE LAS TROZAS

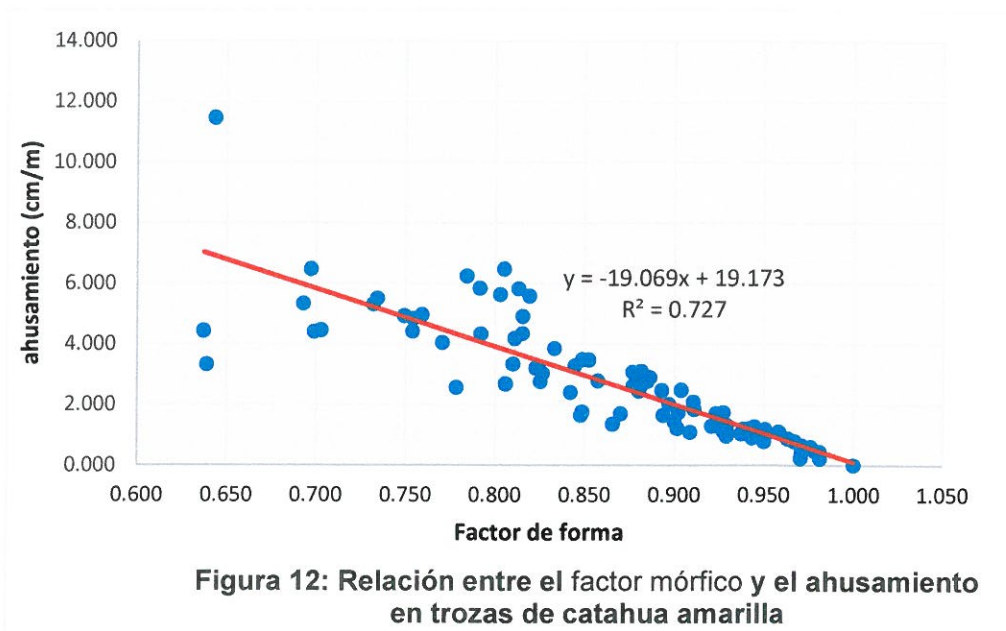
La tabla 9 y las figuras 12, 13 y 14 muestran la relación entre el factor mórfico y el ahusamiento de las trozas de las especies *Hura crepitans* L. (Catahua amarilla), *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba) y *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Shihuahuaco). Dicha tabla indica que existe una relación altamente significativa, de tipo lineal inversamente proporcional, es decir que a medida que el factor mórfico se incrementa el ahusamiento disminuye en las trozas de las tres especies forestales

Tabla 09: Relación entre el factor mórfico y el ahusamiento de las trozas de tres especies forestales

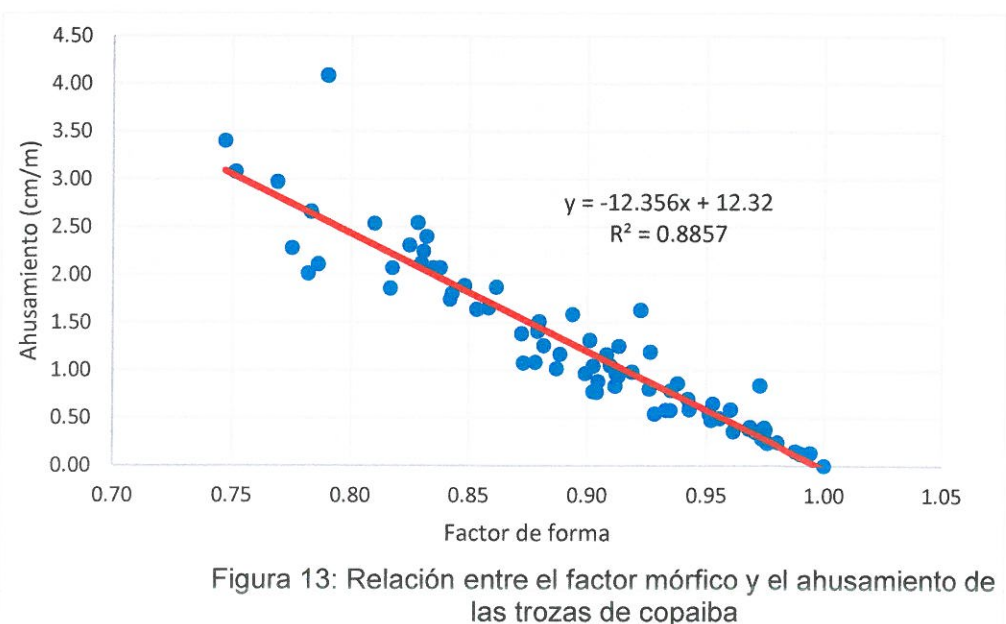
Especie	R	R ² x 100	Ecuación	R critico	Nivel signific.
Catahua amar.	0.85	72.7	$y = 19.173 - 19.069x$	0.242	**
Copaiba	0.94	88.6	$y = 12.32 - 12.356x$	0.288	**
shihuahuaco	0.51	25.9	$y = 15.982 - 15.517x$	0.278	**

