UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA

Efecto de la longitud de la troza en el factor de forma de *Allantoma decandra* (Ducke) S.A. Mori, Ya Y. Huang & Prance (cachimbo) y *Brosimum utile* (Kunth) Oken (panguana) de un bosque de colina baja, región Ucayali, Amazonia Peruana

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO AGROFORESTAL ACUÍCOLA

Presentado por :

Greysi Merlín Rojas Quiñones

YARINACOCHA – PERÚ

2021

ANEXO 16. ACTA DE CALIFICACIÓN DE LA SUSTENTACIÓN DE LA TESIS

En el Distrito de Yarinacocha, en la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonía, en la plataforma virtual de Google Meet, siendo las 16:00 horas del día martes 27 de julio del 2021, se reunió el Jurado de Tesis presidido por el Ing. MSc. Gumercindo Andrés Castillo Quiliano, teniendo como miembros a la Ing. Luisa Riveros Torres y a la Ing. Mg. Karen Stephanny Córdova Flores, para la sustentación de tesis elaborada por la Bachiller ROJAS QUIÑONES, Greysi Merlín, quien expuso la tesis titulada:

Efecto de la longitud de la troza en el factor de forma de *Allantoma decandra* (Ducke) S.A. Mori, Ya Y. Huang & Prance (cachimbo) y *Brosimun utile* (Kunth) Oken (panguana) de un bosque de colina baja, región Ucayali, Amazonia Peruana, a fin de optar el título de INGENIERO AGROFORESTAL ACUICOLA.

Terminada la sustentación, el autor de la tesis respondió a las preguntas formuladas por los miembros del jurado, cuya evaluación se consolida según la tabla y parámetros cuantitativos que siguen:

JURADO DE TESIS		NOTA
Presidente	Ing. M. Sc. Gumercindo Andrés Castillo Quiliano	23
Miembro	Ing. Luisa Riveros Torres	22
Miembro	Ing. Mg. Karen Stephanny Córdova Flores	20
	PROMEDIO	22

El Jurado después de deliberar y calibrar los aportes de la tesis y la fundamentación del sustentante, compatibilizó el resultado cuantitativo con la tabla cualitativa equivalente sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo y con las sugerencias pertinentes, declara la sustentación como **BUENO** asignándole un calificativo de **22 puntos**, según el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia.

Siendo las 17:40 horas del mismo día se dio por terminado el acto de sustentación firmando los miembros del Jurado en señal de conformidad.

Ing. M Sc. Gumercindo Andrés Castillo Quiliano **Presidente**	Ing. Luisa Riveros Torres **Miembro**
Ing. Mg. Karen Stephanny Cordova Flores **Miembro**	

Distribución: Integrantes del Jurado de Tesis, tesista y archivo FICA (Todas con firmas en original).

CONSTANCIA

N°0038

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO TURNITIN

La Biblioteca Central, hace constar por la presente, que le informe Final (Tesis) titulado:

EFECTO DE LA LONGITUD DE LA TROZA EN EL FACTOR DE FORMA DE ALLANTOMA DECANDRA (DUCKE) S.A. MORI, YA Y. HUANG & PRANCE (CACHIMBO) Y BROSIMUM UTILE (KUNTH) OKEN (PANGUANA) DE UN BOSQUE DE COLINA BAJA, REGIÓN UCAYALI, AMAZONIA PERUANA.

Cuyo autor es : **ROJAS QUIÑONES, GREYSI MERLÍN.**

Facultad : FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AMBIENTALES

Escuela Profesional : INGENIERÍA AGROFORESTAL ACUÍCOLA.

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 14%.

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecido en el **artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO**, aprobada con **RESOLUCIÓN N°164-2021-UNIA-CO**, el cual indica que no se debe superar el 24%. Se declara, que el trabajo de investigación: **SI contiene un porcentaje aceptable de similitud y/o plagio, por lo que SI se aprueba su originalidad.**

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

Fecha:17/08/2021

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL DE LA AMAZONIA - UCAYALI

Dr. Jesús Taylor Dávila Francia
Jefe de la Oficina de Biblioteca Central

DEDICATORIA

A mi querido Noé Romeo, quien fue el que me impulso en el proyecto con mayor fuerza, al enseñarme a ser madre en casi dos años, quien en vida fue te quiero mucho mi pequeño precioso.

A mi familia en especial a mi querida madre, Bertha Quiñones Cayra que gracias a ella soy quien soy hoy en día, fue quien me dio cariño y calor humano necesario, es la que vela por mi salud, mis estudios, mi educación, alimentación, horas de consejo, de regaños, de reprimendas, de tristeza y de alegrías de las cuales estoy muy segura que lo ha hecho con todo el amor del mundo para formarme de la manera humilde y de las cuales me siento extremadamente orgullosa.

+

El presente trabajo de investigación y toda mi carrera Universitaria lo dedico a Dios, por brindarme la vida, salud, familia, dándome las fuerzas necesarias para continuar luchando día a día. Por darme paciencia y llenar mi alma de fortaleza en los momentos más difíciles de mi existencia y así poder hacer realidad este gran sueño.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia-UNIA mi alma mater de formación, y a los docentes por sus enseñanzas y esfuerzo en formar profesionales de éxito.

A la empresa maderera MARCOS VELÁSQUEZ S.A.C. y a la Comunidad Nativa de Santa Rosa por las facilidades otorgadas para la ejecución de las labores en el bosque.

Al Ing. M.Sc. Octavio Francisco Galván Gildemeister por su esfuerzo, conocimiento y motivación en la realización de esta investigación.

A la Ingeniera Luisa Riveros Torres por su esfuerzo, conocimiento, paciencia, tiempo y motivación, en el levantamiento de las observaciones de la presente investigación orientándome con sus conocimientos.

Al Dr. Gilberto Domínguez Torrejón (Vicepresidente de Investigación de la UNIA), por el financiamiento de la tesis.

A los jurados de la tesis Ing. M.Sc. Gumercindo Andrés Castillo Quiliano, Ing. Luisa Riveros Torres, Ing. MSc. Karen Stephanny Córdova Flores, por su paciencia y tiempo durante la revisión del levantamiento de observaciones, orientándome acertadamente con sus conocimientos.

Al PhD. Carlos Reynel Rodríguez, Director del Laboratorio de Dendrología y Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales (MOL) de la Universidad Nacional Agraria la Molina, por facilitar la determinación botánica de las especies.

A mis colegas, por el apoyo, amistad y la oportunidad de compartir conocimientos durante la realización de este trabajo.

ÍNDICE

Pág.

DEDICATORIA **3**

AGRADECIMIENTOS **3**

RESUMEN **10**

ABSTRACT **11**

I. INTRODUCCIÓN **12**

II. REVISIÓN DE LITERATURA **14**

2.1. Antecedentes de la investigación **14**

2.2. Bases teóricas **16**

2.2.1. Medición de la forma 16

2.2.2. Sólidos geométricos o tipos dendrométricos 18

2.2.3. Factor de forma 19

2.2.4. Medición del volumen de trozas 23

2.2.5. Características de *Allantoma decandra* 26

2.2.6. Características de *Brosimum utile* 27

III. MÉTODOS **29**

3.1. Ubicación y descripción del área de estudio **29**

3.2. Identificación y descripción del material experimental **29**

3.3. Procedimientos **30**

3.3.1. Ubicación de los árboles 30

3.3.2. Recolección, preparación y secado de las muestras botánicas 30

3.3.3. Medición de los diámetros del fuste 30

3.4. Cálculo del volumen de las trozas **31**

a. Cálculo del volumen del cilindro 32

b. Cálculo del factor de forma 32

3.5. Variables **32**

3.6. Población y muestra **32**

3.7. Tratamientos **33**

3.8. Recolección de datos **33**

3.9. Procesamiento de los datos 33

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 35

4.1. De *Allantoma decandra* 35

4.1.1. Análisis del volumen de *Allantoma decandra* 35

4.1.2. Análisis del factor de forma de *Allantoma decandra*. 37

4.2. De *Brosimum utile* 41

4.2.1. Análisis del volumen de *Brosimum utile* 41

4.2.2. Análisis del factor de forma de *Brosimum utile* 45

V. CONCLUSIONES 50

VI. BIBLIOGRAFÍA 51

VII. ANEXOS 55

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Factores de forma de especies en un bosque de terraza alta de la zona de Codo de Pozuzo..... 15
Cuadro 2. Tabla volumétrica de las especies forestales en estudio. 15
Cuadro 3. Coordenadas UTM para la PC 2. 29
Cuadro 4. Estadísticos del volumen del fuste (en m^3) de *Allantoma decandra* medidos con trozas de un metro, dos metros y longitud de extracción. 35
Cuadro 5. Coeficientes de correlación de Pearson entre volúmenes calculados con trozas de diferentes longitudes de *Allantoma decandra.* 37
Cuadro 6. Estadísticos descriptivos del factor de forma de los árboles de *Allantoma decandra.* 38
Cuadro 7. Coeficientes de correlación de Pearson entre factores de forma calculados con trozas de diferentes longitudes para *Allantoma decandra*..... 39
Cuadro 8. Estadísticos del volumen del fuste (en m^3) *Brosimum utile* medidos con trozas de un metro, dos metros y longitud de extracción. 42
Cuadro 9. Coeficientes de correlación de Pearson entre volúmenes de árboles calculados con trozas de diferentes longitudes de *Brosimum utile* 43
Cuadro 10. Estadísticos descriptivos del factor de forma de *Brosimum utile.*..... 45
Cuadro 11. Coeficientes de correlación de Pearson entre factores de forma calculados con trozas de diferentes longitudes para *Brosimum utile*. 47

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Sólidos geométricos o tipos dendrométricos. 18
Figura 2. Volumen a partir de diámetros extremos. 25
Figura 3. Medición de la variable diámetro en el fuste comercial. 25
Figura 4. Puntos de medición de los diámetros del fuste. 31
Figura 5. Valores individuales y medianas del volumen de *Allantoma decandra* por longitud de troza. 35
Figura 6. Volumen de *Allantoma decandra* por longitud de la troza. 36
Figura 7. Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov para el volumen de los árboles de *Allantoma decandra*. 37
Figura 8. Valores individuales y mediana del factor de forma de los árboles de *Allantoma decandra* por longitud de la troza. 38
Figura 9. Factor de forma de *Allantoma decandra* por longitud de la troza. 39
Figura 10. Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov del factor de forma de *Allantoma decandra*. 40
Figura 11. Valores individuales y medianas del volumen de *Brosimum utile* por longitud de la troza. 42
Figura 12. Volumen de *Brosimum utile* por longitud de la troza. 43
Figura 13. Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov del volumen de *Brosimum utile*. 44
Figura 14. Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov del volumen de *Brosimum utile* transformado por el logaritmo neperiano más uno. 44
Figura 15. Valores individuales y mediana del factor de forma de *Brosimum utile* por longitud de la troza. 46
Figura 16. Factor de forma de *Brosimum utile* por longitud de la troza. 46
Figura 17. Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov del factor de forma de *Brosimum utile*. 47

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Medición de la longitud del fuste cada metro. 55
Anexo 2. Cuando los fustes fueron delgados se hicieron las mediciones del diámetro con la forcípula de aluminio. 55
Anexo 3. Cuando los fustes fueron gruesos se hicieron las mediciones del diámetro con la forcípula de madera. 55
Anexo 4. Recolección y selección muestras botánicas. 56
Anexo 5. Preservado de las muestras botánicas. 56
Anexo 6. Etiquetado de las muestras botánicas. 56
Anexo 7. Secado Muestras Botánicas. 57
Anexo 8. Prueba de homogeneidad de varianza de Bartlett para el volumen de *Allantoma decandra*. 57
Anexo 9. Análisis de varianza del volumen para *Allantoma decandra*. 57
Anexo 10. Prueba de homogeneidad de análisis de varianza de Bartlett para el factor de forma de *Allantoma decandra*. 58
Anexo 11. Análisis de varianza del factor de forma para *Allantoma decandra*. 58
Anexo 12. Prueba de homogeneidad de varianza para el volumen de *Brosimum utile*. 58
Anexo 13. Análisis de varianza del volumen para *Brosimum utile*. 59
Anexo 14. Prueba de comparación de medias de Tukey para el volumen de *Brosimum utile*. 59
Anexo 15. Prueba de comparación de medias de Fisher para el volumen de *Brosimum utile*. 59
Anexo 16. Prueba de comparación de medias de Bonferroni para el volumen de *Brosimum utile*. 59
Anexo 17. Prueba de Bartlett de homogeneidad de análisis de varianza para el volumen de *Brosimum utile*. 60
Anexo 18. Análisis de varianza del factor de forma para *Brosimum utile*. 60
Anexo 19. Prueba de comparación de media de Tukey para el factor de forma de *Brosimum utile*. 60
Anexo 20. Prueba de comparación de media de Fisher para el factor de forma de *Brosimum utile*. 61
Anexo 21. Pruebas de comparaciones de media de Bonferroni para el factor de forma de *Brosimum utile*. 61
Anexo 22. Tablas y base de datos de la investigación. 61
Anexo 23. Determinación de volumen y factor de forma de *Brosimum utile*. 71
Anexo 24. Volumetría de *Allantoma decandra*. 91
Anexo 25. Volumetría de *Brosimum utile*. 92

Anexo 26. Constancia de determinación botánica. 94

RESUMEN

El objetivo fue determinar el factor de forma, de *Allantoma decandra* y *Brosimum utile*, en función a tres tratamientos, correspondientes con la medición del volumen del fuste en secciones de un metro, de dos metros y de longitud de extracción (aproximadamente 6.20 metros). Se trabajó en un bosque de colina baja, en la Comunidad Nativa Santa Rosa, Ucayali, Amazonia peruana. Se seleccionaron, al azar, 14 árboles de *Allantoma decandra* y 30 árboles de *Brosimum utile*, de 90 y 296 árboles de las especies correspondientes. Para calcular el volumen de cada sección se empleó la fórmula Smalian. Para *A. decandra* se encontró, respectivamente, que la media y la desviación estándar del factor de forma fue 0.61 y 0.10 (con secciones de uno y dos metros) y 0.60 y 0.08 (con largo comercial). El análisis de varianza (p=0.369) no reportó diferencias entre los factores de forma. Para *B. utile* se encontró, respectivamente, que la media y la desviación estándar del factor de forma fue 0.71 y 0.11 (con secciones de uno y dos metros) y 0.65 y 0.12 (con largo comercial). El análisis de varianza (p=0.000) y las pruebas de Tukey, Fisher y Bonferroni indicaron que hay diferencias entre los factores de forma calculados con secciones de uno y dos metros con el factor de forma calculado en secciones de largo de extracción. Se consideró adecuado el empleo de un factor de forma de 0.72 para *A. decandra* y de 0.82 para *B. utile*. El factor de forma de 0.65 de la autoridad forestal es menor que los valores hallados en este estudio.

ABSTRACT

The objective was to determine the form factor of *Allantoma decandra* and *Brosimum utile*, based on three treatments, corresponding to the measurement of the volume of the stem in sections of one meter, two meters and extraction length (approximately 6.20 meters). Work was carried out in a low hill forest, in the Santa Rosa Native Community, Ucayali, Peruvian Amazon. 14 *Allantoma decandra* trees and 30 *Brosimum utile* trees were randomly selected from 90 and 296 trees of the corresponding species. The Smalian formula was used to calculate the volume of each section. For *A. decandra* it was found, respectively, that the mean and the standard deviation of the form factor were 0.61 and 0.10 (with sections of one and two meters) and 0.60 and 0.08 (with commercial length). The analysis of variance ($p = 0.369$) did not report differences between the form factors. For *B. utile* it was found, respectively, that the mean and the standard deviation of the form factor were 0.71 and 0.11 (with sections of one and two meters) and 0.65 and 0.12 (with commercial length). The analysis of variance ($p = 0.000$) and the Tukey, Fisher and Bonferroni tests indicated that there are differences between the form factors calculated with sections of one and two meters with the form factor calculated in sections of extraction length. The use of a form factor of 0.72 for *A. decandra* and 0.82 for *B. utile* was considered adequate. The 0.65 form factor of the forest authority is lower than the values found in this study.

I. INTRODUCCIÓN

Con la aprobación de la, Ley Forestal y de Fauna Silvestre N° 27308, en el año 2000; actualmente sustituida por la Ley N° 29763, se inició en el Perú la obligatoriedad de aprovechar los bosques amazónicos mediante planes de manejo forestal, basados en inventarios forestales y censos comerciales. A partir de la Ley N° 27308, se emitió la Resolución Jefatural N° 109-2003-INRENA, que aprobó los lineamientos y formatos para elaborar los planes generales de manejo forestal y los planes operativos anuales; y la Resolución Jefatural N° 232-2006-INRENA, que aprobó los términos de referencia para la formulación del plan de manejo forestal, planes operativos anuales y plan general de manejo forestal en bosques de comunidades nativas o campesinas con fines de comercialización.

Las dos resoluciones, antes mencionadas, obligaron a ejecutar censos comerciales o inventarios al 100%, para lo cual era y es necesario calcular los volúmenes de madera de árboles en pie; mediante el uso de un factor mórfico o factor de forma de 0.65 o 0.70. No obstante, se ha constatado que la falta de factores mórficos por especie (grupo de especies), por sectores geográficos y por ecosistemas dificulta efectuar un buen cálculo de los volúmenes de madera (Prodan *et al.* 1997, Imaña 1998, Dauber 2001, Mejía 2013, Estremaydoro 2014 y Figueroa 2018) . Además, la falta de factores de forma por especie, o por grupo de especies, con formas similares de fuste, genera problemas administrativos entre los productores forestales (concesionarios, comunidades nativas y propietarios de predios privados) (Figueroa 2018) con la autoridad nacional forestal (SERFOR), con el organismo de supervisión forestal (OSINFOR) y con las autoridades regionales forestales. También dificulta la planificación de la transformación, comercialización y mercadeo de los productos forestales; pues en la práctica, se carece de un conocimiento preciso del volumen de madera que se puede aprovechar (Estremaydoro 2018).

Lo mencionado anteriormente afecta, también, el aprovechamiento de las especies forestales maderables *Allantoma decandra* y *Brosimum utile*; las mismas que tienen importancia para una gran variedad de usos locales y se están aprovechando con mayor intensidad en estos últimos años, incrementando su comercialización en el mercado, por lo que se necesita mayor información específica y confiable en los cálculos de volumen (CC. NN. Santa Rosa y Velásquez 2019).

Esta propuesta de investigación servirá para mejorar la estimación del volumen de madera de las especies *Allantoma decandra* y *Brosimum utile*, en los inventarios forestales y censos comerciales.

En la actualidad para los cálculos de volúmenes de madera, se utiliza un factor de forma general de 0.65 (Resolución de Dirección Ejecutiva N° 046-2016-SERFOR-DE), aplicado para todas las especies en inventarios y censos comerciales, que puede generar la subestimación o sobreestimación de volúmenes de madera. Para resolver este problema, se realizó la presente investigación, la misma que tiene como objetivo principal del trabajo fue determinar el efecto de la longitud de la troza en el factor de forma de *Allantoma decandra* y *Brosimum utile* de un bosque de colina baja, región Ucayali, Amazonia Peruana.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes de la investigación

Estudios realizados por el Proyecto Dauber (1997), propusieron un procedimiento adecuado para la ampliación de la base de datos y la derivación de tablas volumétricas y/o factores de forma de varias especies del trópico. Encontrando que los factores de forma para varias especies, en dos sitios de la amazonia boliviana: Sector de Lomerío con una zona ecológica de bosque seco y de transición de la Chiquitania en las especies de *Cedrela fissilis, Amburana cearensis y Tabebuia sp.,* muestran factores de forma de 0.76, 0.78 y 0.77; respetivamente, mientras que en el sector de la reserva forestal Chore con un tipo de bosque húmedo tropical y sub tropical con especies *Dipterix odorata, Hura crepitans y Cariniana sp.,* muestran factores de forma de 0.82, 0.84 y 0.83.

En los bosques de colina en Iquitos-Nauta, desarrollaron un análisis del factor de forma de seis especies forestales tropicales y obtuvieron como resultado que existe diferencia del factor de forma entre familias, obteniendo para la familia Lauraceae el factor de forma de 0.531, para Myristicaceae de 0.603, Lecythidaceae de 0.614, Moraceae de 0.640, Sapotaceae de 0.675 y Leguminosae de 0.714 (Ojeda 1983).

En el bosque subtropical y un bosque subtropical húmedo, en la zona de Santa Cruz, Bolivia, el proyecto BOLFOR, determinó el factor de forma mediante la fórmula de Dauber (2001), para *Cariniana ianeirensis* se obtuvo un factor de forma de 0.64), *Hura crepitans* de 0.71 y *Zanthoxylum sp.*, de 0.72 (Harausz 2003).

La determinación del factor de forma de *Dipteryx micrantha* Harms (Shihuahuaco) en la zona de Madre de Dios, de un bosque de colina alta, medio y bajo, obtuvieron un factor de forma de 0.79 superando lo establecido por el Instituto Nacional de Recursos Naturales mediante Resolución Jefatural N° 109-2003-INRENA (Ovalle 2008).

En la Provincia de Tahuamanu, región de Madre de Dios, dentro de un Bosque de Colina Baja, se realizó un estudio del factor de forma o coeficiente mórfico de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada) por cual utilizaron la fórmula modificada de Smalian (FAO 1974), obtuvieron como resultado de *Manilkara bidentata* (Quinilla colorada) de factor de forma 0.82 (Estremadoyro 2014).

En un bosque de terraza alta, de la zona de Codo de Pozuzo, determinaron el factor de forma de cada especie comercial (Cuadro 1), la cual obtuvieron el factor de forma de *Cariniana sp.* de 0.788 en base a dos árboles (Ruiz 2007).

Cuadro 1. Factores de forma de especies en un bosque de terraza alta de la zona de Codo de Pozuzo.