** Relación altamente significativa

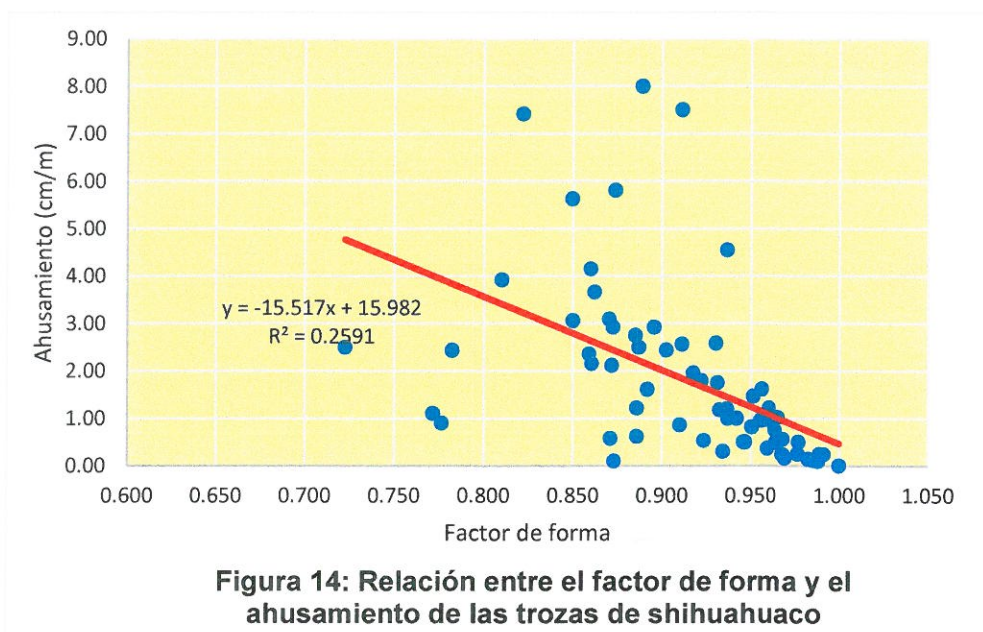
En el caso de las trozas de catahua amarilla (figura 12) se aprecia que el coeficiente de correlación (R) entre el coeficiente mórfico y ahusamiento es de 0.85 y el coeficiente de determinación (R²x100) está indicando que el coeficiente mórfico está influenciando en el ahusamiento en 72.7% y que el 27.3% depende de otros factores,



En el caso de las trozas de copaiba (figura 13) se aprecia que el coeficiente de correlación (R) entre el coeficiente mórfico y ahusamiento es el más alto de las tres especies cuyo valor es de 0.94 y el coeficiente de determinación ($R^2 \times 100$) está indicando que el coeficiente mórfico está influenciando en el ahusamiento en 88.6% y que el 12.4% es influenciado por otros factores.



Con respecto a las trozas de shihuahuaco (figura 14) se aprecia que el coeficiente de correlación (R) entre el coeficiente mórfico y ahusamiento es el más bajo de las tres especies cuyo valor es de 0.51 y el coeficiente de determinación ($R^2 \times 100$) está indicando que el coeficiente mórfico está influenciando en el ahusamiento en 25.9% y que el 74.1% es influenciado por otros factores.



El estudio de los fustes y la estimación de su volumen se pueden realizar mediante procedimientos matemáticos y estadísticos convenientes, como los factores de forma, los modelos de ahusamiento puro y los sistemas simultáneos de ahusamiento y volumen comercial. El primer método valora una constante de forma mediante la relación del volumen del árbol con un sólido geométrico de revolución, que contenga el mismo diámetro y altura total (Gama et al., 2010). El segundo evalúa el coeficiente de estrechamiento del diámetro a lo largo del fuste y su integración proporciona el volumen total y comercial (Bi, 2000). El tercero describe simultáneamente el perfil y el volumen del árbol (Cruz et al., 2008).

Por consiguiente, el estudio de fustes es relevante dado que los más cilíndricos al momento del aserrío sus trozas tienen rendimiento mayor de

escuadría, contribuyendo a la ganancia económica, sobre todo cuando se abastecen mercados diferenciados con productos de distinta calidad y dimensión (Zavala, 1996). Las trozas de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Shihuahuaco), presentan una relación directamente proporcional, altamente significativa entre el diámetro mayor y el ahusamiento de las trozas (tabla 08), lo que indica que las trozas de esta especie con mayores diámetros presentan ahusamiento con mayores reducciones en el diámetro volviéndose las trozas más cónicas y por el contrario las de menor diámetro son más cilíndricas

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. El factor de forma o factor m3rfico (ff) de las trozas son completamente diferentes en las tres especies forestales, las trozas de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Shihuahuaco), son m3s cil3ndricas ya que present3 un $ff = 0.92$; la *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba) es menos cil3ndrica con un $ff = 0.90$ y las trozas de *Hura crepitans* L. (Catahua amarilla) es a3n m3s c3nica con $ff = 0.85$,
2. El ahusamiento de las trozas son completamente diferentes en las tres especies forestales, las trozas de *Hura crepitans* L. (Catahua amarilla) son las m3s ahusadas o c3nicas disminuyendo su di3metro de la base al 3pice a raz3n de 2.69 cm/m; las trozas de *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Shihuahuaco) present3 un ahusamiento promedio de 1.76 cm/m y la menos ahusada result3 las trozas de *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba) a raz3n de 1.24 cm/m.
3. En la relaci3n del di3metro mayor y el factor m3rfico de las trozas, se encontr3 para el caso de *Hura crepitans* L. (Catahua amarilla), una relaci3n altamente significativa, para la *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba), una relaci3n significativa y contrariamente en *Dipteryx odorata* (Aubl.) Willd (Shihuahuaco), no se encontr3 una relaci3n significativa, indicando que el factor m3rfico son similares cual fuere su di3metro mayor.
4. En la relaci3n del di3metro mayor y el ahusamiento de las trozas, se encontr3 que en las tres especies forestales, existe una relaci3n altamente significativa, indicando que a mayor di3metro el ahusamiento presenta mayores reducciones en la secci3n, torn3ndose las trozas m3s c3nicas y las m3s menor di3metro m3s cil3ndricas

5. En la relación del factor mórfico y el ahusamiento de las trozas se encontró que existe una relación altamente significativa, de tipo lineal inversamente proporcional en las tres especies forestales, es decir que a medida que el factor mórfico se incrementa el ahusamiento disminuye en las trozas de las tres especies forestales

5.2. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio de investigación con mayor tamaño de muestras para establecer el factor mórfico y el ahusamiento de las diferentes especies comerciales por categoría diamétrica de las trozas.
2. Realizar un estudio de investigación para determinar el factor de conversión en aserrío por categoría diamétrica de las trozas, en función del factor mórfico y el ahusamiento de las diferentes especies comerciales.
3. Determinar con precisión si el factor mórfico o el ahusamiento tiene mayor relación con el factor de conversión o rendimiento en aserrío

BIBLIOGRAFIA REFERENCIAL

- AITIM. 2011.** Madera en rollo. Visto el 01 de octubre del 2019. Disponible en; https://infomadera.net/uploads/productos/informacion_general_113_Madera%20en%20rollo_29.07.2011.pdf
- ANDINA. 2017.** EE. UU. ratifica apoyo a Perú en lucha contra la tala y uso de madera ilegal. Visto 21 de Agosto 2.079. Disponible en: <https://andina.pe/Agencia/noticia-eeuu-ratifica-apoyo-a-peru-lucha-contra-tala-y-uso-madera-ilegal-691851.aspx>
- Anónimo. s/f.** Glosario de terminos botánicos. Visto el 31 de marzo del 2019. Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1glos5PR%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1glos5PR%20(3).pdf)
- Barrena Victor. 1985.** Estimations de volume de tiges deL'Amazonie péruvienne à partir d'équations de defilement. Thèse (Grade de Maitre es Sciences). Faculté de Foresterie et Géodésie. Université Laval. 115 p
- Barrena V., Garnica C., Ocaña J. y Rosero J. 2006.** Instructivo de campo Brigadas de Forma y Volumen. Universidad Nacional Agraria La Molina. 13p.
- Barrena V. y Vargas C. 2004.** La Caoba en el Perú, Informe de la Autoridad Científica CITES. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Barrena V., Dance J. y Sáenz D. 1986.** Metodología para la selección de ecuaciones de volumen. Revista Forestal del Perú XIII (2): 3-12.
- Bi, H. 2000.** Trigonometric variable-form taper equations for Australian eucalyptus. For. Sci. 46: 397-409.
- Calderón Alberto D. 1987.** Cuadernos de dasonomía, serie didáctica N° 18, Mensura forestal, Dasometría. Cátedra de Dasonomía, Departamento de Producción Agropecuaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad

Nacional de Cuyo. Visto el 11 de mayo del 2019, Disponible en:
<https://docplayer.es/19871504-Mensura-forestal-dasometria.html>

Cancino, J. s/f. Dendrometría básica .Consultado 5 de agosto de 2018. Disponible en: http://www.sibudec.cl/ebook/UDEC_Dendrometria_Basica.pdf

CONSORCIO EXPÒRTADOR DE MADERAS DE UCAYALI (CEMU). 2017. Catahua. Visto el 15 de marzo del 2019. Disponible en: <http://www.cemuperu.com/categoria/catahua/>

CONSORCIO EXPÒRTADOR DE MADERAS DE UCAYALI (CEMU). 2017. Shihuahuaco. Visto el 25 de marzo del 2019. Disponible en: <http://www.cemuperu.com/categoria/shihuahuaco/http://www.cemuperu.com/categoria/shihuahuaco/>

Corvalán V. Patricio y Hernández P. Jaime. 2015. Factores y Coeficientes de Forma. U. de Chile / Apuntes de Dendrometría / Factores y Coeficientes de Forma. Visto el 03 de abril del 2019. Disponible en: [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/035_Factores_y_coeficientes_de_forma%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/035_Factores_y_coeficientes_de_forma%20(2).pdf)

Chambel R., Alía C. and Valladares F. 2005. Phenotypic plasticity: a useful ramework for understanding adaptation in forest species. Inv. Agrar: Sist. Recur. For. 14: 334-344.

Cruz C., F., H. M. De Los Santos P. y J. R. Valdez L. 2008. Sistema compatible de ahusamiento-volumen para Pinus cooperi Blanco en Durango, México. Agrociencia 42: 473- 485

Gama F., J. R. Dos Santos, y J. C. Mura. 2010. Eucalyptus biomass and volume estimation using interferometric and polarimetric SAR data. Remote Sensing 2: 939-956.