Especie	Nombre científico	Nº	Ff
Sachavaca	*Cunuria sp.*	18	0.643
Shaire Pacae	*Sclerolobium sp.*	15	0.687
Marupa	*Simaruba sp.*	14	0.697
Cumala Roja	*Virola sp.*	11	0.709
Almendro	*Couratari sp.*	6	0.699
Cabeza de Mono	*s/nc*	4	0.699
Cumala	*Virola sp.*	4	0.722
Cumala Blanca	*Virola sp.*	4	0.692
Caimito	Pouteria sp.	3	0.684
Copaiba	*Copaifera sp.*	3	0.746
Palta	*s/nc*	3	0.667
Shihuahuaco	*Dipterix sp.*	3	0.712
Tomillo	*Cedrelinga Cateniformi*	2	0.742
Cashimbo	*Cariniana sp.*	2	0.788
Hígado	*s/nc*	2	0.759
Huayruro	*Ormosia sp.*	2	0.705
Moena	*Aniba sp.*	4	0.766

En un bosque muy húmedo tropical de la Provincia de Orellana-Ecuador, los factores de forma fueron determinados con la fórmula de Smalian, resultando un factor de forma de 0.9 para la especie de *Otoba sp.*, 0.8 para *Cedrelinga cateniformes*, 0.7 para el *Ceibo samauma*, 0.7 para *Nectandra sp.* y 0.6 para el *Cordia alliodora* (cuadro 2), con una diferencia significativa en comparación al volumen real (Sánchez 2012).

Cuadro 2. Tabla volumétrica de las especies forestales en estudio.

ESPECIE	Vol. Aplicando FF	Vol. Cilindro m^3	Vol. Estimado	Factor de forma	Vol. Con el ff 0,7
Otoba sp.	4,19	4,31	4,17	0,9	3,04
Cedrelinga cateniformes	15,21	19,8	15,24	0,8	13,85
Ceibo samauma	19,77	24,97	19,76	0,7	17,48
Nectandra sp.	4,91	6,66	4,61	0,7	4,66
Cordia alliodora	0,58	0,97	0,58	0,6	0,68

Especialistas en estándares NHLA hacen mención, que los concesionarios de bosques deberían contribuir también, a un mejor conocimiento del bosque y medición de los árboles, entregando anualmente al control forestal, datos de por lo menos de 5 a 10 especies, con 10 árboles talados por especie, de las autorizadas para su aprovechamiento. Estos datos serian compartidos con los centros de enseñanza forestal para la determinación del factor de forma o coeficientes de forma de las especies trabajadas. De este modo se activaría una línea de investigación alimentada por los actores involucrados en beneficio mutuo (Vásquez 2017).

El factor de forma fue determinado en base a los resultados de campo por medio del proceso de convergencia para especies conocidas comúnmente como *Albizia sp.* con un factor de forma de 0.80; *Cariniana decandra* de 0.67 y *Cedrelinga cateniformis* de 0.66, la cual mencionan que pueden aplicarse como referencia para la formulación de Planes de Manejo Forestal (SERFOR 2017).

En los bosques de terraza media y bosques de terraza alta, de la Provincia de Atalaya y Coronel Portillo de la región de Ucayali, determinaron el factor de forma de la especie *Caryocar amygdaliforme* (Almendro) de 0.7504, existiendo diferencia con el factor de forma recomendado (0.65), siendo un 15.44%, (Figueroa 2018).

En la zona de Madre Dios se calculó los volúmenes individuales utilizando la fórmula de Smalian para cada sección del fuste, obteniendo como resultado el factor de forma de la especie forestal *Swietenia macrophylla* (Caoba) es 0.73, siendo mayor en más del 10 % al factor de forma nombrado por el Ministerio de Agricultura (MINAN) de 0.65 (Escobar 2018).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Medición de la forma

La captación de forma es real en su entorno a través del cálculo de diámetros a diferentes alturas, y son términos como factor de forma, cociente de forma, series de ahusamiento y tablas o funciones de ahusamiento las que se utilizan para definirla. Otras calificaciones son factor, cociente mórfico, series, tablas y funciones de conicidad. Estos son señalados modelos fustales, porque constituyen el perfil fustal (Prodan *et al*. 1997).

Las especies forestales demuestran poseer plasticidad de acomodación a esas exigencias lo que permitirá que una misma especie plantada y tratada en condiciones diferentes producirá evidentemente diversas formas (apariencias) de crecimiento y su fisonomía. Por lo tanto, están en función directa de las exigencias naturales del medio ambiente y del efecto de la intervención de los sistemas de manejo y de ordenación (Imaña 1998 y Mejía 2013) con la que se adapta un árbol a las condiciones climáticas en que vive. Depende de la edad, características ambientales, de la autopoda del fuste (Mejía 2013); así como también la

calidad de estación o factores genéticos, entre otros que afectan la forma del árbol (Ovalle 2008).

Los errores en la evaluación de la altura sobresaltan significativamente el cálculo del volumen de los árboles, lo cual puede concluir en resultados inexactos en inventarios forestales y, por ende, a erróneas decisiones económicas y financieras (Barrena y Llerena s/f).

Para realizar una cubicación rigurosa, es importante la precisión en la toma de las mediciones, por lo tanto se debe usar la forcípula con las siguientes condiciones: la barra debe ser recta, suficientemente larga y estable, con una graduación precisa y legible; ser perpendiculares a la barra y paralelos entre si y el movimiento del brazo debe realizarse con facilidad, pero en ningún caso debe estar suelto (Prodan *et al.* 1997) y para medir los diámetros, está dividido en centímetros y milímetros (Dauber 1997, Aldana 2008, Sánchez 2012).

La forcípula puede ser de madera o de aluminio y con errores que producen por la forma excéntrica de la sección transversal del fuste se compensan mediante la medición de dos diámetros en el mismo árbol, siendo importante para árboles derribados, ya que al caer se voltea a lado más ancho (Aldana 2008, Imaña 1998). También este instrumento de medición es únicamente para emplear en trabajos de investigación dendrométricos, de la misma que está dada a un intervalo de 1 cm lo que satisface a la dasometría (Imaña 1998).

Cuando el instrumento es construido de metal leve (normalmente ligas de aluminio) se evita error de medida producido con aquellos construidos inicialmente de madera (Imaña 1998). Es de suma importancia medir la madera en todo proceso de elaboración y de comercialización, el personal de campo o técnico maderero calificado debe dominar y tener las capacidades técnicas al momento de cubicar la madera, ya que los encontrara en todas las etapas productivas y actividades forestales (Sánchez 2012, Estremaydoro 2014).

Esta diferencia es influenciada por la zona ecológica que tiene una marcada influencia en el crecimiento debido a las diversas temperaturas, regímenes de precipitación y radiación solar, periodos climáticos que influyen en la producción no solo cuantitativamente sino cualitativa y por ende en la forma de los árboles (Prodan *et al*. 1997). El factor de forma es influenciado por la especie, el sitio, el espaciamiento, los tratamientos silviculturales (raleos), la edad (Imaña 1998), densidad del rodal, la herencia, la base del fuste y la posición sociológica de un individuo (Ruiz 2007).

Otro factor que influye considerablemente es la calidad de sitio (si la calidad de sitio es baja los factores mórficos son mayores); en rodales la densidad de individuos tiene una marcada influencia en el coeficiente mórfico, debido a que aumentos en la densidad, eliminan parte del

tamaño de copa lo que provoca una formación más cilíndrica de los árboles (Prodan *et al.* 1997).

2.2.2. Sólidos geométricos o tipos dendrométricos

Las partes del fuste del árbol se asemejan a determinados sólidos geométricos o tipos dendrométricos. Siendo común que la base del árbol se asemeja a un neloide, o a un cilindro; que la parte intermedia se asimila a un paraboloide, y que el ápice o punta se parece a un cono, entre otros (Imaña 1998, Aldana 2008).

La variación de la base al ápice de las partes del árbol, no es clara y precisa que se asemejan a un determinado sólido geométrico, según se visualiza en la figura 1, bastaría que fuese calculado el volumen de la porción del árbol, conforme el sólido geométrico semejante. Sin embargo, este hecho no es posible. Por eso fueron desarrolladas varias fórmulas (metodologías) para hacer la cubicación rigurosa de los árboles (Aldana 2008). También se le conoce en la literatura como taper o adelgazamiento (Imaña 1998).

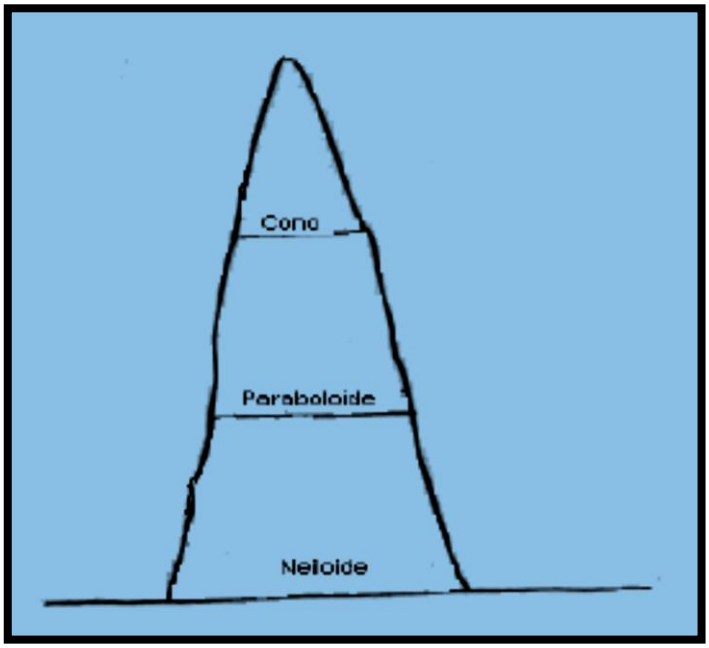


Figura 1. Sólidos geométricos o tipos dendrométricos.

Los fustes tienen cierta conicidad, difiriendo en la forma del cilindro, por lo que la forma se le considera como un tercer parámetro de estimación (Ugalde 1981, Dauber 1997). Este es considerado como un sólido compuesto de varias figuras geométricas; la forma se debe a la disminución del diámetro con el aumento de la altura, a lo que se denomina ahusamiento, y para valorarlo se busca la relación del volumen del árbol con el volumen de algún sólido geométrico, o la relación existente entre dos diámetros del mismo fuste (Ugalde 1981).

Mientras el fuste cónico se caracteriza por un factor de forma real de 0.407 y el paraboloide por un factor real de 0.555, ambos fustes representan el mismo factor de forma falso: $f_{1.3}$=0.407 (Prodan *et al*. 1997).

La forma del fuste de muchos árboles especialmente coníferas, son caracterizados por un fuste central definido; la cual se hace llamar fuste de tipo excurrente, presentándose solo en su parte inferior hasta el inicio de la copa, siendo un fuste definido, pero debido a la gran ramificación se pierde esa característica. Y esta forma se llama delicuescente. Todos los árboles tienen una forma fustal típica, que varía de especies en especie, depende del sitio y de la densidad del árbol (Prodan *et al.* 1997).

2.2.3. Factor de forma

El comienzo de la teoría del factor de forma es desde Paulsen (1787), también realizaron un tributo significativo a esta teoría y los clásicos de la Dasometría Hossheld (1812), Huber (1824), König (1813), Smalian (1837) y Klauprecht (1842), quienes desarrollaron conceptos y métodos de cálculos (Aldana 2008).

El factor de forma es, en resultado, un factor de reducción muy importante para comprobar con una exactitud, bastante próxima a la realidad del volumen del cilindro al volumen real del árbol, cada árbol se manifiesta en los diversos diámetros y en su disminución con la altura creciente (Prodan *et al*. 1997, Aldana 2008, Mejía 2013). Para definir la forma de la madera comercial se refiere al factor de forma, o sea al cociente del volumen real y el volumen del cilindro de referencia (Dauber 1997, Figueroa 2018). Al volumen del sólido de referencia también se le denomina volumen aparente (Figueroa 2018).

El factor de forma renueva de acuerdo con el lugar donde es deducida el área de la sección transversal (Aldana 2008).

El cálculo del factor de forma es importante para un adecuado procesamiento de datos de un inventario forestal, ya que en bosque se toman medidas directas, diámetro a la altura del pecho (d.a.p.), así como indirectas, altura del tronco (Figueroa 2018).

El instrumento para calcular el volumen comercial de árboles en pie es la tabla volumétrica o un factor de forma (Dauber 1997). Un estudio completo o general de este factor debe ser estudiado o sustituido si fuera necesario por formas más adecuadas (Dauber 1997, Sánchez 2012, Armijos 2013). Hasta la fecha se manipula un factor mórfico de 0.65 (según Heinsdijk) (Dauber 2001) y por convenio utiliza el factor de forma 0.70 para todas las especies (Armijos 2013).

Para la planificación del aprovechamiento de madera comercial en los bosques privados y/o de libre disponibilidad que corresponden al Estado peruano, el concesionario o persona

natural que esté interesado requiere de información referente al volumen de madera comercial y consecuentemente la valorización económica del bosque para la toma de decisión, es por ello que es importante utilizar el mejor factor de forma, para el cálculo del volumen de madera de las especies comerciales, que permita conocer con mayor precisión las condiciones que presenta el bosque, para su aprovechamiento; actualmente se está utilizando el factor de forma 0,65 en las concesiones forestales (Wong 2015) .

Para la toma de decisiones en la gestión y manejo forestal de la madera son valorados económicamente en función a la ecuación del volumen, son utilizados para estimar el volumen de un árbol en base a variables de fácil medición en el campo siendo el DAP y la altura del fuste, además se adiciona una variable más que es el factor de forma, el cual desarrolla un cálculo más exacto del volumen del fuste (Escobar 2018, Lema 1995).

Generalmente se concluye que el volumen de un árbol es posible obtenerlo como el producto de un cilindro por un número corrector de acuerdo con su forma, o a través del fraccionamiento parcial del tronco de los árboles, bien sea con ecuaciones simples para calcular el volumen de trozas, como por ejemplo: Huber, Smalian, Newton (Imaña 1998), Breyman, Simony, etc. (Lema 1995).

La dificultad en la determinación directa del volumen mediante la cubicación de secciones, hace beneficioso contar con expresiones matemáticas que, basadas en una muestra objetivamente seleccionada y cuidadosamente medida, admiten estimar el volumen de los árboles sobre la base de mediciones simples. Por lo tanto, la estimación del volumen del árbol individual es un problema relevante en dendrometría e inventarios forestales (Prodan *et al.* 1997).

La forma del árbol va variando con la altura, pues los diámetros decrecen con esta. Para valorar la forma, se recurre entre otras cosas a relacionar el volumen del árbol con el de un sólido geométrico de revolución, o a relacionar dos diámetros del mismo fuste, o varios de ellos y sus volúmenes. Cada volumen que se quiera expresar, total, comercial, etc., tendrá entonces un factor característico. Cuando se trata de relación del volumen del árbol con el del sólido geométrico aparece el concepto de factor mórfico, que permite deducir el volumen de un árbol con base en un cilindro que tenga igual base e igual altura que él (Lema 1995).

El factor individual de forma varía con las dimensiones del fuste, con la especie y también difiere de árbol a árbol. Para contrarrestar esta variabilidad, se tiene que basarse en un número suficiente de árboles por especie para poder calcular promedios del factor de forma confiables (Dauber 1997).

El volumen del cilindro:

$$V_C = \frac{\pi}{4}(DAP)^2 h$$

Vc = volumen del cilindro

DAP = Diámetro altura del pecho

h = altura

π = 3.1416

Así, para estimar el volumen del árbol es necesario multiplicarlo por un factor de forma, obtenido a partir de los árboles cubicados rigurosamente, teniendo como base del cilindro, el DAP (Aldana 2008).

Ugalde (1981), dice que la figura del árbol se usa principalmente para el cálculo de su volumen geométrico. La forma se debe a la disminución del diámetro con el aumento de altura, y para valorarla se busca la relación del volumen del árbol con el volumen de algún sólido geométrico, o la relación que existen entre dos diámetros del mismo fuste, por eso se distinguen:

a. Factor volumétrico de forma (f): es la relación del volumen de un árbol con el volumen de cierto cilindro por eso (Malleux y Montenegro 1971 citado por Estremaydoro 2014, Imaña 1998, Ugalde 1981, Armijos 2013), a este factor se le conoce con distintos nombres, factor de forma (FF); coeficiente mórfico (CM) o factor mórfico, siendo también mencionados en las tesis (Mejía 2013, Estremaydoro 2014, Ovalle 2008, Figueroa 2018), la fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$f = \frac{volumen\ del\ árbol}{vol.\ sólido\ geométrico} \qquad o \qquad f = \frac{Volumen\ real\ fuste}{Volumen\ cilindro}$$

Además la forma tradicional para determinar el volumen de madera de un árbol es: $\mathrm{V} = \mathrm{AB} * \mathrm{H} * \mathrm{F}$ de tal forma que: $f = \frac{Vol.\ Árbol}{AB * h}$

Vol. = volumen

AB = área basal

h = altura

f = factor de forma

Siendo que el denominador corresponde a la fórmula del volumen de un cilindro de base igual al diámetro del DAP, dependiendo donde se considere para el cálculo correspondiente del área transversal y la altura (Imaña 1998).

b. Factor diamétrico de forma (CF): es una relación de diámetros generalmente en el denominador se pone el DAP y en el numerador un diámetro menor (D_1) tomando a una altura prefijada, sobre el DAP (Imaña 1998, Ugalde 1981) indican que:

$$CF = \frac{Diámetro\ arbitrario\ o\ \ D_i}{DAP} \qquad (**)$$

Relación entre los factores volumétrico y diamétrico (Ugalde 1981, Imaña 1998), sabiendo que: la fórmula anteriormente tratada (**)

$$f = \frac{Di^2 * \left(\frac{\pi}{4}\right) * H}{DAP^2 * \left(\frac{\pi}{4}\right) * H} = \frac{Di^2}{DAP^2}$$

$$\frac{Di}{DAP} = raíz\ de\ f$$

$$CF = raíz\ de\ f$$

$$CF^2 = f$$

f = factor de forma

D i = diamétro inicial

DAP = diamétro altura pecho

CF = factor diamétrico de forma

Siendo que el denominador corresponde a la fórmula del volumen de un cilindro de base igual al diámetro del DAP, dependiendo donde se considere para el cálculo correspondiente del área transversal y la altura (Imaña 1998).

El factor de forma o real, es una caracterización de la forma geométrica del fuste. Sin embargo, tiene el defecto de requerir un diámetro de referencia que se encuentra a una distancia variable desde la base y por lo tanto difícil de medir. El factor de forma falso, por su parte, se refiere al DAP, el cual se puede medir fácil y cómodamente tanto en madera volteada como en árboles en pie, pero caracteriza solo muy burdamente la forma fustal (Prodan *et al.* 1997).

Midiendo el Dap, la altura de un árbol y conociendo su factor de forma, podemos determinar el volumen de ese árbol. Sin embargo, hay un problema y es que el factor de forma de un árbol recién se conoce cuando se conoce su volumen. Obviamente, no tiene sentido medir el volumen de un árbol para calcular su factor de forma, para luego determinar el mismo volumen que ya se conoce, por lo que es necesario determinar un valor promedio del coeficiente, aplicables a todos los árboles de interés. Para su cálculo se selecciona una muestra de árboles del conjunto de interés, a cada uno se mide el Dap, la altura, el volumen y esos datos se estima el factor promedio. Finalmente, se aplica este factor promedio a todos los árboles de interés (Ovalle 2008). En consecuencia, una vez determinado el factor promedio, la fórmula a aplicar es: $V = G * H * F$; donde volumen (V), altura (H), factor de forma (F) (Sapgya Forestal 2006 citado por Estremaydoro 2014, Ovalle 2008).

2.2.4. Medición del volumen de trozas

El volumen de los árboles se puede determinar ya sean talados o en pie, los árboles talados frecuentemente se subdividen en trozas. Para conocer el volumen de un árbol o de sus partes con bastante precisión se puede seguir distintos métodos: El desplazamiento de agua (Principio de Arquímedes), El peso (relación entre el volumen y el peso) y la cubicación (medida de dimensiones geométricas). El tercer método, es el que más usa el técnico forestal (Ugalde 1981).

El volumen es en definitiva, el resultado más importante del inventario forestal, como indicador del potencial o capacidad de producción del bosque (Malleux y Montenegro 1971 citado por Escobar 2018).

Para calcular el volumen de un árbol con bastante precisión se hace necesario su apeo y cubicación rigurosa (Lema 1995, Dauber 1997, Imaña 1998, Aldana 2008), entonces quiere decir que el trabajo de medir se puede efectuar eficientemente, luego los cálculos de volumen para cada sección aprovechable se realizan después en gabinete utilizando ya sea la fórmula Smalian, Huber o la del cilindro. Cuando la última sección (ápice del tronco) fuese menor al largo de las secciones con que se trabaja, esta debe ser medida con el cono (Dauber 1997, Imaña 1998).

La cubicación por secciones, para disminuir los errores que se presentan por la inconformidad de una fórmula frente a una forma característica de una troza, se propone aumentar el número de mediciones reduciendo las distancias entre secciones, con lo cual se produce una mejora notable con la estimación (Lema 1995).

La fórmula de Smalian para la cubicación por secciones se divide el tronco en cierto número de secciones de igual longitud (o altura). Por comodidad y experiencia se recomienda dividir los árboles en décimos de su longitud (altura). Se evalúa cada sección y por sumatoria se obtiene un volumen más ajustado, o se juntan trozas (Lema 1995).

Normalmente la longitud de las secciones está entre 1m y 2m. Debe ser tal que se controle al máximo el efecto de la conicidad y que las secciones sean regulares (Aldana 2008).

Existen reglas para medir el volumen (cubicar) madera rolliza o madera aserrada de trozas. Por qué sirven para medir el volumen del fuste completos (árboles tumbados, no de árboles en pie), en ese caso el volumen se obtiene por adicción los volúmenes de las trozas. La madera en rollo y trozas para la determinar el volumen es a partir del diámetro (Cuadra y González 2004, Armijos 2013).