- Gray, H. 1956.** The form and taper of forest – tres stems. Institute Paper No 32. Imperial Forestry Institute. University of Oxford. Inglaterra. 72 p.
- Guillén Q. Roxana. 2014.** Estimación del Volumen de la Caoba (*Swietenia macrophylla* King) usando ecuaciones de Ahusamiento para el Departamento de Madre de Dios. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales. Lima – Perú. Visto el 31 de marzo del 2019. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2358/K10-G85-T.pdf?sequence=1&isAllowed>
- Ling D. Orison y Salvador C. Manuel I. 2010.** Efecto de la conicidad y ahusamiento en el coeficiente de aserrío en trozas de tres especies forestales en el aserradero Arbe de Pucallpa. Re Vista Forestal De Ucayali. Rev. For. Ucayali. Vol. 6. Año 2010. N° 1
- Mejía M. M. 2013.** "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". 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- Visto 20 de julio del 2019. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2993/1/33T0121%20.pdf>
- Ovalle F. David. 2005.** "Determinación del factor de forma de *dipteryx micrantha* harms (shihuahuaco) en el consolidado Otorongo -provincia de Tahuamanu" Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Forestal Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Puerto Maldonado- Madre De Dios. Perú
- Oyarzún L. Carlos J. 2008.** Construcción de un modelo fustal para lenga *Nothofagus pumilio* (Poepp. et Endl), en la XII Región. Memoria para optar al Título Profesional de Ingeniero Forestal. Universidad de Chile. Facultad de

Ciencias Forestales Escuela de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo de Recursos Forestales

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

Quirós R., Chinchilla O., y Gómez M. 2005. Rendimiento en aserrío y procesamiento primario de madera proveniente de plantaciones forestales. Agron. Costarricense 29: 7-15

Reynaga Maximiliano. 2013. Situación del Perú a nivel mundial en relación al bosque natural. mreynaga@minagri.gob.pe. Visto el 04 de abril 2019. Disponible en: <http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/Tallares/6-Criterios-medicion-arbol-en-Pie%20.pdf>

Riaño M. Orlando y Lizarazo Iván. 2016. Estimación del volumen de madera en árboles mediante polinomio único de ahusamiento. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá y Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Visto 27 de Abril del 2019. Disponible en: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/colfor/article/view/10254/12342>

Rojas B. José Carlos. 2015. "Diagnóstico de la situación actual del sector industrial maderero en la ciudad de Iquitos – Región Loreto". Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos – Perú.

Ruiz I. Essber R. 2007. Elaboración de una ecuación de volumen para un bosque de terrazas altas en el Codo del Pozuzo, Puerto Inca, Huánuco Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina. Facultad de Ciencias Forestales. Lima- Perú

Sierra de Grado R., R. Diez B., y R. Alia M. 1999. Evaluación de la rectitud del fuste en seis procedencias de Pinus pinaster Ait. Sist. Recur. For. 8: 263-278.

Van Laar, A, Akça, A. 2007. Forest Mensuration. Managing Forest Ecosystems. Vol 13. 389 p.

Zavala Z., D. 1996. Coeficientes de aprovechamiento de trocería de pino en aserraderos banda. Revista Ciencia Forestal en México 21: 165-181.

Zobel, B., y J. Talbert. 1988. Técnicas de Mejoramiento Genético de Árboles Forestales. Editorial Limusa S.A., México. 545 p.

ANEXOS

ANEXO 1

Base de datos de las trozas de *Hura crepitans* L. (Catahua amarilla)