Las tres fórmulas más conocidas y utilizadas son: Smalian, Huber y Newton (Prodan *et al.* 1997, Diéguez *et al.* 2003, Ugalde 1981).

a. Diámetro tomado en cuenta el extremo menor de la troza / Vol. A partir del diámetro menor, la fórmula siguiente es:

$$V = (D.menor)^2 * 3.1416 * \frac{L}{4}.$$

Dónde:

V= Volumen, m^3 SCC (metros cúbicos sólidos con corteza)

D. Menor: Diámetro, extremo menor de la troza, en m.

L: Longitud de la troza, en m.

b. Diámetro en el medio de la troza (Huber) / Volumen a partir del diámetro en el medio de la troza: conocida como fórmula del área media o central, esta da buena cubicación y estima muy bien los volúmenes de cilindros y paraboloides, pero subestima el de conos y neiloides (Prodan *et al.* 1997, Diéguez *et al.* 2003, Ugalde 1981) la fórmula se expresa de la siguiente manera.

$$V = (D.med)^2 * 3.1416 * \frac{L}{4}$$

o

$$V = S_m * l = \frac{\pi}{4} * d_m^2 * l$$

V= volumen del cilindro

D. med= diámetro medio

L= longitud de la troza

S_m=diámetro

π=3.1416

c. Fórmula de Newton: cubica correctamente cilindros, paraboloides, conos y neloides; completos y truncados (Prodan *et al.* 1997, Diéguez *et al.* 2003, Ugalde 1981).

$$V = L\ \frac{A_1 + 4A^l + A_2}{6}$$

V= volumen de la troza

L= largo de la troza

A_1=área en un extremo

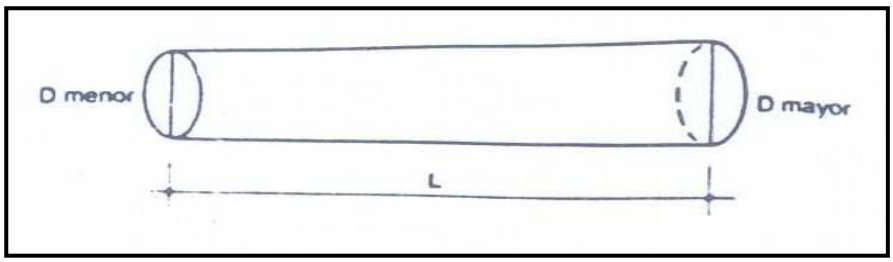
A_2=área en el otro extremo

A^1=área en la mitad del largo

Se pueden adoptar dos procedimientos: considerando secciones de tamaños desiguales (L diferentes) y del mismo tamaño (Aldana 2008).

d. Diámetro promedio de ambos extremos (Smalian) / Volumen a partir de diámetros extremos en la figura 2, se observa: conocida como fórmula de áreas transversales esta es muy práctica y bastante exacta cuando se trata de figurar. Como la del paraboloide truncado. También cubica correctamente el cilindro y paraboloides, pero subestima los conos y neiloides (Prodan *et al.* 1997, Diéguez *et a.,* 2003, Ugalde 1981) la fórmula se expresa de la siguiente manera:

$$V = (D.menor + D.mayor)^2 * 3.1416 * L$$



FUENTE: Cuadra y González (2004).

Figura 2. Volumen a partir de diámetros extremos.

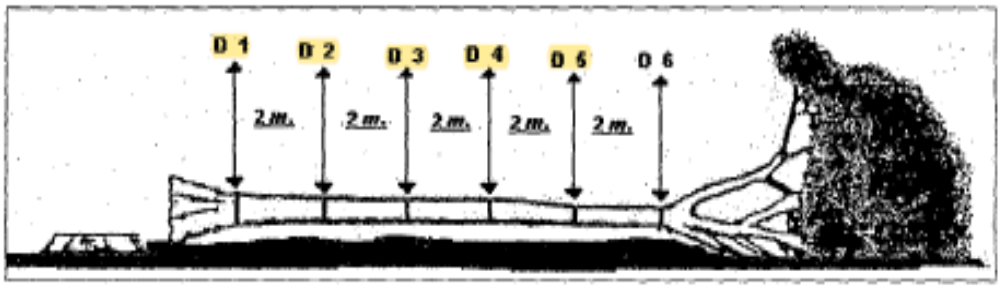
Esta fórmula fue concebida por Septofontaines en 1791 y, posteriormente, introducida en Alemania por Smalian. Para una cubicación rigurosa, normalmente son derribados los árboles de los cuales se desea obtener el volumen real, para una plantación (Ugalde 1981, Aldana 2008).

La fórmula se expresa de diferentes maneras, primeramente para determinar el cálculo del volumen real de cada uno de los árboles muestreados, se sumaran los volúmenes de todas sus trozas, para obtener el volumen total de cada árbol (Dauber 1997, Kometter y Maravi 2007, Aldana 2008, Armijos 2013, Sánchez 2012). Para calcular el volumen de una troza se usa la fórmula de Smalian (Dauber 1997, Kometter y Maravi 2007, Armijos 2013, Sánchez 2012).

$$\frac{V}{Troza} = 0.7854 * L * \frac{(d1^2 + d2^2)}{2}$$

V = Volumen en metro cúbicos
0.7854 = Pi = 3.1416 * 4
d1 = Diámetro mayor en metros
d2 = Diámetro menor en metros
L = Largo de la troza en metros

Para calcular el volumen del fuste comercial este debe ser dividido en secciones del mismo largo (Figura 3), empezando con la primera sección (que se encuentra al lado del tocón) se mide los diámetros al principio y al final de cada sección hasta llegar a la última sección, cuyo largo también hay que anotar si fuera diferente del estándar establecido (Dauber 1997, Ovalle 2008, Aldana 2008).



FUENTE: Ovalle (2008).

Figura 3. Medición de la Variable Diámetro en el Fuste Comercial.

Para los fines de cálculo del volumen del árbol, se puede adoptar dos procedimientos: considerando secciones de tamaños desiguales (L. diferentes) y del mismo tamaño (Aldana 2008).

Al finalizar la determinación del factor de forma, este es utilizado para la obtención del volumen de árboles en pie, es la cantidad de madera en m^3 a partir del tocón hasta el ápice del árbol (Cuadra y González 2004). Normalmente se calcula el volumen comercial de fuste en latifoliadas. El volumen puede ser total o comercial, sin incluir las ramas. Depende a partir de que se tomen las alturas, si es altura comercial, o altura total (Cuadra y González 2004, Armijos 2013). La fórmula comúnmente utilizada para árboles en pie en latifoliadas es;

$$V = 0.7854 * DAP^2 * ff * L$$

V = Volumen de una troza

0.7854=Pi = 3.1416 * 4

DAP= diámetro a la altura del pecho

ff= factor de forma establecido

L = Longitud de la troza en metros

Cuadra y González (2004) considera un factor de forma en latifoliadas de 0.70.

2.2.5. Características de *Allantoma decandra*

Es una especie de la Familia Lecythidaceae, con nombre Científico *Allantoma decandra* (Ducke) S.A. Mori, Ya y Huang & Prance, según la constancia de determinación Botánica emitida por la Universidad Nacional Agraria la Molina (Anexo 26) (Reynel 2020, RDE N° 118-2019- MINAGRI-SERFOR-DE), conocidos con nombres comunes: cinta caspi, papelillo caspi, cachimbo, cachimbo caspi, cerú, tahuari (Bardales 2014, Centeno 2017).

Es un árbol que alcanza más de 40 m de altura y 90 cm de diámetro; tronco circular; aletones bajos y gruesos. Copa globosa o un poco achatada horizontalmente. La corteza superficial del tronco de color marrón, fisurada, con fisuras de 1 cm de profundidad y 1 cm de abertura. Corteza viva laminar, de 1 a 1.3 cm de grosor, con ligero olor a grasa vegetal; presenta tres capas; una externa de color rosado parduzco, otra intermedia rosada y una interna blanquecina y más delgada. Con hojas simples, alternas; nervios ligeramente prominentes en ambas caras. Ramitas jóvenes cilíndricas y con pequeños surcos longitudinales de color pardo negruzco. Con flores dispuestas en manojos ralos, de unos 12 cm de longitud; flores amarillentas, con numerosos estambres. El fruto parecido a un recipiente u ollita alargado, de consistencia leñosa; fruto tipo pixidio, tiene un cuerpo largo, triangular (opérculo) que actúa como tapa de la ollita. Los frutos pueden tener hasta 20 cm de longitud; son de color pardo oscuro por fuera y pardo claro por dentro; semillas aladas (Sibille 1996 citado por centeno 2017).

Esta especie se distribuye en la Amazonía de Perú y Brasil. En el Perú se le encuentra en el Departamento de Loreto (Bardales 2014). Además se encuentra en bosques primario no inundables, en terrazas y colinas bajas, en suelos franco arenosos de color marrón; de topografía plana a ondulada en Perú, en los departamentos de Loreto, Ucayali, Huánuco, Madre de Dios entre 0 y 500 msnm (Centeno 2017, Baluarte y Arostegui 1990, Bardales 2014).

La madera se usa para construcción de viviendas, vigas, viguetas, columnas, tijerales, carpintería de interiores, encofrados, molduras, machihembrados, mueblería, artesanía, mangos de herramientas y artículos deportivos. Puede sustituir al pino o región en construcciones (Centeno 2017, Bardales 2014).

2.2.6. Características de *Brosimum utile*

Es una especie de la Familia Moraceae, con nombre Científico *Brosimum utile* (Kunth) Oken, según la constancia de determinación Botánica emitida por la Universidad Nacional Agraria la Molina (Anexo 26) (Reynel 2020, RDE N° 118-2019- MINAGRI-SERFOR-DE), conocidos comúnmente como panguana, leche caspi, chigonga, loro micuna, sacha tulpay (Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonía Peruana 1999, Bardales 2014).

Se caracteriza por presentar grandes dimensiones alcanzando alturas que van desde los 35 hasta 50 m, presenta raíces anchas que llegan hasta 5 m de altura, estas raíces son tablares ya que crecen cercanas al suelo y se abren de forma vertical (Jiménez 2015). Las hojas son simples y alternas, de borde entero y tienen una forma ligeramente cardada en la base. Las hojas adultas son coriáceas y de forma ovoide, según INIA (1999) alcanzan de 15 a 30 cm de longitud y de 5,5 a 12,0 cm de ancho, el ápice es relativamente corto y acuminado, presenta vellosidad en el envés, se inserta moderadamente en el limbo. Las Inflorescencias son bisexuales axilares, solitarias, hemisféricas, de 0,7-0,9 cm de diámetro; pedúnculo de 1,8 a 2 cm de longitud. Infrutescencias: inobservadas. Con frutos y semillas, la drupa es de forma esférica, de color marrón oscuro en estado maduro, mide aprox. 3 cm de diámetro y contiene una semilla. La carne es de consistencia pastosa cuando el fruto madura, además es comestible y de sabor dulce (Jiménez 2015).

El área en la que se encuentra distribuida la especie tiene una extensión que va desde la cuenca del río Amazonas en Colombia, Ecuador y Perú hasta América Central. Debido al nivel regional y a la extensa distribución, esta especie ha llegado a ocasionar diferencias morfológicas, por lo cual se describe a la especie como polimorfa. El hábitat de esta especie se limita principalmente a los bosques húmedos tropicales en alturas hasta 300 msnm. (berg 1972 citado por Jiménez 2015).

El látex de esta especie es utilizado por los lugareños de la Amazonía para impermeabilizar canoas y botes, además como fuente de fibra denomina yanchama colorada. La drupa de sus frutos sirve como alimento y también es utilizado como sustituto de la leche. Su madera se usa para construcción de casas y de mangos para armas de casería. afirma que entre las características de procesamiento, secado, trabajabilidad y durabilidad de la panguana resulto ser de aserrío fácil, durabilidad natural moderadamente susceptible al ataque bilógico, secado requiere programa moderado, preservación de buena impregnabilidad inmersa en madera húmeda baño caliente frio en seco, trabajabilidad fácil encolado clavado bueno, usos carpintería interiores, estructuras livianas laminado molduras (Toledo 1994 citado por Bardales 2014).

La madera se usa para depresores linguales y similares, tableros de partículas, juguetería, artículos deportivos, implementos agrícolas, tableros enlistonados, construcciones normales en interiores, pulpa y papel, productos moldurados; inmunizada se puede usar para crucetas de postes y construcciones de uso exterior (García y Palacios 2002 citado por Canchanya 2011).

III. MÉTODOS

3.1. Ubicación y descripción del área de estudio

El área de estudio esta políticamente ubicada en el departamento de Ucayali, provincia de Padre Abad, distrito de Padre Abad, en la comunidad nativa Santa Rosa. Es un bosque primario de colina baja situada en la parcela de corta 2 (Cuadro 3), perteneciente al plan operativo 3, según contrato de permiso 25-UCA-DGFFS/PER-FMC-2016-002, cuya extensión es de 705.58 hectáreas. El bosque es de la comunidad, pero la comunidad aprovecha el bosque a travéz de la empresa extractora y comercializadora de productos forestales maderables Selva S.A.C. Honorio Velásquez Casanova.

Cuadro 3. Coordenadas UTM para la PC 2.

Bloque	PO 3 - PC 2	Área de Aprovechamiento				Referencia
		Punto	Vertice	Este (E)	Norte (N)	
I	Área (Ha.):	1	V1	437891	9039829	PC 3
		2	V2	438500	9041000	Territorio comunal
	705.583	3	V3	441837	9043892	
		4	V4	442349	9043802	PC 1
	Perímetro (ml):	5	V5	442351	9042180	
		6	V6	440594	9042188	
	14720.77	7	V7	440618	9040847	
		8	V8	440618	9039829	PC 3

Fuente: Plan General de Manejo Forestal Comunidad Nativa Santa Rosa (2019)

El acceso a la concesión es principalmente por vía terrestre, y empieza desde el Centro Poblado de Huipoca en el tramo de la carretera asfaltada (CFB) aproximadamente 36 Km al Centro Poblado Santa Rosa, 30 minutos cruzando el rio de Aguaytía en bote al punto de ingreso del area de aprovechamiento, para así al final llegar al área de aprovechamiento teniendo un desvió de 15 km.

El segundo acceso es por vía fluvial a travéz del rio Aguaytía con bote y motor de 16 HP conocido en la zona como peque peque, el viaje es de aproximadamente 5 horas desde el puerto de Aguaytía a la concesión según figura en el Plan General de Manejo Forestal Comunidad Nativa Santa Rosa (2019).

3.2. Identificación y descripción del material experimental

El material que se empleó en el estudio fueron los árboles de *Allantoma decandra* y *Brosimum utile*, ubicados en la parcela de corta 2; con diámetro mínimo de corta mayor o igual a 51 cm.

3.3. Procedimientos

3.3.1. Ubicación de los árboles

Los datos fueron obtenidos durante las actividades de aprovechamiento de la empresa extractora conjuntamente con la Comunidad Nativa Santa Rosa, de modo que las medidas que se tomaron del fuste de cada árbol fueron de forma directa. La metodología planificada tuvo que adecuarse a la dinámica del trabajo que tiene la empresa en esta fase del aprovechamiento forestal, de modo que no se interrumpa sus actividades diarias. Primero se empezó con la georreferenciación de los árboles en la PC2, utilizando el GPS Garmin 64 st. Luego se procedió a ir a cada punto georreferenciado con el acompañamiento del motosierrista y estando en cada árbol se identificó y verifico el código en la placa. La concesión tenía 90 árboles censados de *Allantoma decandra* y 296 de *Brosimum utile,* de los cuales se ubicaron 14 árboles de *Allantoma decandra* y 30 árboles de *Brosimum utile*, para la investigación.

Después de ubicar los árboles, se limpió alrededor de ellos y luego se hicieron las trochas de escape para la seguridad del personal, posteriormente se procedió a la tala. Al momento que el árbol fue tumbado se procedió inmediatamente a la limpieza de lianas y ramas etc., para también realizar la recoleción de muestras botánicas y posteriormente enviarlo a un herbario.

3.3.2. Recolección, preparación y secado de las muestras botánicas

Para la identificación de las especies se recolectaron 4 muestras botánicas de los árboles de *Allantoma decandra* y *Brosimum utile*. Cortando con la tijera de podar de mano pequeñas ramas con sus respectivas hojas, para luego seleccionar las mejores muestras botánicas de cada árbol, luego se registró cada una de ellas con su respectiva etiqueta. Luego se colocó en papel periódico y se roseo con abundante alcohol, para embalarlo y sellar con cinta de embalaje las bolsas (Anexo 4, 5).

Las muestras dendrológicas recolectadas, se llevaron a secar en la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, después de secarlos se coloco en cartulinas dúplex tamaño oficio y se cocio con hilo negro y cubrio con papel seda transparente, estas cartulinas con las muestras se colocaron en un folder de cartulina azul del mismo tamaño. Posteriormente fueron enviadas todas las muestras al laboratorio de dendrología de la Universidad Nacional Agraria La Molina dirigida al Ph. P. Reynel Rodriguez, Director del Laboratorio de Dendrología y Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales (MOL), para su respectiva identificación y determinación botánica (Anexo 6 y 7).

3.3.3. Medición de los diámetros del fuste

Se realizo a lo largo del fuste, hasta el punto en que se separó de la copa, se utilizó un flexómetro para dividir el fuste en secciones de un metro (figura 4). Seguidamente, en cada

punto, se midió el diámetro. De esta manera se tuvieron los diámetros en el extremo mayor y en el extremo menor de cada sección, para trozas de un metro y dos metros. La última sección del fuste pudo ser de menos de un metro, en este caso se midió el diámetro final del fuste.

En cada punto de medición, se midió el diámetro utilizando la forcípula de aluminio Haglof (Anexo 2), para diámetros de hasta 127 cm. para diámetros mayores a 127 cm. se utilizó una forcípula de madera (Anexo 3), la cual podía medir diámetros de hasta dos metros. En cada punto se intentó medir dos diámetros perpendiculares entre sí, cuando se pudo medir dos diámetros se calculó la media aritmética de las dos mediciones.

Para medir los diámetros, de extremo mayor y del extremo menor, de las trozas con longitud de extracción; se esperó a que el motosierrista dividiera el fuste en trozas, los mismos que fueron llevados con el arrastrador de troncos para su posterior transporte.

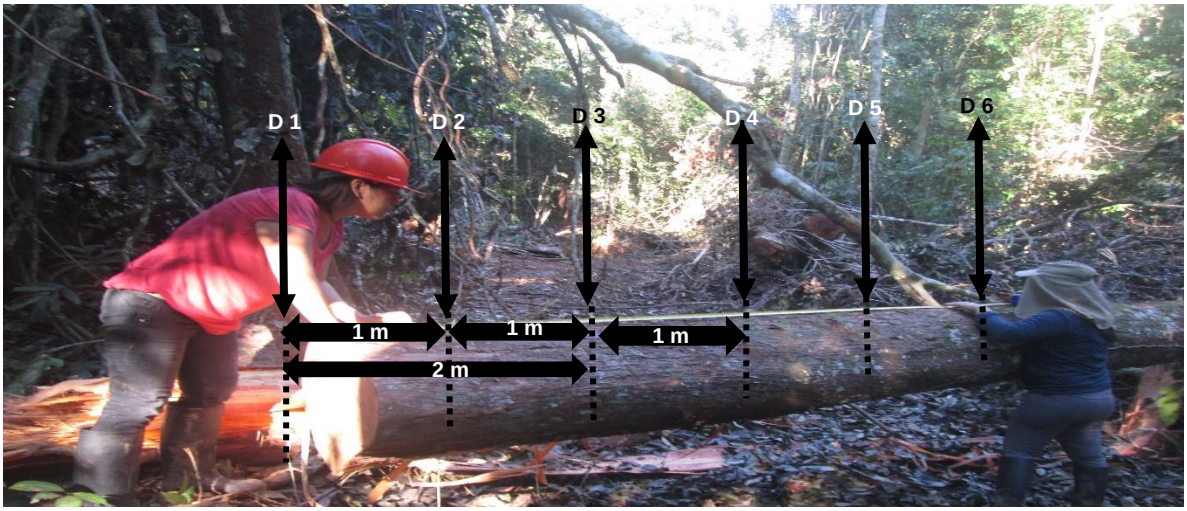


Figura 4. Puntos de medición de los diámetros del fuste.

3.4. Cálculo del volumen de las trozas

En cada troza se calculó el volumen mediante la fórmula de Smalian (Prodan *et al.* 1997, Dauber 1997, Kometter y Maravi 2007, Armijos 2013, Sánchez 2012).

$$V = L * \frac{(S_1^2 + S_2^2)}{2}$$

Donde:

V= Volumen de la troza o de la sección en metros cúbicos

L= Longitud de la troza o de la sección en metros

S_1= Área de la sección mayor en metros cuadrados.

S_2= Área de la sección menor en metros cuadrados.

Donde, S_1 o S_2 es el área del circulo, ósea:

$$V = \frac{\pi}{80000\ (diámetros\ en\ centímetro)} * (S_1^2 + S_2^2) * L$$

El volumen del fuste es la sumatoria del volumen de las trozas o secciones.

a. Cálculo del volumen del cilindro

Para determinar el factor de forma fue necesario calcular el volumen de un cilindro, donde el largo del cilindro es la altura del fuste y el diámetro del cilindro es el primer diámetro medido del fuste. Entonces, el volumen del cilindro se calculó con la siguiente expresión matemática (Aldana 2008):

$$VC = \frac{d_i^2 * \pi}{4} * L_f$$

Donde:

VC= Volumen del cilindro en metros cúbicos

L_f= Longitud del fuste en metros

d_i= Diámetro mayor de la primera troza

b. Cálculo del factor de forma

Para el cálculo del factor de forma se utilizó la fórmula citada por Prodan *et al*. (1997), Imaña (1998), Ugalde (1981) y Armijos (2013):

$$f = \frac{Sumatoria\ del\ volumen\ de\ las\ trozas}{Volumen\ Cilindro}$$

3.5. Variables

En este estudio la variable de respuesta o variable dependiente fue el factor de forma, inicialmente calculado para cada árbol y después para cada especie.