N ^a de troza	D1 (cm)	D2 (cm)	DX (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	dx (m)	L (m)	VOLUMEN m ³	VC m ³	AB m ²	FF	AHU cm/m
1	100	90	0.95	90	81	0.86	5.44	3.48	3.856	0.903	0.903	1.746
2	76	68	0.72	62	62	0.62	7.40	2.61	3.013	0.670	0.866	1.351
3	100	97	0.99	67	64	0.66	6.20	3.27	4.724	0.820	0.693	5.323
4	92	88	0.90	62	59	0.61	6.72	2.99	4.275	0.753	0.699	4.390
5	95	79	0.87	83	72	0.78	5.77	3.07	3.430	0.823	0.894	1.646
6	88	82	0.85	67	63	0.65	7.83	3.46	4.443	0.750	0.779	2.554
7	101	93	0.97	100	80	0.90	5.30	3.64	3.917	0.935	0.929	1.321
8	83	70	0.77	65	60	0.63	5.08	1.93	2.335	0.695	0.825	2.756
9	89	78	0.84	80	75	0.78	5.47	2.78	2.995	0.805	0.929	1.097
10	125	103	1.14	101	92	0.97	5.05	4.39	5.155	1.053	0.852	3.465
11	113	112	1.13	91	88	0.90	8.60	6.89	8.549	1.010	0.806	2.674
12	118	102	1.10	100	80	0.90	6.62	5.20	6.291	1.000	0.826	3.021
13	70	67	0.69	70	63	0.67	5.12	1.83	1.887	0.675	0.971	0.391
14	82	80	0.81	54	43	0.49	9.80	3.23	5.050	0.648	0.639	3.316
15	108	104	1.06	78	77	0.78	5.80	3.83	5.118	0.918	0.749	4.914
16	66	63	0.65	62	54	0.58	5.32	1.57	1.738	0.613	0.902	1.222
17	103	102	1.03	76	75	0.76	6.14	3.82	5.066	0.890	0.754	4.397
18	75	64	0.70	63	54	0.59	6.70	2.16	2.542	0.640	0.848	1.642
19	86	78	0.82	75	67	0.71	6.50	7.37	3.433	0.765	0.870	1.692
20	100	98	0.99	69	65	0.67	7.20	3.90	5.542	0.830	0.703	4.444
21	86	79	0.83	74	65	0.70	7.40	3.36	3.956	0.760	0.849	1.757
22	70	64	0.67	70	60	0.65	8.50	2.91	2.997	0.660	0.970	0.235
23	130	114	1.22	125	94	1.10	8.65	9.10	10.112	1.158	0.900	1.445
24	137	129	1.33	119	98	1.09	7.65	8.76	10.628	1.208	0.824	3.203
25	100	83	0.92	82	67	0.75	5.30	2.87	3.485	0.830	0.823	3.208
26	92	80	0.86	66	64	0.65	5.20	2.33	3.021	0.755	0.771	4.038
27	140	132	1.36	140	88	1.14	6.72	8.25	9.762	1.250	0.845	3.274
28	121	117	1.19	130	108	1.19	5.12	5.69	5.694	1.190	1.000	0.000
29	98	83	0.91	58	50	0.54	8.25	3.38	5.307	0.723	0.637	4.424
30	130	104	1.17	84	83	0.84	6.10	4.81	6.558	1.003	0.734	5.492
31	85	76	0.81	74	72	0.73	6.93	3.21	3.527	0.768	0.909	1.082
32	121	116	1.19	90	86	0.88	6.17	5.17	6.805	1.033	0.759	4.943
33	85	63	0.74	71	59	0.65	3.40	1.29	1.462	0.695	0.882	2.647
34	95	86	0.91	84	74	0.79	3.76	2.12	2.419	0.848	0.877	3.059
35	77	75	0.76	56	56	0.56	4.14	1.42	1.878	0.660	0.754	4.831
36	85	85	0.85	85	80	0.83	3.83	2.11	2.173	0.838	0.971	0.653
37	75	68	0.72	72	63	0.675	3.14	1.19	1.261	0.695	0.945	1.274
38	92	85	0.89	79	77	0.78	3.8	2.07	2.338	0.833	0.885	2.763
39	80	78	0.79	70	68	0.69	3.82	1.64	1.872	0.740	0.877	2.618
40	84	66	0.75	73	72	0.725	3.14	1.34	1.387	0.738	0.967	0.796
41	76	66	0.71	61	60	0.605	3.78	1.28	1.497	0.658	0.858	2.778
42	113	94	1.04	90	74	0.82	3.82	2.58	3.214	0.928	0.803	5.628
43	53	53	0.53	54	50	0.52	4.33	0.94	0.955	0.525	0.981	0.231
44	67	65	0.66	69	63	0.66	3.92	1.34	1.341	0.660	1.000	0.000
45	73	72	0.73	68	68	0.68	3.8	1.47	1.569	0.703	0.939	1.184
46	86	75	0.81	78	75	0.765	3.38	1.64	1.720	0.785	0.951	1.183
47	73	72	0.73	60	56	0.58	4.35	1.45	1.796	0.653	0.810	3.333
48	89	87	0.88	86	77	0.815	3.75	2.12	2.281	0.848	0.928	1.733

49	76	76	0.76	73	70	0.715	3.76	1.61	1.706	0.738	0.942	1.197
50	73	66	0.70	70	62	0.66	3.84	1.38	1.457	0.678	0.950	0.911
51	59	53	0.56	53	51	0.52	3.83	0.88	0.943	0.540	0.930	1.044
52	76	74	0.75	62	55	0.585	3.82	1.34	1.688	0.668	0.792	4.319
53	92	81	0.87	81	73	0.77	3.85	2.02	2.262	0.818	0.893	2.468
54	76	46	0.61	60	55	0.575	3.87	1.07	1.131	0.593	0.943	0.904
55	90	80	0.85	80	62	0.71	5.84	2.79	3.314	0.780	0.842	2.397
56	100	96	0.98	80	78	0.79	3.87	2.38	2.919	0.885	0.816	4.910
57	97	91	0.94	85	81	0.83	3.80	2.34	2.637	0.885	0.886	2.895
58	98	77	0.88	83	76	0.80	3.84	2.10	2.309	0.835	0.911	2.083
59	83	83	0.83	83	70	0.77	3.83	1.91	2.072	0.798	0.923	1.697
60	83	76	0.795	81	66	0.74	3.83	1.76	1.901	0.765	0.926	1.567
61	92	80	0.86	77	65	0.71	3.9	1.89	2.265	0.785	0.833	3.846
62	72	68	0.7	70	67	0.69	3.3	1.24	1.270	0.693	0.979	0.455
63	102	93	0.975	78	74	0.76	3.69	2.18	2.755	0.868	0.792	5.827
64	72	70	0.71	67	60	0.64	3.73	1.32	1.477	0.673	0.897	2.011
65	110	101	1.055	106	101	1.04	4.53	3.89	3.960	1.045	0.981	0.442
66	118	90	1.04	120	83	1.02	4.14	3.43	3.517	1.028	0.976	0.604
67	90	77	0.835	81	79	0.80	3.2	1.68	1.752	0.818	0.959	1.094
68	104	70	0.87	77	64	0.71	2.96	1.44	1.760	0.788	0.819	5.574
69	98	80	0.89	80	70	0.75	4.02	2.12	2.501	0.820	0.849	3.483
70	63	62	0.625	62	54	0.58	4.68	1.33	1.436	0.603	0.929	0.962
71	86	84	0.85	69	68	0.69	3.8	1.76	2.156	0.768	0.815	4.342
72	95	85	0.9	70	58	0.64	4.9	2.28	3.117	0.770	0.732	5.306
73	95	90	0.925	62	62	0.62	4.72	2.21	3.172	0.773	0.697	6.462
74	95	110	1.025	90	90	0.90	4.04	2.94	3.334	0.963	0.882	3.094
75	97	93	0.95	97	86	0.92	4	2.73	2.835	0.933	0.963	0.875
76	78	76	0.77	72	68	0.70	3.82	1.62	1.779	0.735	0.911	1.832
77	62	60	0.61	57	56	0.57	4.08	1.11	1.192	0.588	0.928	1.103
78	68	60	0.64	60	58	0.59	3.84	1.14	1.235	0.615	0.923	1.302
79	64	55	0.595	58	55	0.57	3.85	1.02	1.070	0.580	0.950	0.779
80	102	91	0.965	90	84	0.87	3.84	2.54	2.809	0.918	0.904	2.474
81	110	100	1.05	90	72	0.81	3.85	2.62	3.334	0.930	0.784	6.234
82	93	89	0.91	84	76	0.80	3.84	2.20	2.497	0.855	0.883	2.865
83	125	110	1.175	72	70	0.71	4.06	2.83	4.402	0.943	0.643	11.453
84	70	56	0.63	61	57	0.59	3.87	1.13	1.206	0.610	0.938	1.034
85	64	60	0.62	59	55	0.57	3.87	1.08	1.168	0.595	0.921	1.292
86	80	74	0.77	70	65	0.68	3.89	1.59	1.811	0.723	0.880	2.442
87	74	69	0.715	71	64	0.68	3.85	1.46	1.546	0.695	0.945	1.039
88	138	86	1.12	94	86	0.90	3.78	3.03	3.724	1.010	0.813	5.820
89	97	59	0.78	66	59	0.63	3.71	1.44	1.773	0.703	0.811	4.178
90	133	120	1.265	108	93	1.01	4.02	4.07	5.052	1.135	0.805	6.468
TOTAL										X	0.864	2.692
										s	0.087	1.955
										CV	10.12	72.64