3.6. Población y muestra

En esta investigación no se realizó un muestreo por lo tanto no fue pertinente definir una población. No obstante, los 14 árboles de *Allantoma decandra* y 30 árboles de *Brosimum utile* que se emplearon para realizar el estudio, se tomaron de los 90 árboles censados de *Allantoma decandra* y 296 de *Brosimum utile* de la PC2, los árboles evaluados tuvieron diámetros de fuste mayores o iguales a 51 cm.

Los árboles que se emplearon para satisfacer el número de repeticiones de los análisis de varianza, se calcularon según el método de Cochran y Cox (1965), descrito por Steele y Torrie (1988); el mismo que se basa en la siguiente expresión matemática:

$$r \geq 2 \times \left(Z_{\alpha/2} + Z_{\beta}\right)^2 \times \left(\frac{\sigma}{\delta}\right)^2$$

Donde:

r = número de repeticiones o bloques.

$Z_{\alpha/2}$ = variable normal estándar para una probabilidad de cometer error Tipo I de 0.05.

Z_β = variable normal estándar para una potencia de prueba de 0.95, o sea para una probabilidad de cometer error Tipo II de 0.05.

σ = desviación estándar.

δ = diferencia máxima en términos de factor de forma del fuste que se desea detectar (en este estudio 0.10).

Entonces el número de repeticiones para el ANOVA se calcularon como sigue:

$$r \geq 2 \times (1.96 + 1.65)^2 \times \left(\frac{0.07}{0.1}\right)^2 = 14$$

Se realizaron tres tratamientos, correspondientes con la medición del volumen del fuste en secciones de un metro de longitud (t_1), dos metros de longitud (t_2) y de longitud de extracción (aproximadamente 6.20 metros) (t_3).

Aunque este trabajo de investigación no recurrió a un muestreo, las unidades experimentales, que se emplearon para el análisis de varianza, se tomaron al azar.

3.7. Tratamientos

Se realizaron tres tratamientos, para la medición del volumen del fuste, con secciones de un metro de longitud (t1), de dos metros de longitud (t2) y de longitud de extracción (aproximadamente 6.20 metros) (t3).

3.8. Recolección de datos

La fuente de información fue primaria por que los datos se generaron de mediciones directas. La unidad experimental fue cada árbol. Aunque este trabajo de investigación no recurrió a un muestreo, puede afirmarse que las unidades experimentales, que se emplearon para el análisis de varianza, se tomaron al azar.

3.9. Procesamiento de los datos

Los datos se vaciaron de los formatos de campo a una hoja de cálculo Excel, del programa Microsoft Office. Los análisis estadísticos se llevarán a cabo en el programa MINITAB.

Los factores de forma por tratamiento, se compararon gráficamente mediante los diagramas de caja y bigotes (box plots). Inferencialmente, los factores de forma por tratamiento, se compararon mediante un análisis de varianza con diseño de bloques completos al azar, donde los tratamientos fueron los largos de las trozas y los bloques los árboles.

El supuesto de normalidad se determinó mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov. El supuesto de homocedasticidad se probó mediante la prueba de Bartlett (si los datos se distribuyen normalmente) o mediante la prueba de Levene (si los datos no se distribuyen normalmente).

Si el análisis de varianza detectó diferencias, la diferencia de medias se determinó mediante las tres pruebas de Tukey, Bonferroni y Fisher.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. De *Allantoma decandra*

4.1.1. Análisis del volumen de *Allantoma decandra*

a. Análisis descriptivo del volumen de *Allantoma* decandra

Los valores medios y medianos de los volúmenes (que se expresaron en metros cúbicos) de los fustes fueron menores cuando se midieron con base en trozas de longitud de extracción (Cuadro 4), en tanto que los estadísticos de variabilidad (rango, desviación estándar y coeficiente de variabilidad) fueron ligeramente mayores.

Cuadro 4. Estadísticos del volumen del fuste (en m^3) de *Allantoma decandra* medidos con trozas de un metro, dos metros y longitud de extracción.

Estadístico	Longitud de la troza		
	Un metro	Dos metros	De extracción
Media	6.570	6.565	6.398
Mediana	6.334	6.359	6.209
Primer cuartil	4.536	4.484	4.035
Tercer cuartil	8.099	8.088	8.088
Rango	9.116	9.091	9.709
Desviación estándar	2.703	2.693	2.790
Coeficiente de variabilidad	41.14	41.02	43.61

En los tres tratamientos se hallaron árboles que tuvieron volúmenes muy por encima y por debajo de las medianas (Figura 5), lo cual confirma la gran variabilidad que se halló entre los volúmenes de los árboles.

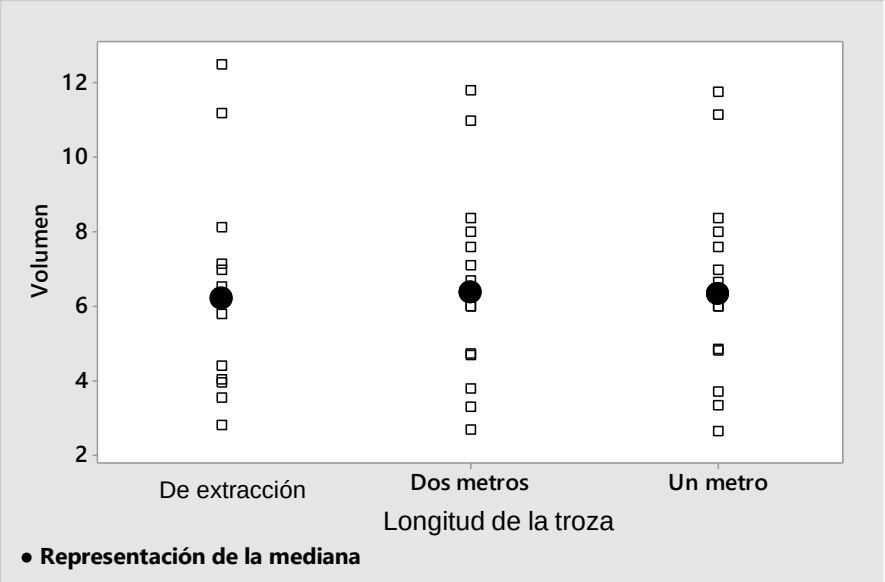


Figura 5. Valores individuales y medianas del volumen de *Allantoma decandra* por longitud de troza.

El diagrama de caja y bigotes no reveló volúmenes con valores atípicos, es decir valores extremos u outliers, con excepción de un valor atípico en el caso de un árbol cuyo volumen se midió a partir de trozas de longitud de extracción (Figura 6). En los tres tratamientos se halló una ligera asimetría, pues las medias superaron a las medianas. El mayor sesgo se observó en los volúmenes que se midieron con trozas de longitud de extracción, con una asimetría positiva (o a la derecha) más marcada. La cercanía entre las medias y las medianas, por tratamiento, fue un efecto de la casi inexistencia de valores atípicos (Cuadro 4 y Figura 6).

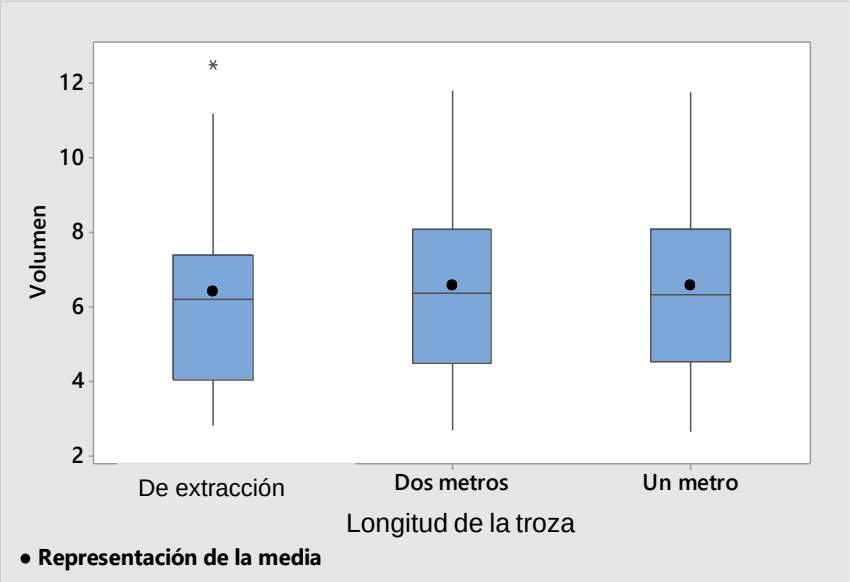


Figura 6. Volumen de *Allantoma decandra* por longitud de la troza.

El análisis de correlación de Pearson (Cuadro 5) encontró una alta correlación entre los volúmenes que se midieron en función a trozas de diferentes longitudes, incluso se advirtió que el coeficiente de determinación entre los volúmenes que se midieron con trozas de un metro y dos metros de longitud fue de 1.00 (o sea 100 %), por lo tanto, la asociación fue casi total. Asimismo, los coeficientes de determinación entre los volúmenes que se midieron empleando trozas de un metro y de dos metros de longitud, con respecto a los volúmenes que se midieron empleando trozas de extracción (20 pies o 6.20 m), fueron de 0.965 y 0.962, respectivamente; los mismos que señalaron la alta asociación entre los volúmenes que se midieron empleando trozas de un metro, dos metros o longitud de extracción.

Estos resultados corroboraron y apoyaron los resultados del análisis de varianza, que se describe más adelante.

Cuadro 5. Coeficientes de correlación de Pearson entre volúmenes calculados con trozas de diferentes longitudes de *Allantoma decandra.*

	Dos metros	De extracción
Un metro	1.000	0.965
Dos metros	1.000	0.962

b. Análisis inferencial del volumen de *Allantoma decandra*

Tanto la gráfica de probabilidad como la prueba de Kolmogórov-Smirnov (p > 0.150) evidenciaron que los volúmenes de los árboles se distribuyeron normalmente (Figura 7), además la gráfica de probabilidad mostró que los valores se agruparon semejando a una recta; de lo cual se coligió la distribución normal de los datos.

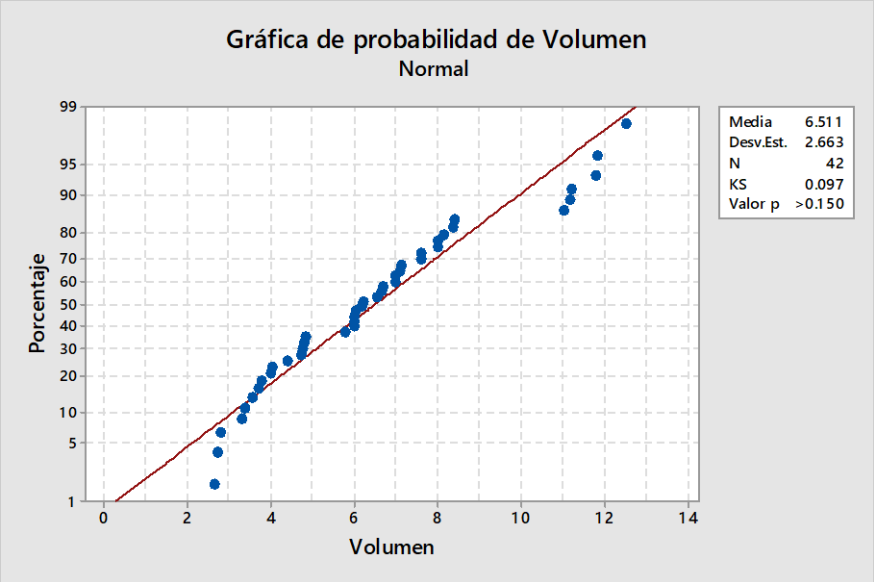


Figura 7. Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov para el volumen de *Allantoma decandra*.

La prueba de Bartlett (Anexo 8) verificó el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas u homocedasticidad (p = 0.990) de los tratamientos (largo de las trozas). El análisis de varianza (Anexo 9) no halló diferencias entre los volúmenes de los árboles (p = 0.496), en función a la medición del volumen mediante trozas de diferentes longitudes (un metro, dos metros y longitud de extracción). La mayor variabilidad se concentró en función a los árboles (p = 0.000). El diseño experimental explicó un 98.33% de la variabilidad.

4.1.2. Análisis del factor de forma de *Allantoma decandra*.

a. Análisis descriptivo del factor de forma de *Allantoma decandra*

Las medias y medianas señalaron que el factor de forma para *Allantoma decandra* varía entre 0.60 y 0.62, pues la medición del volumen con la longitud de extracción (20 pies o 6.20 m) generó un factor de forma de 0.60, con trozas de dos metros se generó un factor de forma de

0.61 y con trozas de un metro el factor mórfico osciló entre 0.61 y 0.62 (Cuadro 6). Empero, debe notarse que la desviación estándar, adoptó un valor entre 0.08 y 0.10.

Cuadro 6. Estadísticos descriptivos del factor de forma de los árboles de *Allantoma decandra*.

Estadístico	Longitud de la troza		
	Un metro	Dos metros	De extracción
Media	0.61	0.61	0.60
Mediana	0.62	0.61	0.60
Primer cuartil	0.54	0.53	0.54
Tercer cuartil	0.66	0.67	0.64
Rango	0.39	0.39	0.27
Desviación estándar	0.10	0.10	0.08
Coeficiente de variabilidad	16.48	16.47	12.97

Para el factor de forma también se observaron datos muy superiores e inferiores a la mediana (Figura 8), en los tres tratamientos. Tampoco se encontraron factores de forma con valores atípicos, salvo en el caso de un árbol cuyo volumen se midió con base en trozas de un metro de longitud (Figura 9), este valor atípico podría deberse a las dimensiones irregulares que se presentan en ocasiones. Tanto el Cuadro 6 como la Figura 9 revelaron que, con trozas de longitud extracción, fue menor la variabilidad del factor de forma.

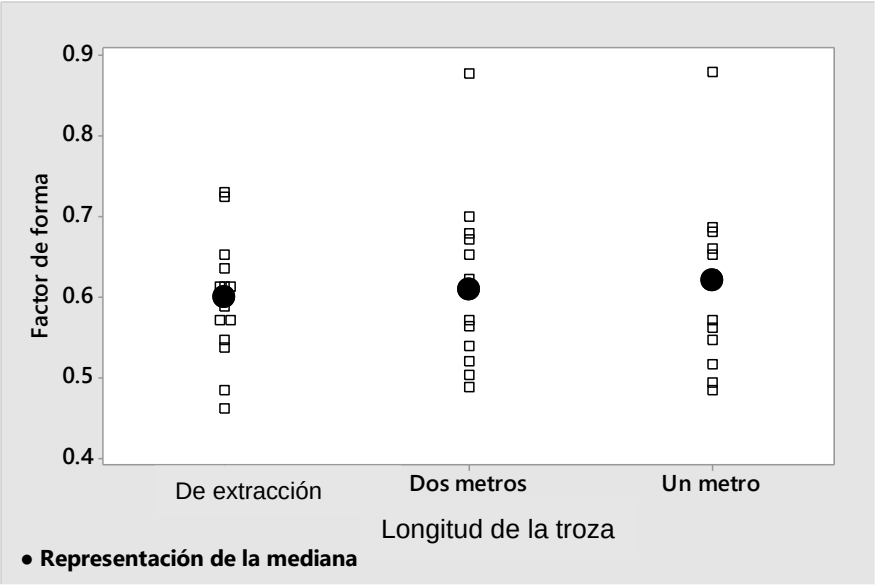


Figura 8. Valores individuales y mediana del factor de forma de los árboles de *Allantoma decandra* por longitud de la troza.

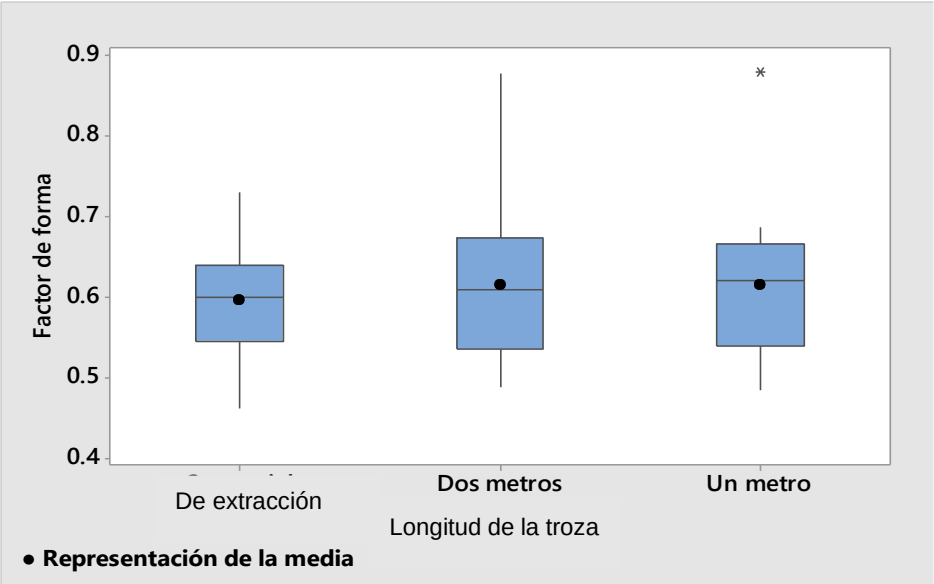


Figura 9. Factor de forma de *Allantoma decandra* por longitud de la troza.

El análisis de correlación de Pearson encontró una alta asociación entre los factores de forma que se calcularon a partir de trozas de un metro y de dos metros de longitud (coeficiente de correlación de Pearson = 0.996). Sin embargo, el grado de asociación disminuyó entre los factores de forma que se calcularon a partir de trozas de longitud de extracción frente a los factores de forma que se calcularon a partir de trozas de un metro y de dos metros de longitud, con coeficientes de correlación de Pearson de 0.732 y 0.737, respectivamente (Cuadro 7).

Cuadro 7. Coeficientes de correlación de Pearson entre factores de forma calculados con trozas de diferentes longitudes para *Allantoma decandra*.

	Dos metros	De extracción
Un metro	0.996	0.732
Dos metros		0.737

b. Análisis inferencial del factor de forma de *Allantoma decandra*

Antes de efectuar el análisis de varianza, se probó el cumplimiento de los supuestos de normalidad y de homogeneidad de varianzas (u homocedasticidad).

Según la prueba de Kolmogórov-Smirnov (Figura 10) los datos se distribuyeron normalmente ($p > 0.150$), además la gráfica de probabilidad mostró que los valores se agruparon semejando a una recta, lo cual corroboró el cumplimiento del supuesto de normalidad.

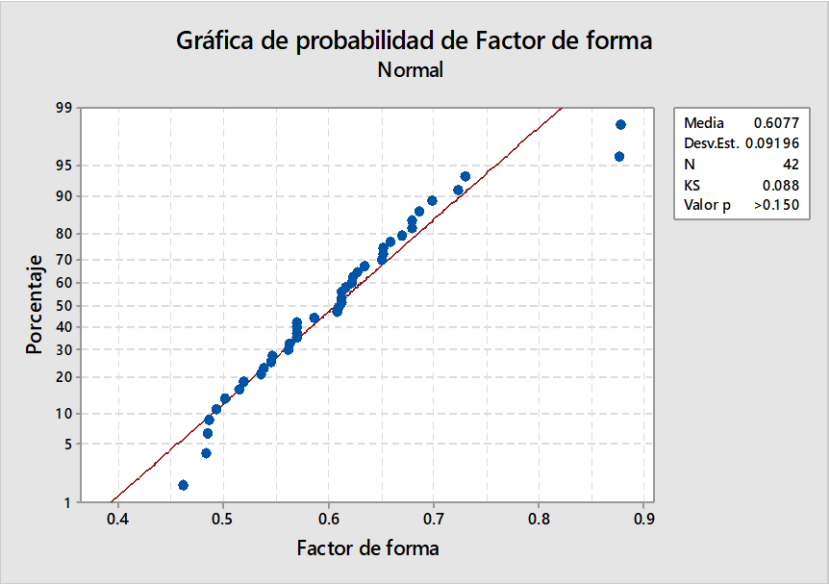


Figura 10. Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov del factor de forma de *Allantoma decandra*.

La prueba de Bartlett (Anexo 10) verificó la existencia de homogeneidad de varianzas (p = 0.564) de los tratamientos.

El análisis de varianza (Anexo 11) no halló diferencias (p = 0.369) entre los factores de forma de los árboles en función a la medición del volumen mediante trozas de diferentes longitudes (un metro, dos metros y longitud de extracción). La mayor fuente de variabilidad fueron los árboles. El diseño experimental explicó un 88.11% de la variabilidad.

Por lo tanto, del análisis descriptivo y del análisis inferencial, se puede aceptar que el factor mórfico para esta especie adopta un valor mediano (que no estaría afectado por valores extremos o atípicos) de hasta 0.62, con una desviación estándar de 0.10; de lo cual se colige que legalmente se podría fijar el valor final en 0.72. La decisión de adoptar un factor de forma de 0.72, se sugiere para evitar problemas con la administración forestal, pues, un mayor factor de forma genera mayores volúmenes, los mismos que se registran en el plan operativo, el cual después de la extracción se puede subsanar en el cuaderno de operaciones, si es que el volumen registrado en el plan operativo es menor que el volumen real registrados en las guías de transporte.

Lo mencionado anteriormente se fortalece considerando que, el intervalo de confianza para la media poblacional del factor de forma, calculado con trozas de dos metros de longitud, esta entre 0.53 y 0.70 para un 99 % de confianza (o sea, como una probabilidad de cometer error de 0.01).

La media y la mediana del factor mórfico para *Allantoma decandra* resultaron inferiores a los factores de forma que reportan Escobar (2018) para *Swietenia macrophylla* (0.73), Figueroa

(2018) para *Caryocar amigdaliforme* (0.75), SERFOR (2017) para *Cariniana domesticata* (0.67) y *Cedrelinga cateniformis* (0.66), Estremadoyro (2014) para *Manilkara bidentata* (0.82), Ovalle (2008) para *Dipteryx micrantha* (0.79) y Ovalle (2004) citado por Estremadoyro para *Swietenia macrophylla* (0.76) y *Amburana cearensis* (0.74).

Sin embargo, si a la mediana se le agrega la desviación estándar, tal como se fundamentó en el anterior párrafo, entonces el factor de forma de 0.72 superaría a los factores de forma reportados por el SERFOR (2017) para *Cariniana domesticata* (0.67) y *Cedrelinga cateniformis* (0.66).

La media y la mediana del factor mórfico para *Allantoma decandra*, que se hallaron en este estudio, indicaría que esta especie tiene un fuste con mayor ahusamiento o conicidad, es decir con una menor cilindricidad; lo cual se puede deber a las características innatas de la forma del fuste de esta especie, tal como afirma Prodan *et al*. (1997), quien considera que en los árboles, de especie a especie, hay una variación en cuanto a la forma fustal típica.

Lo mencionado anteriormente, es concordante con los hallazgos de Ojeda (1983) quien reporta un factor mórfico, para las especies de la familia Lecythidaceae de 0.614 y, además, con el estudio de Harausz (2003), quien, en Santa Cruz, Bolivia, en un bosque húmedo sub tropical, reporta un factor mórfico de 0.64 para *Cariniana ianeirensis*.

Para esta especie, y dados los valores medios y medianos del factor de forma, se puede afirmar que provisionalmente se podrían emplear los factores de forma que se calcularon con base en las trozas con longitud de extracción, factores de forma que podrían precisarse posteriormente mediante investigaciones más exhaustivas.

4.2. De *Brosimum utile*

4.2.1. Análisis del volumen de *Brosimum utile*

a. Análisis descriptivo del volumen de *Brosimum utile*

Las medias y medianas de los volúmenes de los árboles fueron menores cuando se midieron con base en trozas de largo comercial (Cuadro 8). En cambio, la variabilidad, expresada en términos de la desviación estándar y el coeficiente de variabilidad (con excepción del rango), fueron ligeramente mayores.

Cuadro 8. Estadísticos del volumen del fuste (en m^3) *Brosimum utile* medidos con trozas de un metro, dos metros y longitud de extracción.

Estadístico	Longitud de la troza		
	Un metro	Dos metros	De extracción
Media	9.334	9.313	8.587
Mediana	8.968	9.011	7.810
Primer cuartil	6.856	6.851	6.490
Tercer cuartil	11.330	11.221	11.350
Rango	14.807	14.640	14.577
Desviación estándar	3.505	3.479	3.601
Coeficiente de variabilidad	37.56	37.35	41.94

En los tres tratamientos se hallaron árboles que tuvieron volúmenes muy por encima y por debajo de las medianas (Figura 11), lo cual confirma la variabilidad conspicua que se halló entre los volúmenes de los árboles.

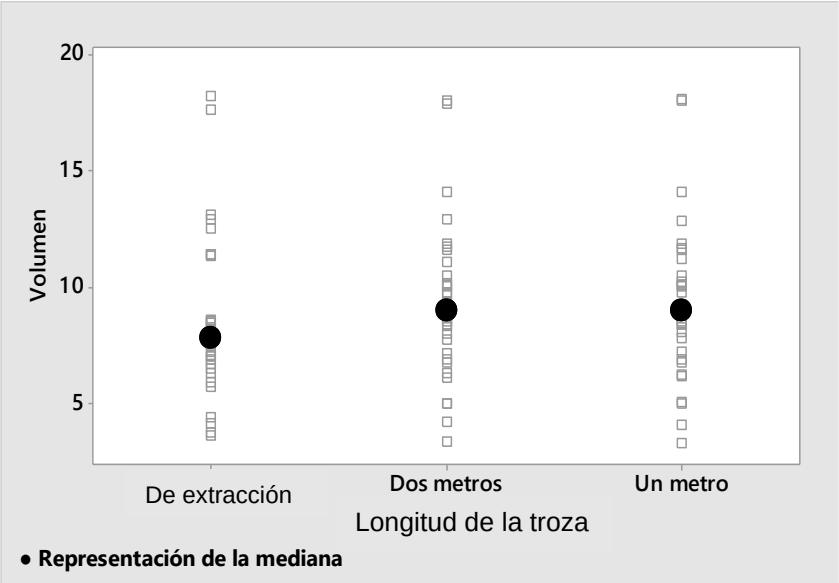


Figura 11. Valores individuales y medianas del volumen de *Brosimum utile* por longitud de la troza.

El diagrama de caja y bigotes reveló volúmenes con valores atípicos, es decir valores extremos u outliers en el caso de dos árboles cuyo volumen se midió en trozas de dos metros y, un árbol, que se midió con base en trozas de un metro de longitud (Figura 12).

Puesto que, con los tres tratamientos, la media fue superior a la mediana, entonces se coligió que hubo cierta asimetría, en los tres casos con asimetría positiva a hacia la derecha; aunque el mayor sesgo se observó en los volúmenes que se midieron con trozas de longitud de

extracción. La cercanía entre las medias y las medianas, por tratamiento, fue un efecto de la baja existencia de valores atípicos (Cuadro 8 y Figura 12).

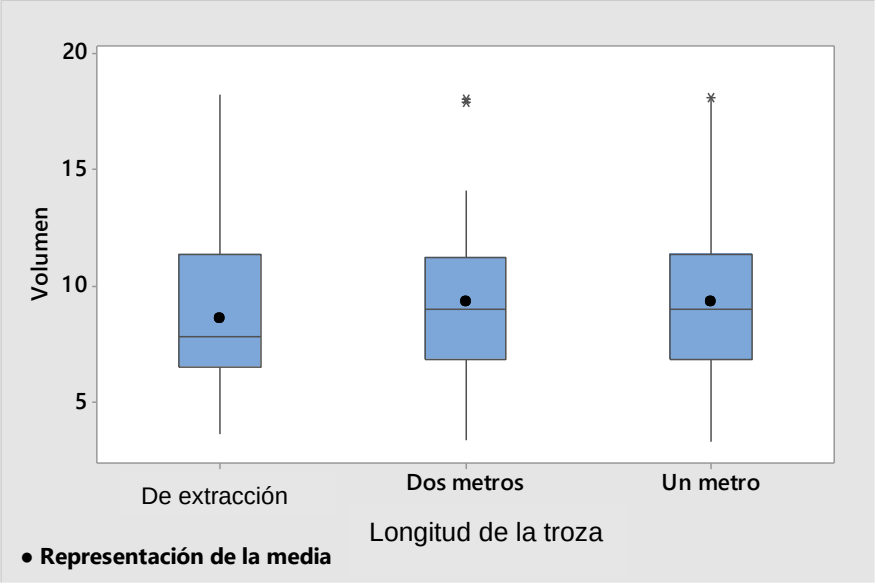


Figura 12. Volumen de *Brosimum utile* por longitud de la troza.

El análisis de correlación de Pearson (Cuadro 9) encontró una alta correlación entre los volúmenes que se midieron en función a trozas de diferentes longitudes, incluso se advirtió que el coeficiente de determinación entre los volúmenes que se midieron con trozas de un metro y dos metros fue de 1.00 (o sea 100 %), por lo tanto, la asociación fue casi total. Asimismo, los coeficientes de determinación entre los volúmenes que se midieron empleando trozas de un metro y de dos metros, con respecto a los volúmenes que se midieron empleando trozas de longitud de extracción, fueron de 0.960 y 0.962, respectivamente; los mismos que señalaron la alta asociación entre los volúmenes que se midieron empleando trozas de un metro, dos metros o el largo de extracción.

Estos resultados corroboraron y apoyaron los posteriores resultados del análisis de varianza.

Cuadro 9. Coeficientes de correlación de Pearson entre volúmenes calculados con trozas de diferentes longitudes de *Brosimum utile*.

	Dos metros	De extracción
Un metro	1.000	0.960
Dos metros	1.000	0.962

b. Análisis inferencial del volumen de *Brosimum utile*.

Cuando se empleó el volumen como variable, tanto la gráfica de probabilidad como la prueba de Kolmogórov-Smirnov ($p < 0.010$) evidenciaron que los volúmenes de los árboles no se distribuyeron normalmente (Figura 13). El cumplimiento del supuesto de normalidad recién se cumplió ($p > 0.150$) cuando la variable volumen se transformó mediante el logaritmo natural más uno (Figura 14), también la gráfica de probabilidad mostró que los valores se agruparon semejando a una recta; de lo cual se coligió la distribución normal de los datos.

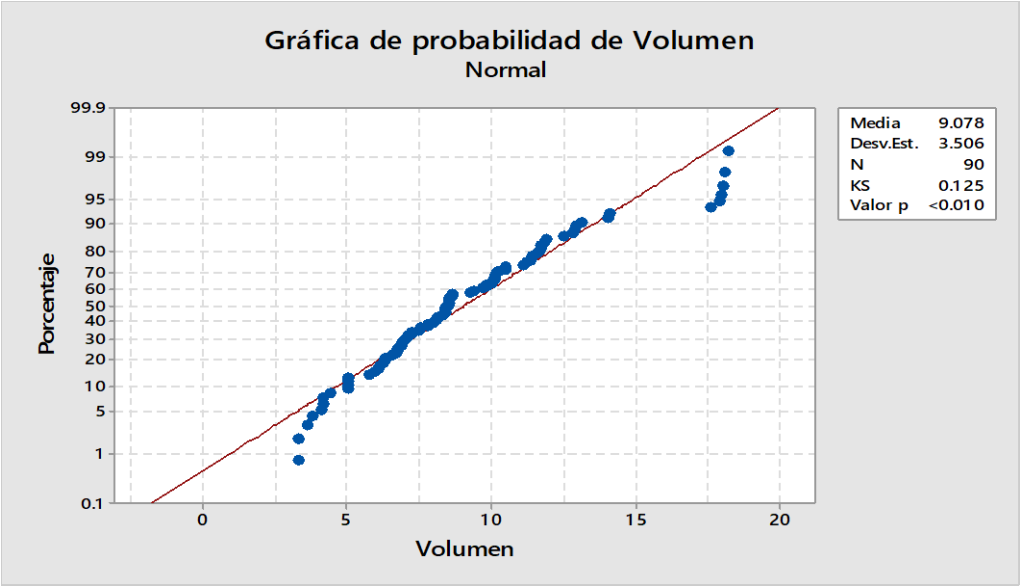


Figura 13. Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov del volumen de *Brosimum utile*.

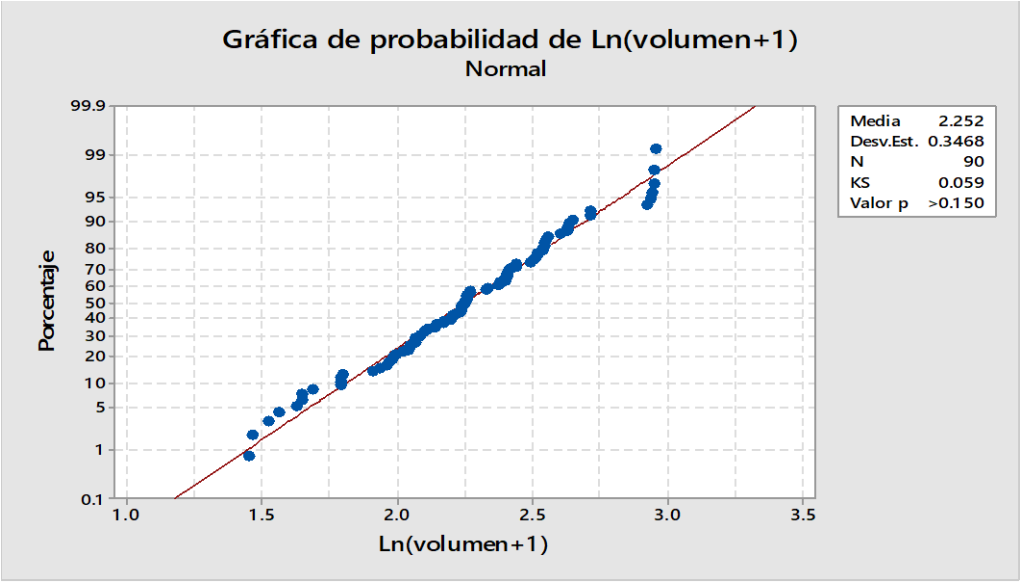


Figura 14. Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov del volumen de *Brosimum utile* transformado por el logaritmo neperiano más uno.

La prueba de Bartlett (Anexo 12) verifico el cumplimiento del supuesto de homogeneidad de varianzas u homocedasticidad (p = 0.975) de los tratamientos (longitud de las trozas). El análisis de varianza (Anexo 13) halló diferencias (p = 0.000) entre los volúmenes de los árboles, donde los tratamientos fueron la longitud de las trozas (un metro, dos metros y longitud de extracción) que se cubicaron. Con esta especie también se halló que los árboles fueron la fuente de variabilidad más importante (p = 0.000), dado que la suma de cuadrados para esta fuente de variabilidad representó el 96.7% de la variabilidad (SC Árbol/SC Total x 100%). El diseño experimental explicó un 97.92% de la variabilidad. El análisis de varianza fundamentó que se acertó al considerar a los árboles como una fuente de variabilidad, en este caso considerado, no como tratamiento, pero si como bloque.

Las pruebas de comparaciones de media de Tukey (Anexo 14), Fisher (Anexo 15) y Bonferroni (Anexo 16) reportaron que los volúmenes de los fustes que se calcularon con base en trozas de un metro y de dos metros se diferenciaron de los volúmenes de los fustes que se calcularon con base en trozas de longitud de extracción.

4.2.2. Análisis del factor de forma de *Brosimum utile*

a. Análisis descriptivo del factor de forma de *Brosimum utile*

Las medias y medianas señalaron que el factor de forma para *Brosimum utile* vario entre 0.64 y 0.71, pues la medición del volumen con longitud de extracción genero un factor mórfico que osciló entre 0.64 y 0.65, con trozas de dos metros se generó un factor de forma que osciló entre 0.70 y 0.71 y con trozas de un metro el factor de forma fue de 0.71 (Cuadro 10). Empero, debe notarse que la desviación estándar vario entre 0.11 y 0.12.

Cuadro 10. Estadísticos descriptivos del factor de forma de *Brosimum utile.*

Estadístico	Longitud de la troza		
	Un metro	Dos metros	De extracción
Media	0.71	0.71	0.65
Mediana	0.71	0.70	0.64
Primer cuartil	0.61	0.61	0.55
Tercer cuartil	0.79	0.79	0.73
Rango	0.43	0.46	0.49
Desviación estándar	0.11	0.11	0.12

Para el factor de forma también se observaron datos muy superiores e inferiores a la mediana (Figura 15), en los tres tratamientos. Con el factor de forma, como variable, y para esta especie; no se encontraron valores atípicos (Figura 16). Tanto el Cuadro 10 como la Figura 16 delataron que con trozas de longitud de extracción fue ligeramente mayor la variabilidad del factor de forma.

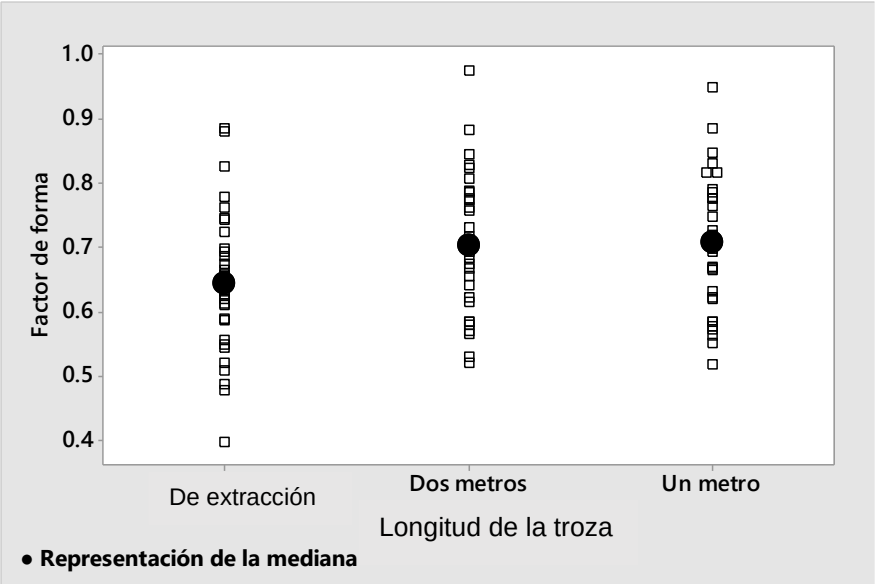


Figura 15. Valores individuales y mediana del factor de forma de *Brosimum utile* por longitud de la troza.

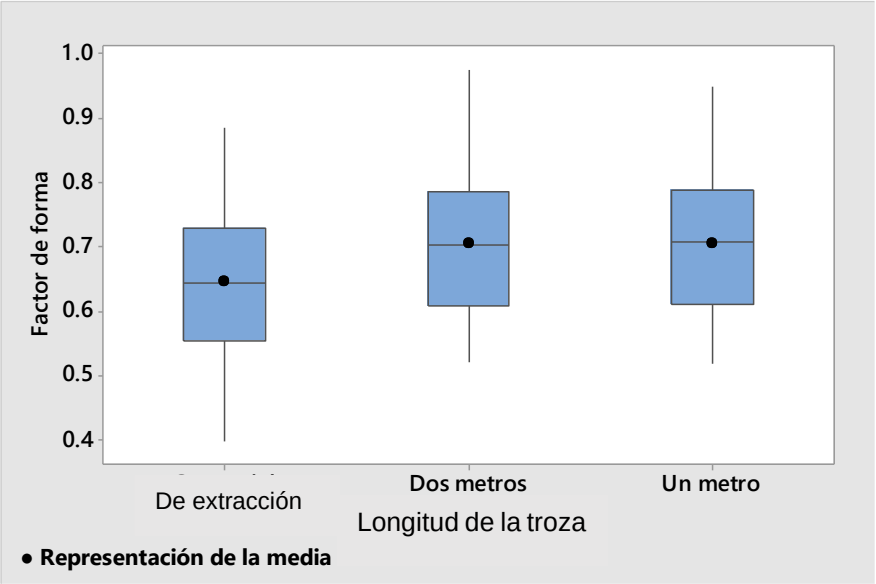


Figura 16. Factor de forma de *Brosimum utile* por longitud de la troza.

El análisis de correlación de Pearson encontró una alta asociación entre los factores de forma que se calcularon con trozas de un metro y de dos metros de longitud (coeficiente de correlación de Pearson = 0.998). Sin embargo, el grado de asociación disminuyó entre los factores de forma que se calcularon con trozas de longitud de extracción frente a los factores de forma que se calcularon con trozas de un metro y de dos metros de longitud, con coeficientes de correlación de Pearson de 0.749 y 0.762, respectivamente (Cuadro 11).

Cuadro 11. Coeficientes de correlación de Pearson entre factores de forma calculados con trozas de diferentes longitudes para *Brosimum utile*.

	Dos metros	De extracción
Un metro	0.998	0.749
Dos metros		0.762

b. Análisis inferencial del factor de forma de Brosimum utile.

Antes de efectuar el análisis de varianza, se probó el cumplimiento de los supuestos de normalidad y de homogeneidad de varianzas (u homocedasticidad).

Según la prueba de Kolmogórov-Smirnov (Figura 17) los datos se distribuyeron normalmente (p > 0.150), además la gráfica de probabilidad mostró que los valores se distribuyeron semejando a una recta, lo cual confirmó el cumplimiento del supuesto de normalidad.

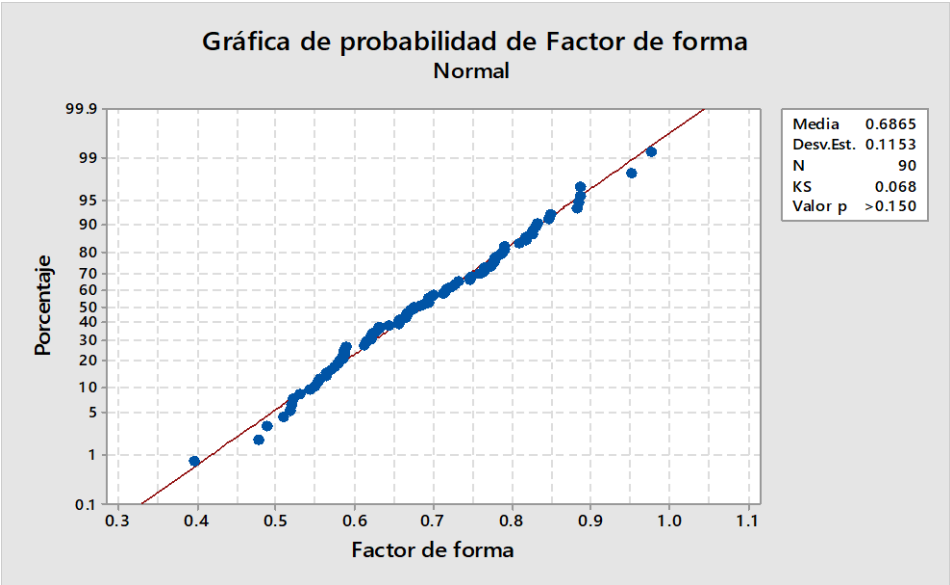


Figura 17. Prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov del factor de forma de *Brosimum utile*.