ANEXO 2

Base de datos de las trozas de *Copaifera officinalis* (Jacq.) L. (Copaiba)

Nº de Troza	D1 (cm)	D2 (cm)	DX (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	dx (m)	L (m)	VOLUMEN m³		VC m³	FF	Ahusa, Cm/m
1	88	79	0.84	63	72	0.68	7.74	3.46	0.755	4.238	0.82	2.07
2	94	93	0.94	63	78	0.71	7.75	4.08	0.820	5.321	0.77	2.97
3	73	63	0.68	63	64	0.64	7.79	2.64	0.658	2.829	0.93	0.58
4	86	88	0.87	71	80	0.76	8.30	4.29	0.813	4.934	0.87	1.39
5	91	98	0.95	80	77	0.79	7.74	4.54	0.865	5.429	0.84	2.07
6	70	74	0.72	62	69	0.66	7.78	2.88	0.688	3.168	0.91	0.84
7	80	91	0.86	74	69	0.72	7.75	3.74	0.785	4.450	0.84	1.81
8	99	97	0.98	77	83	0.80	7.80	4.84	0.890	5.884	0.82	2.31
9	90	96	0.93	81	99	0.90	7.83	5.14	0.915	5.319	0.97	0.38
10	85	82	0.84	77	75	0.76	7.77	3.87	0.798	4.255	0.91	0.97
11	98	101	1.00	95	96	0.96	6.84	5.09	0.975	5.319	0.96	0.58
12	73	77	0.75	75	71	0.73	7.07	3.03	0.740	3.123	0.97	0.28
13	88	90	0.89	82	88	0.85	8.13	4.82	0.870	5.058	0.96	0.49
14	91	111	1.01	96	104	1.00	7.95	6.29	1.005	6.369	0.99	0.13
15	87	90	0.89	83	80	0.82	4.30	2.43	0.850	2.645	0.92	1.63
16	101	105	1.03	97	96	0.97	7.56	5.89	0.998	6.299	0.94	0.86
17	83	86	0.85	80	84	0.82	7.06	3.83	0.833	3.959	0.97	0.35
18	82	80	0.81	74	80	0.77	7.43	3.63	0.790	3.829	0.95	0.54
19	107	83	0.95	73	87	0.80	7.96	4.77	0.875	5.642	0.85	1.88
20	87	81	0.84	71	68	0.70	7.01	3.23	0.768	3.885	0.83	2.07
21	71	75	0.73	59	70	0.65	8.34	3.09	0.688	3.491	0.89	1.02
22	76	69	0.73	63	82	0.73	7.43	3.06	0.725	3.067	1.00	0.00
23	73	70	0.72	63	66	0.65	7.93	2.87	0.680	3.184	0.90	0.88
24	92	88	0.90	78	80	0.79	8.74	4.89	0.845	5.560	0.88	1.26
25	139	122	1.31	99	104	1.02	7.10	7.48	1.160	9.497	0.79	4.08
26	99	104	1.02	82	103	0.93	7.18	5.29	0.970	5.810	0.91	1.25
27	83	82	0.83	82	75	0.79	8.44	4.28	0.805	4.512	0.95	0.47
28	93	101	0.97	96	93	0.95	6.36	4.57	0.958	4.700	0.97	0.39
29	93	95	0.94	89	88	0.89	7.91	5.16	0.913	5.489	0.94	0.70
30	87	93	0.90	83	81	0.82	8.49	4.92	0.860	5.401	0.91	0.94
31	92	99	0.96	68	89	0.79	8.02	4.76	0.870	5.745	0.83	2.12
32	78	85	0.82	73	86	0.80	8.52	4.33	0.805	4.445	0.98	0.23
33	87	77	0.82	85	75	0.80	8.58	4.41	0.810	4.531	0.98	0.23
34	79	95	0.87	82	72	0.77	8.56	4.51	0.820	5.089	0.89	1.17
35	109	93	1.01	94	89	0.92	8.14	5.91	0.963	6.522	0.91	1.17
36	100	84	0.92	65	70	0.68	7.96	3.97	0.798	5.292	0.75	3.08
37	110	118	1.14	86	101	0.94	8.07	6.81	1.038	8.237	0.83	2.54
38	112	110	1.11	87	96	0.92	8.14	6.54	1.013	7.877	0.83	2.40
39	89	101	0.95	90	95	0.93	7.62	5.25	0.938	5.401	0.97	0.33
40	84	88	0.86	85	86	0.86	3.75	2.16	0.858	2.178	0.99	0.13
41	96	85	0.91	82	94	0.88	2.98	1.86	0.893	1.917	0.97	0.84
42	91	107	0.99	102	91	0.97	6.78	5.08	0.978	5.219	0.97	0.37
43	71	75	0.73	64	71	0.68	6.84	2.64	0.703	2.863	0.93	0.80
44	92	105	0.99	89	88	0.89	7.61	5.21	0.935	5.799	0.90	1.31
45	89	106	0.98	83	84	0.84	7.49	4.81	0.905	5.592	0.86	1.87
46	90	86	0.88	68	86	0.77	7.80	4.16	0.825	4.744	0.88	1.41
47	91	94	0.93	76	86	0.81	7.62	4.49	0.868	5.121	0.88	1.51