La prueba de Bartlett (Anexo 17) verificó la existencia de homogeneidad de varianzas (p = 0.941) de los tratamientos

El análisis de varianza (Anexo 18) halló diferencias (p = 0.000) entre los factores de forma de los árboles en función a la medición del volumen mediante trozas de diferentes longitudes (un metro, dos metros y longitud de extracción). La mayor fuente de variabilidad fueron los árboles. El diseño experimental explico un 89.49% de la variabilidad.

Las pruebas de comparaciones de media de Tukey (Anexo 19), Fisher (Anexo 20) y Bonferroni (Anexo 21) reportaron que los factores de forma de los fustes que se calcularon con base en

trozas de un metro y de dos metros se diferenciaron de los volúmenes de los fustes que se calcularon con base en trozas de longitud de extracción.

Por lo tanto, del análisis descriptivo y del análisis inferencial, se puede aceptar que el factor mórfico para esta especie adopta un valor mediano (que no estaría afectado por valores extremos o atípicos) de hasta 0.71, con una desviación estándar de 0.11, de lo cual se colige que legalmente se podría fijar el valor en 0.82. La decisión de adoptar un factor de forma de 0.82, se tomó para evitar problemas con la administración forestal, pues, un mayor factor de forma genera mayores volúmenes, los mismos que se registran en el plan operativo, el cual después de la extracción se puede subsanar.

Debe notarse que, incluso, utilizándose el factor de forma que se calculó con trozas de largo de extracción, cuya mediana fue de 0.64 y cuya desviación estándar fue de 0.12, se obtendría un factor de forma de 0.76, que seguiría siendo mayor a 0.65, el factor de forma establecido por la administración forestal en el Perú.

Lo mencionado anteriormente se fortalece considerando que, el intervalo de confianza para la media poblacional del factor de forma, calculado con trozas de dos metros de longitud, esta entre 0.65 y 0.76 para un 99 % de confianza (o sea, como una probabilidad de cometer error de 0.01).

La media y la mediana del factor mórfico para *Brosimun utile* resultaron superiores a los factores de forma que reportan Escobar (2018) para *Swietenia macrophylla* (0.73) y Figueroa (2018) para *Caryocar amigdaliforma* (0.75), SERFOR (2017) para *Cariniana domesticata* (0.67) y *Cedrelinga cateniformis* (0.66), Estremadoyro (2014) para *Manilkara bidentata* (0.82), Ovalle (2008) para *Dipteryx micrantha* (0.79), Ovalle (2004) para *Swietenia macrophylla* (0.76) y *Amburana cearensis* (0.74), Sin embargo, si a la mediana se le agrega la desviación estándar, tal como (0.82) se fundamentó en el anterior párrafo, entonces este valor (0.82) superaría a los factores de forma reportados por el SERFOR (2017) para *Cariniana domesticata* (0.67) y *Cedrelinga cateniformis* (0.66), excepto para Estremadoyro (2014) para *Manilkara bidentata* (0.82).

La media y la mediana del factor mórfico para *Brosimun utile*, que se hallaron en este estudio, indicaría que esta especie tiene un fuste con menor ahusamiento o conicidad, es decir con una mayor cilindricidad; lo cual se puede deber a las características innatas de la forma del fuste de esta especie, tal como afirma Prodan *et al*. (1997), quien afirma que, en los árboles, de especie a especie, hay una variación en cuanto a la forma fustal típica.

Lo mencionado anteriormente, es concordante con los hallazgos de Ojeda (1983) quien reporta un factor mórfico, para las especies de la familia Moraceae de 0.64, en un bosque de colina en Nauta, Iquitos.

Para esta especie, y dados los valores medios y medianos del factor de forma, consideramos que no es posible usar el factor mórfico utilizando con longitud de extracción por que la media y mediana es similar al factor de 0.65 que recomienda la Resolución de Dirección Ejecutiva N° 046 (2016).

V. CONCLUSIONES

- Para *Allantoma decandra* los factores mórficos calculados, mediante la cubicación de trozas de un metro, dos metros o con longitud extracción (aproximadamente 6.20 metros), son similares.

- Para *Brosimum utile* los factores mórficos calculados mediante la cubicación de trozas de un metro y dos metros de longitud, son diferentes que el factor de forma calculado para todas con longitud de extracción (aproximadamente 6.20 metros).

- Para *Allantoma decandra* el factor de forma se debe fijar en 0.72.

- Para *Brosimum utile* el factor de forma se debe fijar en 0.82.

- El factor mórfico de 0.65, que recomienda la Autoridad Nacional Forestal, está por debajo de los valores hallados para aquellas especies.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Aldana Pereira, E. 2008. Medición forestal: texto para la carrera Ingeniería forestal (en línea). Consultado 10 ago. 2019. Disponible en http://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/MedF%2520Medici%25c3%25b3n%2520Forestal.pdf
- Armijos Guzmán, DD. 2013. Construcción de tablas volumétricas y cálculo de factor de forma (ff.) para dos especies, teca *(Tectona grandis)* Y melina *(Gmelina arbórea)* en tres plantaciones de la empresa REYBANPAC CA. en la provincia de los ríos. Tesis Ing. For. Riobamba, EC, Escuela de ingeniería forestal. 92 p.
- Baluarte Vásquez, JM; Arostegui Vargas, A. 1990. Identificación y descripción de diecinueve especies forestales del bosque húmedo tropical (bh-T) colonia Angamos (Rio Yavari) y Jenaro Herrera (en línea). s.l., V.2: 69 p. Consultado 17 ago. 2019. Disponible en http://www.iiap.org.pe/Upload/Publicacion/PUBL728.pdf
- Bardales Ramírez, A. 2014. Resistencia a la pudrición de la madera *Brosimum utile* (kunth) pittier (panguana) procedente del bosque Macuya- Ucayali a dos especies de hongos xilófagos en condiciones in vitro (en línea). Tesis Ing. For. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. 72 p. Consultado 17 ago. 2019. Disponible en http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/1530/000001950T.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Barrena A, V.; Llerena P, C. s/f. Influencia de los errores de estimación de la altura en el cálculo del volumen (en línea). Revista Forestal del Perú. V.15 (1): 11 p. Consultado 06 set. 2019. Disponible en http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol15_no1_88_(21)/vol15_no1_art2.pdf
- Canchanya Quispe, JJ. 2011. Determinación del coeficiente de rendimiento en el aserrío de madera para la especie Leche caspi (*Brosimun utile* Ducke C. C. Berg) Villa Rica, Perú (en línea). Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María, PE, Universidad Nacional Agraria de la Selva. 122 p. consultado 25 feb. 2021. Disponible en http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/949
- Centeno Cruz, JD. 2017. Propiedades físicas de la especie *Cariniana decandra* DUCKE en dos tipos de bosque provenientes de los distritos de Tambopata y las piedras de la provincia de Tambopata- Región Madre de Dios (en línea). Tesis Ing. Forestal y medio ambiente. Madre de Dios, PE, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana-UNAP. 81 p. Consultado 17 ago. 2019. Disponible en http://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/UNAMAD/281/004-2-3-058.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cochran, WG; Cox, GM. 1965. Diseños experimentales. D.F., MX., Agencia para el Desarrollo Internacional. 661 p.

- Comunidad Nativa de Santa Rosa y Velásquez Casanova, H M. 2019 Plan General de Manejo Forestal. Padre Abad, PE. 150 p.
- Cuadra, M; González, Y. 2004. Estandarización de unidades de medidas y cálculo de volumen de madera. Instituto Nacional Forestal-INAFOR. NI. 22 p.
- Dauber, E. 1997. Propuesta para la elaboración de tablas volumétricas y/o factores de forma. Santa Cruz, BO. Proyecto BOLFOR. Sección V.1. Documento técnico 54.
- Dauber, E. 2001. Tablas volumétricas del fuste aprovechable de diferentes especies con base en mediciones de trozas en el rodeo y aserradero. Santa Cruz, BO. Proyecto BOLFOR. 52 p. Documento Técnico 101.
- Diéguez A, U; Barrio A, M; Castedo D, F; Ruiz G, AD; Álvarez G, JG; Rojo A, A. 2003. Dendrometría. Madrid, ES, Ediciones Mundi-Prensa. 327 p.
- Escobar Cadillo, ML. 2018. Volumetría de árboles en pie de CAOBA *(swietenia macrophylla* King) en el departamento de Madre de Dios, Perú (en línea). Tesis Mag. Sc. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria la Molina. 92 p. Consultado 08 abr. 2019. Disponible en http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/3243/escobar-cadillo-maggie-lourdes.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Estremadoyro Troncoso, JA. 2014. Determinación del factor de forma o coeficiente mórfico de *Manilkara bidentata* (quinilla colorada) en el consolidado otorongo-provincia de Tahuamanu. Tesis Ing. Forestal. Madre de Dios, PE, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. 75 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 1974. Manual de Inventarios Forestales, con Especial referencia a los Bosques Tropicales Heterogéneos. Estudios FAO: Montes No 27. Roma. Pág. 195-200.
- Figueroa Flores, AC. 2018. Factor de forma de *Caryocar amygdaliforme* Ruiz & Pav. Ex G. (almendro) en bosques de terraza de la Amazonia Peruana. Tesis Ing. Forestal. Pucallpa, PE, Universidad Nacional de Ucayali. 50 p.
- Harausz, A. 2003. Tablas volumétricas para yesquero blanco (*cariniana ianeirensis),* ochoó *(Hura crepitans)* y Saúco (*Zanthoxylum sp.)* en Bolivia. Santa Cruz, BO. Proyecto BOLFOR. 33 p. Documento Técnico 116
- Imaña, J. 1998. Dasometría Práctica. Brasilia: Universidad de Brasilia. Brasilia, BR. 125 p.
- INIA (Instituto Nacional de Investigaciones de la Amazonía Peruana). 1999. Maderas del Perú. Consultado 17 mar. 2021. Disponible en https://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/inia/inia-p4/inia-p4-25.htm#TopOfPage
- Jiménez Haro, AL. 2015. Estudio fotoquímico y evaluación de la actividad anti dermatófica in vitro del látex de *Brosimum utile* (Kunth C.S.) (Leche de Sandi) (en línea). Tesis Bioquímico Farmacéutico. Rio bamba, EC, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

93 p. Consultado 17 ago. 2019. Disponible en http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/4003/1/56T00527%20UDCTFC.pdf

- Kometter, R y Maravi, E. 2007. Metodología para elaborar el cálculo de volúmenes de madera aserrada-Caoba *(Swietenia macrophylla):* Metodología para elaborar tablas nacionales de conversión volumétrica de madera rolliza en pie a madera aserrada calidad exportación. CITES. Managua-NI. 65 p.
- Lema Tapia, A. 1995. Dasometría: algunas aproximaciones estadísticas a la medición forestal. Universidad Nacional de Colombia (en línea). Medellín, CO, Universidad Nacional de Colombia. 410 p. Consultado 06 set. 2019. Disponible en http://bibliotecadigital.agronet.gov.co/bitstream/11348/3983/1/058.pdf
- Mejía Bayas, MM. 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 (en línea). Tesis Ing. Forestal. Riobamba, EC, Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. 111 p. Consultado 09 abr. 2019. Disponible en http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/2993/1/33T0121%20.pdf
- Ojeda, W. 1983. Factor de forma preliminar para seis familias de especies forestales tropicales. Revista forestal del Perú 11(1-2): 95-100.
- Ovalle Focori, D. 2008. Determinación del factor de forma de *Dipteryx micrantha Harms* (Shihuahuaco) en el consolidado otorongo-provincia de Tahuamanu". Tesis Ing. Forestal. Madre de Dios, PE, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. 125 p.
- Plan General de Manejo de la Comunidad Nativa Santa Rosa. 2019
- Prodan M; Peters, R; Cox, F y Real, P. 1997. Mensura Forestal. San José, Costa Rica: Dentsche Gesellschafffür Technische Zusammenarbeit (GTZ) GMBH: Instituto Iberoamericano de cooperación para la Agricultura, IICA. 561 p.
- Resolución de Dirección Ejecutiva N° 118-2019-MINAGRI-SERFOR-DE. 16 p. Consultado 4 mar. 2021. Disponible en https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1138087/RDE_N__118-2019-MINAGRI-SERFOR-DE_Aprobar_la_lista_Oficial_de_Especies_Forestales_que_como_anexo_forma_parte_integrante_de_la_presente_Resoluci%C3%B3n20200801-107894-abyu9b.pdf
- Reynel Rodríguez, C. 2020. Constancia de determinación botánica. Lima
- Ruiz Icochea, E R. 2007. Elaboración de una ecuación de volumen para un bosque de terrazas altas en el Codo del Pozuzo, Puerto Inca, Huánuco. Tesis Ing. Forestal. Lima, PE, Universidad Nacional Agraria la Molina. 115 p.
- Sánchez Sarango, YA. 2012. Elaboración de tablas de volúmenes y determinación de factores de forma de las especies forestales: chuncho *(Cedrelinga cateniformes*), laurel *(Cordia alliodora),* sangre de gallina *(Otoba sp.),* ceibo *(Ceibo samauma)* y canelo

(Nectandra sp.), en la provincia de Orellana. Tesis Ing. Forestal. Riobamba, EC, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 114 p.

- SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). 2008. Metodología para determinar el coeficiente de rendimiento de madera rolliza (troza) a madera aserrada. SERFOR, Lima, PE. 15 p.
- SERFOR (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre). 2017. Consultado 07 abr. 2021. Disponible en http://www.osterlingfirm.com/Documentos/webma/normas/R-261-2017-SERFOR-DE.pdf
- Steel, RG; Torrie, JH. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. 2 ed. D.F., MX., McGraw-Hill. 622 p.
- Ugalde, L. 1981. Conceptos básicos de dasometría. Costa Rica: Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza, CATIE. Programa de recursos naturales renovables. 23 p.
- Vásquez, W. 2017. Necesidad de investigación aplicada a la dendrometría: especialista en estándares NHLA. 2 p.
- Wong Rodríguez, P. 2015. Valorización económica de especies comerciales de un bosque de terraza baja con dos factores de forma. Yavarí, Loreto, Perú. Tesis Ing. Forestal. Loreto, PE, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana-UNAP. 53 p.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Medición de la longitud del fuste cada metro.

Anexo 2. Cuando los fustes fueron delgados se hicieron las mediciones del diámetro con la forcípula de aluminio.

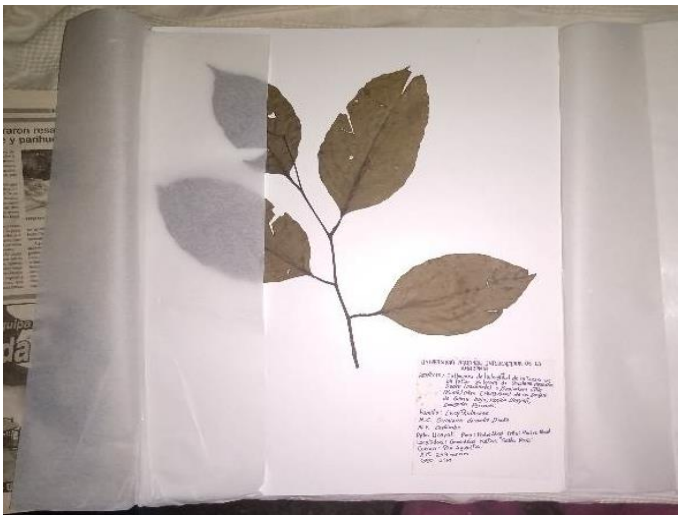
Anexo 3. Cuando los fustes fueron gruesos se hicieron las mediciones del diámetro con la forcípula de madera.

Anexo 4. Recolección y selección muestras botánicas.

Anexo 5. Preservado de las muestras botánicas.

Anexo 6. Etiquetado de las muestras botánicas.

Anexo 7. Secado muestras botánicas.



Anexo 8. Prueba de homogeneidad de varianza de Bartlett para el volumen de *Allantoma decandra*.

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	α = 0.05

Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	0.02	0.990

Anexo 9. Análisis de varianza del volumen para *Allantoma decandra.*

Modelo lineal general: Volumen vs. Longitud de la troza, Árbol

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Longitud de la troza	2	0.269	0.1343	0.72	0.496
Árbol	13	285.576	21.9674	117.70	0.000
Error	26	4.853	0.1866		
Total	41	290.697			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.432013	98.33%	97.37%	95.64

Anexo 10. Prueba de homogeneidad de análisis de varianza de Bartlett para el factor de forma de *Allantoma decandra*.

La Prueba de Bartlett

Método

Hipótesis nula Todas las varianzas son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia α = 0.05

Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	1.15	0.564

Anexo 11. Análisis de varianza del factor de forma para *Allantoma decandra*.

Modelo lineal general: Factor de forma vs. Longitud de la troza, Árbol

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Longitud de la troza	2	0.003282	0.001641	1.03	0.369
Árbol	13	0.302223	0.023248	14.66	0.000
Error	26	0.041226	0.001586		
Total	41	0.346731			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0398197	88.11%	81.25%	68.97%

Anexo 12. Prueba de homogeneidad de varianza para el volumen de *Brosimum utile*.

La Prueba de Bartlett

Hipótesis nula Todas las varianzas son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia α = 0.05

Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	0.05	0.975

Anexo 13. Análisis de varianza del volumen para *Brosimum utile*.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Longitud de troza	2	0.131	0.065682	17.11	0.000
Árbol	29	10.3510	0.356931	92.97	0.000
Error	58	0.2227	0.003839		
Total	89	10.7050			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.0619627	97.92%	96.81%	94.99%

Anexo 14. Prueba de comparación de medias de Tukey para el volumen de *Brosimum utile*.

Método de Tukey y una confianza de 95%

Longitud de troza	N	Media	Agrupación
Un metro	30	2.27936	A
Dos metros	30	2.27820	A
De extracción	30	2.19774	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 15. Prueba de comparación de medias de Fisher para el volumen de *Brosimum utile*.

Método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Longitud de troza	N	Media	Agrupación
Un metro	30	2.27936	A
Dos metros	30	2.27820	A
De extracción	30	2.19774	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 16. Prueba de comparación de medias de Bonferroni para el volumen de *Brosimum utile*.

Método de Bonferroni y una confianza de 95%

Longitud de troza	N	Media	Agrupación
Un metro	30	2.27936	A
Dos metros	30	2.27820	A
De extracción	30	2.19774	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 17. Prueba de Bartlett de homogeneidad de análisis de varianza para el volumen de *Brosimum utile*.

La Prueba de Bartlett

Método

Hipótesis nula Todas las varianzas son iguales

Hipótesis alterna Por lo menos una varianza es diferente

Nivel de significancia α = 0.05

Se utiliza el método de Bartlett. Este método es exacto sólo para datos normales.

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Bartlett	0.12	0.941

Anexo 18. Análisis de varianza del factor de forma para *Brosimum utile*.

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Longitud de troza	2	0.06974	0.034870	16.27	0.000
Árbol	29	0.98916	0.034109	15.91	0.000
Error	58	0.12432	0.002143		
Total	89	1.18322			

Resumen del modelo

S	R-cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred)
0.04620	89.49%	83.88%	74.70%

Anexo 19. Prueba de comparación de media de Tukey para el factor de forma de *Brosimum utile*.

Método de Tukey y una confianza de 95%

Longitud de troza	N	Media	Agrupación
Un metro	30	0.706367	A
Dos metros	30	0.706000	A
De extracción	30	0.647133	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 20. Prueba de comparación de media de Fisher para el factor de forma de *Brosimum utile*.

Método LSD de Fisher y una confianza de 95%

Longitud de troza	N	Media	Agrupación
Un metro	30	0.706367	A
Dos metros	30	0.706000	A
De extracción	30	0.647133	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 21. Pruebas de comparaciones de media de Bonferroni para el factor de forma de *Brosimum utile.*

Método de Bonferroni y una confianza de 95%

Longitud de troza	N	Media	Agrupación
Un metro	30	0.706367	A
Dos metros	30	0.706000	A
De extracción	30	0.647133	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 22. Tablas y base de datos de la investigación.