48	90	93	0.92	80	83	0.82	6.31	3.70	0.865	4.149	0.89	1.58
49	78	89	0.84	77	82	0.80	6.21	3.23	0.815	3.401	0.95	0.64
50	70	82	0.76	71	78	0.75	6.23	2.76	0.753	2.826	0.98	0.24
51	76	88	0.82	70	69	0.70	7.63	3.43	0.758	4.029	0.85	1.64
52	84	80	0.82	65	72	0.69	7.75	3.44	0.753	4.093	0.84	1.74
53	82	88	0.85	70	75	0.73	7.55	3.67	0.788	4.284	0.86	1.66
54	94	88	0.91	90	80	0.85	7.62	4.62	0.880	4.956	0.94	0.79
55	69	69	0.69	70	60	0.65	6.80	2.39	0.670	2.543	0.94	0.59
56	91	82	0.87	81	76	0.79	7.61	4.06	0.825	4.472	0.91	1.05
57	86	113	1.00	81	64	0.73	7.94	4.60	0.860	6.174	0.75	3.40
58	107	93	1.00	95	90	0.93	6.29	4.56	0.963	4.940	0.93	1.19
59	96	91	0.94	75	69	0.72	8.09	4.34	0.828	5.555	0.78	2.66
60	91	89	0.90	70	67	0.69	9.44	4.64	0.793	6.005	0.78	2.28
61	71	93	0.82	78	84	0.81	6.60	3.43	0.815	3.485	0.99	0.15
62	69	88	0.79	66	78	0.72	6.62	2.94	0.753	3.204	0.92	0.98
63	70	80	0.75	58	58	0.58	8.07	2.80	0.665	3.565	0.79	2.11
64	74	71	0.73	66	64	0.65	7.75	2.87	0.688	3.199	0.90	0.97
65	59	78	0.69	55	64	0.60	8.34	2.68	0.640	3.074	0.87	1.08
66	80	80	0.80	69	54	0.62	9.20	3.61	0.708	4.624	0.78	2.01
67	64	68	0.66	63	60	0.62	7.73	2.46	0.638	2.645	0.93	0.58
68	65	65	0.65	56	61	0.59	8.37	2.50	0.618	2.777	0.90	0.78
69	58	64	0.61	52	58	0.55	7.79	2.05	0.580	2.277	0.90	0.77
70	69	66	0.68	61	57	0.59	7.82	2.45	0.633	2.798	0.88	1.09
71	78	83	0.81	63	67	0.65	8.35	3.46	0.728	4.250	0.82	1.86
72	66	71	0.69	63	64	0.64	9.23	3.15	0.660	3.402	0.93	0.54
73	83	77	0.80	75	69	0.72	7.66	3.47	0.760	3.850	0.90	1.04
74	107	103	1.05	87	81	0.84	8.28	5.79	0.945	7.170	0.81	2.54
75	106	103	1.05	90	82	0.86	8.25	5.86	0.953	7.076	0.83	2.24
76	107	81	0.94	86	96	0.91	7.49	5.02	0.925	5.198	0.97	0.40
77	78	76	0.77	72	76	0.74	8.45	3.77	0.755	3.935	0.96	0.36
										X	0.896	1.24
										s	0.066	0.86
										CV	7.33	69.47

ANEXO 3

Base de datos de las trozas de *Dipteryx micrantha* Harms (Shihuahuaco)