Determinación de volumen y factor de forma de *Allantoma decandra.*							
1	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m³**	**V2m³**	**V. comer. m³**
	0	58	66	62			
	1	59.3	51.4	55.35	0.271		
	2	59	52.4	55.7	0.242	0.546	
	3	54.7	47.9	51.3	0.225		
	4	56.8	48.7	52.75	0.213	0.462	
	5	55.5	47.5	51.5	0.213		
	6	53	53	53	0.214	0.439	
	7	51.7	51.7	51.7	0.215		
	8	52.7	44.7	48.7	0.198	0.407	
	9	48.9	42.4	45.65	0.175		
	10	43.8	45.5	44.65	0.16	0.343	
	11	48.6	45.2	46.9	0.165		
	12	48	51.6	49.8	0.184	0.351	
	12.88	48	51.6	49.8	0.171	0.171	
	6.3	52.2	48.2	50.2			

	12.6	48	51.6	49.8			
				SUMA	2.646	2.719	**2.811**

2	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	74.3	74.3	74.3			
	1	74.3	74.3	74.3	0.434		
	2	63.7	67	65.35	0.384	0.769	
	3	58.6	61	59.8	0.308		
	4	56.5	59.8	58.15	0.273	0.601	
	5	56.1	58.4	57.25	0.261		
	6	53.8	55.5	54.65	0.246	0.5	
	7	51.5	56.8	54.15	0.232		
	8	51.4	56.6	54	0.23	0.464	
	9	51.4	55.6	53.5	0.227		
	10	51	51	51	0.215	0.433	
	11	52.8	52.8	52.8	0.212		
	12	51	53.5	52.25	0.217	0.419	
	6.3	56	53.2	54.6			
	12.6	52	55.8	53.9	0.133	0.133	
				SUMA	3.372	3.319	**3.56**

3	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	117	117	117			
	1	117	117	117	1.075		
	2	102.5	102.5	102.5	0.95	1.9	
	3	96	96	96	0.774		
	4	91.4	91.4	91.4	0.69	1.481	
	5	86.7	86.7	86.7	0.623		
	6	86.5	86.5	86.5	0.589	1.244	
	7	82.1	82.1	82.1	0.559		
	8	76.7	76.7	76.7	0.496	1.05	
	9	75.6	75.6	75.6	0.455		
	10	74.7	74.7	74.7	0.444	0.9	
	11	78.4	78.4	78.4	0.461		
	12	80.9	80.9	80.9	0.498	0.952	
	13	80.4	80.4	80.4	0.511		

	14	78.2	78.2	78.2	0.494	0.994	
	15	85.2	85.2	85.2	0.525		
	16	78	78	78	0.524	0.958	
	17	73.6	73.6	73.6	0.452		
	18	77.7	77.7	77.7	0.45	0.952	
	19	93	93	93	0.577	0.577	
	6.3	85.6	85.6	85.6			
	12.6	82.5	82.5	82.5			
	18.9	93	93	93			
				SUMA	11.147	11.008	**12.52**

4	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m³**	**V2m³**	**V. comer. m³**
	0	91.9	91.9	91.9			
	1	91.9	91.9	91.9	0.663		
	2	88.2	88.2	88.2	0.637	1.274	
	3	76	76	76	0.532		
	4	74.2	74.2	74.2	0.443	1.043	
	5	74.6	74.6	74.6	0.435		
	6	75.4	75.4	75.4	0.442	0.879	
	7	77	77	77	0.456		
	8	77	77	77	0.466	0.912	
	9	68.3	68.3	68.3	0.416		
	10	70.1	70.1	70.1	0.376	0.852	
	11	66.7	66.7	66.7	0.368		
	12	66.7	66.7	66.7	0.349	0.735	
	13	67.8	67.8	67.8	0.355		
	14	65.8	65.8	65.8	0.351	0.689	
	15	66.4	66.4	66.4	0.343		
	16	69.7	69.7	69.7	0.364	0.722	
	6.3	72	72	72			
	12.6	68.1	68.1	68.1			
				SUMA	6.996	7.106	**5.802**

5	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m³**	**V2m³**	**V. comer. m³**
	0	87.3	87.3	87.3			

	1	87.3	87.3	87.3	0.599		
	2	84.1	84.1	84.1	0.577	1.154	
	3	80.3	80.3	80.3	0.531		
	4	77.2	77.2	77.2	0.487	1.024	
	5	74.4	74.4	74.4	0.451		
	6	70.5	70.5	70.5	0.413	0.858	
	7	69.3	63.3	66.3	0.368		
	8	67.2	61.6	64.4	0.335	0.716	
	9	67	59.8	63.4	0.321		
	10	69	61.3	65.15	0.325	0.659	
	11	65.1	65.1	65.1	0.333		
	12	67.2	67.2	67.2	0.344	0.688	
	13	62.5	62.5	62.5	0.331		
	14	62.2	62.2	62.2	0.305	0.659	
	15	62.7	62.7	62.7	0.306		
	16	61.8	61.8	61.8	0.304	0.604	
	17	68.3	68.3	68.3	0.333		
	18	68	68	68	0.365	0.663	
	19	71.6	71.6	71.6	0.383		
	19.5	71.9	71.9	71.9	0.202	0.577	
	6.3	69.2	63.4	66.3			
	12.6	63	63	63			
	18.9	67.2	67.2	67.2			
				SUMA	7.613	7.602	**7.142**

6	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	71	71	71			
	1	58.7	58.7	58.7	0.333		
	2	54.2	54.2	54.2	0.251	0.627	
	3	53.7	53.7	53.7	0.229		
	4	51.7	51.7	51.7	0.218	0.441	
	5	50.2	50.2	50.2	0.204		
	6	49.5	49.5	49.5	0.195	0.402	
	7	51	51	51	0.198		
	8	50.6	50.6	50.6	0.203	0.394	
	9	50.2	50.2	50.2	0.2		

	10	49.1	49.1	49.1	0.194	0.39	
	11	50.2	50.2	50.2	0.194		
	12	47.8	47.8	47.8	0.189	0.369	
	13	46.4	46.4	46.4	0.174		
	14	47.6	47.6	47.6	0.174	0.357	
	15	43.8	43.8	43.8	0.164		
	16	45.5	45.5	45.5	0.157	0.341	
	17	41	41	41	0.147		
	18	42.7	42.7	42.7	0.138	0.306	
	19	45.5	45.5	45.5	0.153		
	19.1	45.6	45.6	45.6	0.016	0.169	
	6.3	49.5	49.5	49.5			
	12.6	46.7	46.7	46.7			
	18.9	45.5	45.5	45.5			
				SUMA	3.731	3.796	**4.051**

7	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	102	102	102			
	1	93.4	93.4	93.4	0.751		
	2	81.4	81.4	81.4	0.603	1.338	
	3	75.7	75.7	75.7	0.485		
	4	75.4	75.4	75.4	0.448	0.967	
	5	74.2	72.5	73.35	0.435		
	6	72.6	72.6	72.6	0.418	0.86	
	7	72.7	67.6	70.15	0.4		
	8	71.6	71.6	71.6	0.395	0.817	
	9	68.6	68.6	68.6	0.386		
	10	68	68	68	0.366	0.766	
	11	65.5	65.5	65.5	0.35		
	12	65.5	65.5	65.5	0.337	0.7	
	13	67	67	67	0.345		
	14	62	62	62	0.327	0.639	
	15	66.6	66.6	66.6	0.325		
	15.76	70.1	70.1	70.1	0.279	0.605	
	6.3	72.8	72.8	72.8			

	12.6	64.8	64.8	64.8			
				SUMA	6.65	6.692	**6.235**

8	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	74.1	74.1	74.1			
	1	73.6	73.6	73.6	0.428		
	2	73.6	73.6	73.6	0.425	0.857	
	3	69.4	69.4	69.4	0.402		
	4	67.5	67.5	67.5	0.368	0.783	
	5	71	71	71	0.377		
	6	66.7	66.7	66.7	0.373	0.707	
	7	70	70	70	0.367		
	8	71.7	71.7	71.7	0.394	0.753	
	9	72.4	72.4	72.4	0.408		
	10	72.9	72.9	72.9	0.415	0.821	
	11	73.2	73.2	73.2	0.419		
	12	70.2	70.2	70.2	0.404	0.804	
	13	66.5	66.5	66.5	0.367		
	14	67.5	67.5	67.5	0.353	0.745	
	15	65.9	65.9	65.9	0.349		
	16	71.5	71.5	71.5	0.371	0.759	
	17	73	73	73	0.41		
	18	69.4	69.4	69.4	0.398	0.78	
	19	64.9	64.9	64.9	0.355		
	20	62	62	62	0.316	0.68	
	21	63.9	63.9	63.9	0.311		
	22	65.3	65.3	65.3	0.328	0.637	
	22.17	62.9	62.9	62.9	0.055	0.055	
	6.3	67.8	67.8	67.8			
	12.6	68.2	68.2	68.2			
	18.9	64.9	64.9	64.9			
				SUMA	8.393	8.381	6.976

9	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	84.5	84.5	84.5			
	1	75.8	75.8	75.8	0.506		

	2	72.4	72.4	72.4	0.431	0.972	
	3	67.7	67.7	67.7	0.386		
	4	64.8	64.8	64.8	0.345	0.741	
	5	61.4	61.4	61.4	0.313		
	6	61.4	61.4	61.4	0.296	0.626	
	7	62	62	62	0.299		
	8	62.3	62.3	62.3	0.303	0.601	
	9	60.6	60.6	60.6	0.297		
	10	62.6	62.6	62.6	0.298	0.613	
	11	61.1	61.1	61.1	0.3		
	12	60.6	60.6	60.6	0.291	0.596	
	13	62.1	57	59.55	0.283		
	14	62.2	53.9	58.05	0.272	0.553	
	15	61.4	52.9	57.15	0.261		
	16	62.2	49	55.6	0.25	0.507	
	17	62.6	62.6	62.6	0.275		
	18	62.4	51.8	57.1	0.282	0.499	
	19	66.8	66.8	66.8	0.303		
	19.08	65.3	65.3	65.3	0.027	0.319	
	6.3	62.2	62.2	62.2			
	12.6	64.3	55.4	59.85			
	18.9	66.8	66.8	66.8			
				SUMA	6.018	6.027	**6.557**

10	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	84	84	84			
	1	80	80	80	0.528		
	2	73.5	73.5	73.5	0.463	0.978	
	3	69.8	69.8	69.8	0.403		
	4	68.2	68.2	68.2	0.374	0.79	
	5	67.1	67.1	67.1	0.359		
	6	66.6	66.6	66.6	0.351	0.714	
	7	63.8	63.8	63.8	0.334		
	8	60	60	60	0.301	0.631	
	9	58.7	58.7	58.7	0.277		
	10	60.2	60.2	60.2	0.278	0.567	
	11	59.5	59.5	59.5	0.281		
	12	59.2	59.2	59.2	0.277	0.56	
	13	57.8	57.8	57.8	0.269		

	14	55	55	55	0.25	0.513	
	15	56.1	56.1	56.1	0.242		
	16	57.5	57.5	57.5	0.253	0.497	
	17	58.5	58.5	58.5	0.264		
	18	57.4	57.4	57.4	0.264	0.518	
	19	50.4	50.4	50.4	0.229	0.229	
	6.3	66.6	66.6	66.6			
	12.6	57.1	57.1	57.1			
	18.9	50.4	50.4	50.4			
				SUMA	5.997	5.997	**6.182**

11	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m³**	**V2m³**	**V. comer. m³**
	0	82	80	81			
	1	77.5	77.5	77.5	0.494		
	2	74.6	74.6	74.6	0.454	0.952	
	3	81.8	81.8	81.8	0.481		
	4	68.8	70.5	69.65	0.453	0.818	
	5	70.5	70.5	70.5	0.386		
	6	66.7	66.7	66.7	0.37	0.73	
	7	61.2	57.2	59.2	0.312		
	8	57.2	56.2	56.7	0.264	0.602	
	9	56.2	53.6	54.9	0.245		
	10	54.1	52.3	53.2	0.23	0.475	
	11	52.3	54.4	53.35	0.223		
	12	52.1	54.4	53.25	0.223	0.445	
	13	55.8	57.8	56.8	0.238		
	14	55.8	55.8	55.8	0.249	0.467	
	15	55	47	51	0.224	0.224	
	6.3	67.1	61.1	64.1			
	12.6	57.8	52.1	54.95			
				SUMA	4.846	4.713	**4.403**

12	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m³**	**V2m³**	**V. comer. m³**
	0	73.6	73.6	73.6			
	1	72.7	72.7	72.7	0.42		
	2	69	69	69	0.395	0.799	
	3	66	66	66	0.358		

	4	65.6	59.9	62.75	0.326	0.683	
	5	65.6	65.6	65.6	0.324		
	6	62	60.6	61.3	0.317	0.604	
	7	59.4	60.3	59.85	0.288		
	8	60.2	59.4	59.8	0.281	0.576	
	9	59.9	59.4	59.65	0.28		
	10	57.7	58.4	58.05	0.272	0.546	
	11	56.5	58.3	57.4	0.262		
	12	56.5	56.2	56.35	0.254	0.514	
	13	54.6	55.1	54.85	0.243		
	14	55.2	54.1	54.65	0.235	0.484	
	15	54.2	52.8	53.5	0.23		
	16	52.2	52.2	52.2	0.219	0.449	
	16.45	54.5	53.8	54.15	0.1	0.1	
	6.3	62.3	60.1	61.2			
	12.6	57.1	56.2	56.65			
				SUMA	4.804	4.755	**3.987**

13	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	120	120	120			
	1	112.4	112.4	112.4	1.062		
	2	103.6	103.6	103.6	0.918	1.974	
	3	94.3	94.3	94.3	0.771		
	4	92.3	92.3	92.3	0.684	1.512	
	5	87.4	87.4	87.4	0.635		
	6	85.3	85.3	85.3	0.586	1.241	
	7	86.9	86.9	86.9	0.582		
	8	83.9	83.9	83.9	0.573	1.124	
	9	79.7	79.7	79.7	0.526		
	10	77.3	77.3	77.3	0.484	1.022	
	11	76.4	76.4	76.4	0.464		
	12	76	76	76	0.456	0.923	
	13	73.9	73.9	73.9	0.441		
	14	72.4	72.4	72.4	0.42	0.865	
	15	72.3	72.3	72.3	0.411		
	16	71.3	71.3	71.3	0.405	0.811	
	17	75.3	75.3	75.3	0.422		
	18	71.4	71.4	71.4	0.423	0.8	
	19	72.4	72.4	72.4	0.406		

	20	75.5	75.5	75.5	0.43	0.848	
	21	75.2	75.2	75.2	0.446		
	21.46	79.6	79.6	79.6	0.217	0.69	
	6.3	85.3	85.3	85.3			
	12.6	74.5	74.5	74.5			
	18.9	72.4	72.4	72.4			
				SUMA	11.762	11.810	**11.206**

14	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m³**	**V2m³**	**V. comer. m³**
	0	93	93	93			
	1	93	93	93	0.679		
	2	92.5	92.5	92.5	0.676	1.351	
	3	86.7	86.7	86.7	0.631		
	4	81.6	81.6	81.6	0.557	1.195	
	5	78.7	78.7	78.7	0.505		
	6	77.9	77.9	77.9	0.482	1.0	
	7	77.4	77.4	77.4	0.474		
	8	71.2	71.2	71.2	0.434	0.875	
	9	70.2	70.2	70.2	0.393		
	10	67.8	67.8	67.8	0.374	0.759	
	11	66.9	66.9	66.9	0.356		
	12	65.6	65.6	65.6	0.345	0.699	
	13	63.7	63.7	63.7	0.328		
	14	63.6	63.6	63.6	0.318	0.656	
	15	61.2	61.2	61.2	0.306		
	16	60.7	60.7	60.7	0.292	0.607	
	17	60.9	60.9	60.9	0.29		
	18	60.4	60.4	60.4	0.289	0.576	
	6.3	77	77	77			
	12.6	64.6	64.6	64.6			
	18.9	63.6	63.6	63.6	0.272	0.272	
				SUMA	8.001	7.99	**8.139**

d1 (cm) = Diámetro en centímetros

d2 (cm) = Diámetro en centímetros

Promed. = Promedio de los diámetro.

V 1m³ = Volumen de un metro de longitud en metros cúbicos

V 2m³ = Volumen de dos metro de longitud en metros cúbicos

L (m) = Longitud de la troza en metros

V. comer m³ = Volumen Comercial en metros cúbicos

Anexo 23. Determinación de volumen y factor de forma de *Brosimum utile*.

1	L (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	Promed.	V1m³	V2m³	V. comer. m³
	0	100	105	102.5			
	1	100	105	102.5	0.825		
	2	102.5	102.5	102.5	0.825	1.65	
	3	101.9	101.9	101.9	0.82		
	4	98.4	98.4	98.4	0.788	1.586	
	5	96.3	96.3	96.3	0.744		
	6	94.5	94.5	94.5	0.715	1.462	
	7	92.4	92.4	92.4	0.686		
	8	91.6	91.6	91.6	0.665	1.36	
	9	91.8	91.8	91.8	0.66		
	10	90.7	90.7	90.7	0.654	1.305	
	11	90.6	90.6	90.6	0.645		
	12	88.2	88.2	88.2	0.628	1.257	
	13	84.2	84.2	84.2	0.584		
	14	84.3	84.3	84.3	0.557	1.169	
	6.3	92.6	92.6	92.6			
	12.6	84.5	84.5	84.5			
				SUMA	9.796	9.789	**8.609**

2	L (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	Promed.	V1m³	V2m³	V. comer. m³
	0	70	75	72.5			
	1	62	63.9	62.95	0.362		
	2	60.9	58	59.45	0.294	0.69	
	3	60.6	57.4	59	0.275		
	4	58.1	55.5	56.8	0.263	0.531	
	5	56.4	59.5	57.95	0.259		
	6	59.5	59.8	59.65	0.272	0.533	
	7	57.2	52	54.6	0.257		
	8	58.2	54.9	56.55	0.243	0.531	

	9	56.9	53.2	55.05	0.245		
	10	52.4	54.1	53.25	0.23	0.474	
	11	51.7	55.5	53.6	0.224		
	12	54.5	53.8	54.15	0.228	0.453	
	6.3	59.2	55.6	57.4			
	12.6	54.1	50.6	52.35	0.134	0.134	
				SUMA	3.286	3.346	**3.609**

3	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	95.1	95.1	95.1			
	1	89.5	89.5	89.5	0.67		
	2	86.4	86.4	86.4	0.608	1.297	
	3	83.6	83.6	83.6	0.568		
	4	80.7	80.7	80.7	0.53	1.098	
	5	80.8	80.8	80.8	0.512		
	6	79.1	79.1	79.1	0.502	1.003	
	7	76.7	76.7	76.7	0.477		
	8	77	77	77	0.464	0.957	
	9	76.7	76.7	76.7	0.464		
	10	76.4	76.4	76.4	0.46	0.924	
	11	70.7	70.7	70.7	0.426		
	12	68.6	68.6	68.6	0.381	0.828	
	13	67.6	67.6	67.6	0.364		
	14	66.1	66.1	66.1	0.351	0.713	
	15	68.2	68.2	68.2	0.354		
	16	65.3	65.3	65.3	0.35	0.678	
	17	61.8	61.8	61.8	0.317		
	18	60.3	60.3	60.3	0.293	0.62	
	19	60.8	60.8	60.8	0.288	0.288	
	6.3	77.7	77.7	77.7			
	12.6	68.6	68.6	68.6			
	18.9	60.8	60.8	60.8			
				SUMA	8.379	8.406	**8.468**

4	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**

	0	76.4	76.4	76.4			
	1	79.7	79.7	79.7	0.479		
	2	77.7	63	70.35	0.444	0.847	
	3	73.6	61	67.3	0.372		
	4	72.2	60.8	66.5	0.352	0.736	
	5	72.3	72.3	72.3	0.379		
	6	69.5	69.5	69.5	0.395	0.727	
	7	69.2	69.2	69.2	0.378		
	8	70.2	70.2	70.2	0.382	0.766	
	9	68.5	68.5	68.5	0.378		
	10	63.4	63.4	63.4	0.342	0.703	
	11	60	56.2	58.1	0.29		
	12	59.5	53.5	56.5	0.258	0.566	
	13	59.3	50	54.65	0.243		
	14	59	49.1	54.05	0.232	0.48	
	15	59	48	53.5	0.227		
	16	59.5	59.5	59.5	0.251	0.507	
	17	55.9	55.9	55.9	0.262		
	18	54.4	54.4	54.4	0.239	0.51	
	19	50.5	50.5	50.5	0.216		
	19.16	51.3	51.3	51.3	0.033	0.255	
	6.3	69.2	69.2	69.2			
	12.6	59.1	50.3	54.7			
	18.9	50.5	50.5	50.5			
				SUMA	6.152	6.097	**5.925**

5	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	101.9	101.9	101.9			
	1	101.9	101.9	101.9	0.816		
	2	101.8	101.8	101.8	0.815	1.629	
	3	96.2	96.2	96.2	0.77		
	4	89.2	89.2	89.2	0.676	1.439	
	5	88.3	88.3	88.3	0.619		
	6	88.1	88.1	88.1	0.611	1.235	
	7	90.6	90.6	90.6	0.627		
	8	90.9	90.9	90.9	0.647	1.259	

	9	90.5	90.5	90.5	0.646		
	10	91.3	91.3	91.3	0.649	1.304	
	11	89	89	89	0.638		
	12	83.4	83.4	83.4	0.584	1.201	
	13	85	85	85	0.557		
	14	80.5	80.5	80.5	0.538	1.055	
	15	82	82	82	0.519		
	15.7	90.9	90.9	90.9	0.412	0.984	
	6.3	86.9	86.9	86.9			
	12.6	85	85	85			
				SUMA	10.124	10.106	**8.093**

6	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m³**	**V2m³**	**V. comer. m³**
	0	88.8	88.8	88.8			
	1	88.8	88.8	88.8	0.619		
	2	81.2	81.2	81.2	0.569	1.137	
	3	72.6	72.6	72.6	0.466		
	4	65.8	65.8	65.8	0.377	0.858	
	5	64.1	64.1	64.1	0.331		
	6	65.5	65.5	65.5	0.33	0.677	
	7	66.4	66.4	66.4	0.342		
	8	68.5	68.5	68.5	0.357	0.705	
	9	68.7	68.7	68.7	0.37		
	10	67.2	67.2	67.2	0.363	0.723	
	11	66.3	66.3	66.3	0.35		
	12	64.8	64.8	64.8	0.338	0.684	
	13	63.7	63.7	63.7	0.324		
	14	63.2	63.2	63.2	0.316	0.643	
	15	61.7	61.7	61.7	0.306		
	16	61.3	61.3	61.3	0.297	0.609	
	17	59.8	59.8	59.8	0.288		
	18	59.8	59.8	59.8	0.281	0.576	
	19	57	57	57	0.268	0.268	
	6.3	65.5	65.5	65.5			
	12.6	64.2	64.2	64.2			

	18.9	57	57	57			
				SUMA	6.892	6.88	**6.917**

7	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	65.6	65.6	65.6			
	1	65.6	65.6	65.6	0.338		
	2	64.2	67	65.6	0.338	0.676	
	3	65.3	64.6	64.95	0.335		
	4	70	70	70	0.358	0.723	
	5	60	60	60	0.334		
	6	63.9	63.9	63.9	0.302	0.706	
	7	63.5	63.5	63.5	0.319		
	8	63.7	63.7	63.7	0.318	0.639	
	9	63.6	63.6	63.6	0.318		
	10	64.3	64.3	64.3	0.321	0.643	
	11	62.2	62.2	62.2	0.314		
	12	61	61	61	0.298	0.617	
	12.72	56	56	56	0.194	0.194	
	6.3	62.7	62.7	62.7			
	12.6	56	56	56			
				SUMA	4.087	4.198	**3.786**