N° de troza	D1 m	D2 m	DX m	L m	VT m³	VC m³	FF	Ahusa. Cm/m
1	1.13	1.08	1.11	3.1	2.973	3.109	0.956	1.61
2	0.83	0.72	0.78	5.2	2.453	2.814	0.872	2.12
3	1.17	1	1.09	4.1	3.791	4.408	0.860	4.15
4	0.57	0.56	0.57	6.8	1.705	1.735	0.983	0.15
5	0.82	0.7	0.76	5.1	2.314	2.693	0.859	2.35
6	0.87	0.81	0.84	5.1	2.826	3.032	0.932	1.18
7	0.86	0.76	0.81	4	2.061	2.324	0.887	2.50
8	0.95	0.87	0.91	4.1	2.667	2.906	0.918	1.95
9	0.64	0.59	0.615	9.4	2.792	3.024	0.923	0.53
10	1	0.9	0.95	4.1	2.906	3.220	0.903	2.44
11	1.4	1.24	1.32	2	2.737	3.079	0.889	8.00
12	1.17	0.9	1.035	11.1	9.339	11.934	0.783	2.43
13	1.12	1	1.06	4.1	3.618	4.039	0.896	2.93
14	0.97	0.84	0.905	4.2	2.702	3.104	0.870	3.10
15	0.75	0.75	0.75	6.3	2.783	2.783	1.000	0.00
16	1	1	1	4.3	3.377	3.377	1.000	0.00
17	0.76	0.69	0.725	8.1	3.344	3.675	0.910	0.86
18	0.73	0.7	0.715	8.2	3.292	3.432	0.959	0.37
19	1.22	1.16	1.19	4.1	4.560	4.793	0.951	1.46
20	1.13	1.05	1.09	3.1	2.893	3.109	0.930	2.58
21	1.05	0.9	0.975	4.1	3.061	3.550	0.862	3.66
22	1.16	1.15	1.155	4.1	4.296	4.333	0.991	0.24
23	0.93	0.9	0.915	5.3	3.485	3.600	0.968	0.57
24	0.87	0.86	0.865	5.1	2.997	3.032	0.989	0.20
25	1.65	1.5	1.575	2	3.897	4.277	0.911	7.50
26	1.6	1.39	1.495	2.1	3.686	4.222	0.873	0.10
27	1.55	1.45	1.5	2.2	3.888	4.151	0.937	4.55
28	0.91	0.79	0.85	4.1	2.327	2.667	0.872	2.93
29	0.82	0.79	0.805	4	2.036	2.112	0.964	0.75
30	0.9	0.86	0.88	4.2	2.554	2.672	0.956	0.95
31	0.97	0.93	0.95	4.1	2.906	3.030	0.959	0.98
32	0.89	0.85	0.87	4.2	2.497	2.613	0.956	0.95
33	0.9	0.89	0.895	4	2.517	2.545	0.989	0.25
34	0.9	0.89	0.895	4	2.517	2.545	0.989	0.25
35	0.93	0.82	0.875	4	2.405	2.717	0.885	2.75
36	0.88	0.81	0.845	3.9	2.187	2.372	0.922	1.79
37	0.74	0.7	0.72	8	3.257	3.441	0.947	0.50
38	0.6	0.56	0.58	13.5	3.567	3.817	0.934	0.30
39	1.25	1.2	1.225	4.1	4.832	5.031	0.960	1.22
40	1.14	1.1	1.12	3.9	3.842	3.981	0.965	1.03

41	1.1	1	1.05	3.9	3.377	3.706	0.911	2.56
42	0.68	0.6	0.64	13	4.182	4.721	0.886	0.62
43	0.85	0.83	0.84	8	4.433	4.540	0.977	0.25
44	1	0.8	0.9	5.1	3.244	4.006	0.810	3.92
45	0.76	0.65	0.705	5.1	1.991	2.314	0.861	2.16
46	1.15	0.97	1.06	3.2	2.824	3.324	0.850	5.63
47	1.38	1.2	1.29	3.1	4.052	4.637	0.874	5.81
48	1.23	1	1.115	3.1	3.027	3.684	0.822	7.42
49	0.87	0.85	0.86	4	2.324	2.378	0.977	0.50
50	0.73	0.69	0.71	8	3.167	3.348	0.946	0.50
51	0.85	0.84	0.845	10	5.608	5.675	0.988	0.10
52	0.96	0.81	0.885	4.9	3.014	3.547	0.850	3.06
53	0.59	0.45	0.52	15.6	3.313	4.265	0.777	0.90
54	0.6	0.52	0.56	13.9	3.424	3.930	0.871	0.58
55	1	0.7	0.85	12	6.809	9.425	0.723	2.50
56	0.62	0.6	0.61	8.4	2.455	2.536	0.968	0.24
57	0.69	0.68	0.685	8.4	3.096	3.141	0.986	0.12
58	0.85	0.75	0.8	8.2	4.122	4.653	0.886	1.22
59	0.65	0.63	0.64	11.8	3.796	3.916	0.969	0.17
60	0.7	0.53	0.615	15.4	4.575	5.927	0.772	1.10
61	0.78	0.73	0.755	5	2.238	2.389	0.937	1.00
62	0.93	0.87	0.9	5	3.181	3.396	0.937	1.20
63	0.74	0.7	0.72	8.1	3.298	3.484	0.947	0.49
64	0.9	0.8	0.85	6.2	3.518	3.944	0.892	1.61
65	1	0.93	0.965	4	2.926	3.142	0.931	1.75
66	0.83	0.8	0.815	6.1	3.182	3.300	0.964	0.49
67	0.8	0.76	0.78	4.9	2.341	2.463	0.951	0.82
68	0.85	0.8	0.825	5	2.673	2.837	0.942	1.00
						X	0.916	1.763
						S	0.061	1.845
						CV	6.606	104.687