8	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	99.5	99.5	99.5			
	1	98.5	98.5	98.5	0.77		
	2	97.1	97.1	97.1	0.751	1.518	
	3	96.8	96.8	96.8	0.738		
	4	95.8	95.8	95.8	0.728	1.461	
	5	94.8	94.8	94.8	0.713		
	6	93.9	93.9	93.9	0.699	1.413	
	7	89.3	89.3	89.3	0.659		
	8	90.3	90.3	90.3	0.633	1.333	
	9	89.5	89.5	89.5	0.635		
	10	88.3	88.3	88.3	0.621	1.253	
	11	85.2	85.2	85.2	0.591		
	12	82.1	82.1	82.1	0.55	1.142	

	13	80.8	80.8	80.8	0.521		
	14	80.2	80.2	80.2	0.509	1.035	
	15	81	81	81	0.51		
	16	79.9	75.4	77.65	0.494	0.979	
	17	77.4	75.4	76.4	0.466		
	18	77.2	75.1	76.15	0.457	0.929	
	19	75.9	75.9	75.9	0.454		
	19.25	75.1	75.1	75.1	0.112	0.562	
	6.3	93.5	93.5	93.5			
	12.6	80.7	80.7	80.7			
	18.9	75.9	75.9	75.9			
				SUMA	11.611	11.625	**11.423**

9	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	89.9	89.9	89.9			
	1	89.9	89.9	89.9	0.635		
	2	83.3	83.3	83.3	0.59	1.18	
	3	83	83	83	0.543		
	4	79.6	79.6	79.6	0.519	1.043	
	5	75.6	75.6	75.6	0.473		
	6	71.9	71.9	71.9	0.427	0.904	
	7	73.3	73.3	73.3	0.414		
	8	75.5	75.5	75.5	0.435	0.854	
	9	77.2	77.2	77.2	0.458		
	10	74.4	74.4	74.4	0.451	0.882	
	11	71.2	71.2	71.2	0.416		
	12	63.6	63.6	63.6	0.358	0.752	
	13	67	67	67	0.335		
	14	67.6	67.6	67.6	0.356	0.677	
	15	65	65	65	0.345		
	16	66.9	66.9	66.9	0.342	0.71	
	16.45	60.5	60.5	60.5	0.144	0.144	
	6.3	73.2	73.2	73.2			
	12.6	66.4	66.4	66.4			
				SUMA	7.241	7.146	**5.742**

10	L (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	Promed.	V1m³	V2m³	V. comer. m³
	0	95	95	95			
	1	86.4	103	94.7	0.707		
	2	79.8	102.5	91.15	0.678	1.361	
	3	83.2	94	88.6	0.635		
	4	83.1	90.7	86.9	0.605	1.246	
	5	81.8	91.5	86.65	0.591		
	6	80.1	90	85.05	0.579	1.161	
	7	90.2	90.2	90.2	0.604		
	8	89.9	89.9	89.9	0.637	1.203	
	9	87.1	77.1	82.1	0.582		
	10	85.8	85.8	85.8	0.554	1.213	
	11	82.4	82.4	82.4	0.556		
	12	81.4	81.4	81.4	0.527	1.099	
	13	81.2	81.2	81.2	0.519		
	14	79	79	79	0.504	1.011	
	15	77.1	77.1	77.1	0.479		
	16	85.3	85.3	85.3	0.519	1.062	
	6.3	80	90	85			
	12.6	81.9	81.9	81.9			
				SUMA	9.276	9.356	**7.467**

11	L (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	Promed.	V1m³	V2m³	V. comer. m³
	0	103	103	103			
	1	108	108	108	0.875		
	2	109.7	109.7	109.7	0.931	1.778	
	3	103	103	103	0.889		
	4	95.5	95.5	95.5	0.775	1.661	
	5	91.4	91.4	91.4	0.686		
	6	89.1	89.1	89.1	0.64	1.34	
	7	93	93	93	0.651		
	8	90.9	90.9	90.9	0.664	1.272	
	9	88.8	88.8	88.8	0.634		
	10	87.2	87.2	87.2	0.608	1.246	
	11	82.6	82.6	82.6	0.567		

	12	81.9	81.9	81.9	0.531	1.124	
	13	80.8	80.8	80.8	0.52		
	14	80.6	80.6	80.6	0.511	1.037	
	15	80	80	80	0.506		
	16	81	81	81	0.509	1.026	
	6.3	88.5	88.5	88.5			
	12.6	81.9	81.9	81.9			
				SUMA	10.497	10.484	**8.16**

12	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m³**	**V2m³**	**V. comer. m³**
	0	80.9	86.3	83.6			
	1	80.6	78.8	79.7	0.524		
	2	74.3	77	75.65	0.474	0.998	
	3	70.5	75	72.75	0.433		
	4	66.1	66.1	66.1	0.379	0.793	
	5	62.6	62.6	62.6	0.325		
	6	61.9	61.9	61.9	0.304	0.644	
	7	62.6	62.6	62.6	0.304		
	8	63.7	63.7	63.7	0.313	0.62	
	9	59.1	59.1	59.1	0.297		
	10	57.7	57.8	57.75	0.268	0.581	
	11	56.2	55.9	56.05	0.254		
	12	56.5	57.7	57.1	0.251	0.518	
	13	54.3	54.9	54.6	0.245		
	14	53.6	53.5	53.55	0.23	0.481	
	15	55.4	55.4	55.4	0.233		
	15.75	53	53	53	0.173	0.390	
	6.3	62.5	62.5	62.5			
	12.6	54.3	55.6	54.95			
				SUMA	5.007	5.025	**4.409**

13	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m³**	**V2m³**	**V. comer. m³**
	0	90	90	90			
	1	89	89	89	0.629		
	2	88.8	99.4	94.1	0.659	1.332	

	3	93.1	87.4	90.25	0.668		
	4	86.4	87.4	86.9	0.616	1.289	
	5	87.4	90.2	88.8	0.606		
	6	91.9	85.8	88.85	0.62	1.213	
	7	90.2	87.5	88.85	0.62		
	8	86	87.7	86.85	0.606	1.212	
	9	83.7	86.1	84.9	0.579		
	10	84.6	81.6	83.1	0.554	1.135	
	11	83.4	83.4	83.4	0.544		
	12	81.4	76.2	78.8	0.517	1.03	
	13	76	76	76	0.471		
	14	74.4	74.4	74.4	0.444	0.922	
	15	74.4	74.4	74.4	0.435		
	16	74.5	74.5	74.5	0.435	0.871	
	17	88.5	88.5	88.5	0.526		
	17.8	93.5	93.5	93.5	0.521	1.01	
	6.3	89	92	90.5			
	12.6	79.2	75	77.1			
				SUMA	10.05	10.014	**7.527**

14	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	97	97	97			
	1	97	97	97	0.739		
	2	92	92	92	0.702	1.404	
	3	85.1	85.1	85.1	0.617		
	4	79.4	79.4	79.4	0.532	1.16	
	5	78.4	78.4	78.4	0.489		
	6	76.5	76.5	76.5	0.471	0.955	
	7	77.5	77.5	77.5	0.466		
	8	71.8	71.8	71.8	0.438	0.865	
	9	73.1	73.1	73.1	0.412		
	10	70.9	70.9	70.9	0.407	0.8	
	11	70.9	70.9	70.9	0.395		
	12	71	71	71	0.395	0.791	
	13	69.1	69.1	69.1	0.385		
	14	69.1	69.1	69.1	0.375	0.771	

	15	67.3	67.3	67.3	0.365		
	16	66.5	66.5	66.5	0.352	0.722	
	17	66.5	66.5	66.5	0.347		
	17.54	66.3	66.3	66.3	0.187	0.533	
	6.3	76.5	76.5	76.5			
	12.6	67.3	67.3	67.3			
				SUMA	8.074	8.001	**6.344**

15	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	95.3	95.3	95.3			
	1	94.3	94.3	94.3	0.706		
	2	95.5	95.5	95.5	0.707	1.43	
	3	88.3	88.3	88.3	0.664		
	4	87.7	87.7	87.7	0.608	1.32	
	5	85.3	85.3	85.3	0.588		
	6	83.9	83.9	83.9	0.562	1.157	
	7	83.2	83.2	83.2	0.548		
	8	84.4	84.4	84.4	0.552	1.112	
	9	81.4	81.4	81.4	0.54		
	10	78.9	78.9	78.9	0.505	1.048	
	11	76	76	76	0.471		
	12	76.5	76.5	76.5	0.457	0.949	
	13	73	73	73	0.439		
	14	72	72	72	0.413	0.867	
	15	70.8	70.8	70.8	0.4		
	16	69.1	69.1	69.1	0.384	0.782	
	6.3	83.2	83.2	83.2			
	12.6	73.4	73.4	73.4			
				SUMA	8.544	8.665	**7.005**

15	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	95.3	95.3	95.3			
	1	94.3	94.3	94.3	0.706		
	2	95.5	95.5	95.5	0.707	1.43	
	3	88.3	88.3	88.3	0.664		

	4	87.7	87.7	87.7	0.608	1.32	
	5	85.3	85.3	85.3	0.588		
	6	83.9	83.9	83.9	0.562	1.157	
	7	83.2	83.2	83.2	0.548		
	8	84.4	84.4	84.4	0.552	1.112	
	9	81.4	81.4	81.4	0.54		
	10	78.9	78.9	78.9	0.505	1.048	
	11	76	76	76	0.471		
	12	76.5	76.5	76.5	0.457	0.949	
	13	73	73	73	0.439		
	14	72	72	72	0.413	0.867	
	15	70.8	70.8	70.8	0.4		
	16	69.1	69.1	69.1	0.384	0.782	
	6.3	83.2	83.2	83.2			
	12.6	73.4	73.4	73.4			
				SUMA	8.544	8.665	**7.005**

16	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	103.5	103.5	103.5			
	1	103.5	103.5	103.5	0.841		
	2	101.4	101.4	101.4	0.824	1.649	
	3	97.6	97.6	97.6	0.778		
	4	95.5	95.5	95.5	0.732	1.524	
	5	99.5	99.5	99.5	0.747		
	6	103	103	103	0.805	1.55	
	7	90.5	90.5	90.5	0.738		
	8	86.5	86.5	86.5	0.615	1.421	
	9	87.4	87.4	87.4	0.594		
	10	86.8	86.8	86.8	0.596	1.179	
	11	85.6	85.6	85.6	0.584		
	12	84.8	84.8	84.8	0.57	1.157	
	13	80.4	80.4	80.4	0.536		
	14	77	77	77	0.487	1.03	
	15	75.4	75.4	75.4	0.456		
	16	73.1	73.1	73.1	0.433	0.885	

	17	73.4	73.4	73.4	0.421		
	18	73.4	73.4	73.4	0.423	0.843	
	19	79.3	79.3	79.3	0.459		
	19.1	79	79	79	0.049	0.502	
	6.3	102.5	102.5	102.5			
	12.6	79.3	79.3	79.3			
	18.9	79.3	79.3	79.3			
				SUMA	11.688	11.74	**12.516**

17	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	97.3	97.3	97.3			
	1	97.3	97.3	97.3	0.744		
	2	96.5	96.5	96.5	0.737	1.475	
	3	95.1	95.1	95.1	0.721		
	4	92.5	92.5	92.5	0.691	1.403	
	5	89	89	89	0.647		
	6	87.1	87.1	87.1	0.609	1.268	
	7	89	89	89	0.609		
	8	85	85	85	0.595	1.163	
	9	82.6	82.6	82.6	0.552		
	10	81.5	81.5	81.5	0.529	1.089	
	11	79.6	79.6	79.6	0.51		
	12	81	81	81	0.506	1.037	
	6.3	90.6	90.6	90.6			
	12.6	87.6	87.6	87.6	0.335	0.335	
				SUMA	7.785	7.77	**8.302**

18	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	112	112	112			
	1	112	112	112	0.985		
	2	101.7	101.7	101.7	0.899	1.798	
	3	99.8	99.8	99.8	0.797		
	4	95.2	95.2	95.2	0.747	1.524	
	5	94.7	94.7	94.7	0.708		
	6	91.1	91.1	91.1	0.678	1.364	

	7	81.4	81.4	81.4	0.586		
	8	79.2	79.2	79.2	0.507	1.144	
	9	78.4	78.4	78.4	0.488		
	10	77.8	77.8	77.8	0.479	0.968	
	11	76.4	76.4	76.4	0.467		
	12	77	77	77	0.462	0.941	
	13	73.2	73.2	73.2	0.443		
	14	70.8	70.8	70.8	0.407	0.859	
	15	70.2	70.2	70.2	0.39		
	16	70	70	70	0.386	0.779	
	17	70.2	70.2	70.2	0.386		
	18	70.5	70.5	70.5	0.389	0.775	
	18.09	66.7	66.7	66.7	0.033	0.033	
	6.3	90.5	90.5	90.5			
	12.6	74.1	74.1	74.1			
				SUMA	10.237	10.185	**8.514**

19	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	92.4	92.4	92.4			
	1	91.3	91.3	91.3	0.663		
	2	88.8	88.8	88.8	0.637	1.29	
	3	87.4	87.4	87.4	0.61		
	4	86.9	86.9	86.9	0.597	1.212	
	5	81.8	81.8	81.8	0.559		
	6	76.8	76.8	76.8	0.494	1.056	
	7	78.5	78.5	78.5	0.474		
	8	80.6	80.6	80.6	0.497	0.973	
	9	79.1	79.1	79.1	0.501		
	10	80	80	80	0.497	1.013	
	11	83.6	83.6	83.6	0.526		
	12	77.5	77.5	77.5	0.51	0.974	
	13	76.5	76.5	76.5	0.466		
	14	75	75	75	0.451	0.914	
	15	74.6	74.6	74.6	0.439		
	16	74.6	74.6	74.6	0.437	0.879	
	16.08	74.5	74.5	74.5	0.035	0.035	

	6.3	77	77	77			
	12.6	81.7	81.7	81.7			
				SUMA	8.393	8.346	**6.697**

20	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	117	117	117			
	1	117.6	117.6	117.6	1.081		
	2	114.1	114.1	114.1	1.054	2.098	
	3	113.7	113.7	113.7	1.019		
	4	110.5	110.5	110.5	0.987	1.981	
	5	111.8	111.8	111.8	0.97		
	6	107	107	107	0.94	1.858	
	7	107.5	107.5	107.5	0.903		
	8	100	100	100	0.847	1.685	
	9	95.4	95.4	95.4	0.75		
	10	95.1	95.1	95.1	0.713	1.496	
	11	95.4	95.4	95.4	0.713		
	12	95.3	95.3	95.3	0.714	1.424	
	12.77	94.6	94.6	94.6	0.545	0.545	
	6.3	107.7	107.7	107.7			
	12.6	94.6	94.6	94.6			
				SUMA	11.236	11.087	**11.34**

21	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	92.6	92.6	92.6			
	1	92.6	92.6	92.6	0.673		
	2	92.5	92.5	92.5	0.673	1.345	
	3	91	91	91	0.661		
	4	81	81	81	0.583	1.187	
	5	79.1	79.1	79.1	0.503		
	6	79.6	79.6	79.6	0.495	1.013	
	7	83.1	83.1	83.1	0.52		
	8	74	74	74	0.486	0.928	
	9	72.3	72.3	72.3	0.42		

	10	69.7	69.7	69.7	0.396	0.812	
	11	70.3	70.3	70.3	0.385		
	12	69.7	69.7	69.7	0.385	0.763	
	13	67.8	67.8	67.8	0.371		
	14	66.8	66.8	66.8	0.356	0.732	
	15	66.1	66.1	66.1	0.347		
	16	65.9	65.9	65.9	0.342	0.692	
	17	64	64	64	0.331		
	18	65.2	65.2	65.2	0.328	0.675	
	19	60.5	60.5	60.5	0.311		
	19.33	60	60	60	0.094	0.41	
	6.3	80.2	80.2	80.2			
	12.6	68.6	68.6	68.6			
	18.9	60.5	60.5	60.5			
				SUMA	8.66	8.557	**8.538**

22	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	130	130	130			
	1	130	130	130	1.327		
	2	128.4	128.4	128.4	1.311	2.622	
	3	123	123	123	1.242		
	4	119	119	119	1.15	2.407	
	5	124.5	124.5	124.5	1.165		
	6	117	117	117	1.146	2.187	
	7	121	121	121	1.113		
	8	113.5	113.5	113.5	1.081	2.087	
	9	108.1	108.1	108.1	0.965		
	10	103	103	103	0.876	1.845	
	11	103	103	103	0.833		
	12	102.5	102.5	102.5	0.829	1.658	
	13	101.6	101.6	101.6	0.818		
	14	96.8	96.8	96.8	0.773	1.561	
	15	91.9	91.9	91.9	0.7		
	16	96	96	96	0.694	1.46	
	17	96.1	96.1	96.1	0.725		
	18	94.3	94.3	94.3	0.712	1.422	

	6.3	115.3	115.3	115.3			
	12.6	102.5	102.5	102.5			
	18.9	94.9	94.9	94.9	0.633	0.633	
				SUMA	18.093	17.882	**18.186**

23	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m³**	**V2m³**	**V. comer. m³**
	0	77.4	77.4	77.4			
	1	77.4	77.4	77.4	0.471		
	2	69.9	69.9	69.9	0.427	0.854	
	3	67.4	67.4	67.4	0.37		
	4	66.7	66.7	66.7	0.353	0.733	
	5	64.5	64.5	64.5	0.338		
	6	62.6	62.6	62.6	0.317	0.657	
	7	63	63	63	0.31		
	8	63.8	63.8	63.8	0.316	0.627	
	9	59.4	59.4	59.4	0.298		
	10	59.7	59.7	59.7	0.279	0.6	
	11	58.3	58.3	58.3	0.273		
	12	56.2	56.2	56.2	0.258	0.528	
	13	56.8	56.8	56.8	0.251		
	14	56.9	56.9	56.9	0.254	0.502	
	15	58.5	58.5	58.5	0.262		
	16	58.1	58.10	58.1	0.267	0.519	
	6.3	61.9	61.9	61.9			
	12.6	57.2	57.2	57.2			
				SUMA	5.044	5.02	**4.187**

24	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m³**	**V2m³**	**V. comer. m³**
	0	125.6	125.6	125.6			
	1	126	126	126	1.243		
	2	122.8	122.8	122.8	1.216	2.423	
	3	116.9	116.9	116.9	1.129		
	4	120.6	120.6	120.6	1.108	2.327	
	5	120.9	120.9	120.9	1.145		
	6	114.6	114.6	114.6	1.09	2.174	

	7	112.4	112.4	112.4	1.012		
	8	109.7	109.7	109.7	0.969	1.977	
	9	111	111	111	0.956		
	10	105.3	105.3	105.3	0.919	1.816	
	11	105	105	105	0.868		
	12	100.3	100.3	100.3	0.828	1.661	
	13	100.8	100.8	100.8	0.794		
	14	100.2	100.2	100.2	0.793	1.579	
	15	101.4	101.4	101.4	0.798		
	16	102.5	102.5	102.5	0.816	1.614	
	17	96.4	96.4	96.4	0.778		
	18	100.6	100.6	100.6	0.762	1.62	
	19	100.6	100.6	100.6	0.795	0.795	
	6.3	112.1	112.1	112.1			
	12.6	100.2	100.2	100.2			
	18.9	100.6	100.6	100.6			
				SUMA	18.019	17.986	**17.592**

25	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	125	125	125			
	1	115.5	115.5	115.5	1.137		
	2	104	104	104	0.949	2.077	
	3	96.4	96.4	96.4	0.79		
	4	96.9	96.9	96.9	0.734	1.587	
	5	95.3	95.3	95.3	0.725		
	6	94.2	94.2	94.2	0.705	1.434	
	7	89.7	89.7	89.7	0.664		
	8	88.9	88.9	88.9	0.626	1.318	
	9	85.8	85.8	85.8	0.599		
	10	84.6	84.6	84.6	0.57	1.183	
	11	84.1	84.1	84.1	0.559		
	12	82	82	82	0.542	1.09	
	13	82.5	82.5	82.5	0.531		
	14	81.1	81.1	81.1	0.526	1.045	
	15	80.7	80.7	80.7	0.514		
	16	80.4	80.4	80.4	0.51	1.024	

	17	83.6	83.6	83.6	0.528		
	18	80.4	80.4	80.4	0.528	1.015	
	19	79.8	79.8	79.8	0.504		
	20	81.2	81.2	81.2	0.509	1.026	
	20.17	80.2	80.2	80.2	0.087	0.087	
	6.3	91.4	91.4	91.4			
	12.6	82.3	82.3	82.3			
	18.9	79.5	79.5	79.5			
				SUMA	12.837	12.886	**12.914**

26	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m^3**	**V2m^3**	**V. comer. m^3**
	0	89.8	89.8	89.8			
	1	79.5	79.5	79.5	0.565		
	2	75.9	75.9	75.9	0.474	1.086	
	3	74.5	74.5	74.5	0.444		
	4	73.1	73.1	73.1	0.428	0.872	
	5	71.6	71.6	71.6	0.411		
	6	69.2	69.2	69.2	0.389	0.796	
	7	67.2	67.2	67.2	0.365		
	8	66.2	66.2	66.2	0.349	0.72	
	9	64.5	64.5	64.5	0.335		
	10	64.5	64.5	64.5	0.327	0.671	
	11	65	65	65	0.329		
	12	63.1	63.1	63.1	0.322	0.639	
	13	64.7	64.7	64.7	0.321		
	14	62.7	62.7	62.7	0.319	0.621	
	15	61.6	61.6	61.6	0.303		
	16	59.7	59.7	59.7	0.289	0.589	
	17	59.5	59.5	59.5	0.279		
	18	57.7	57.7	57.7	0.27	0.541	
	18.92	55	55	55	0.23	0.23	
	6.3	68.8	68.8	68.8			
	12.6	63.1	63.1	63.1			
	18.9	55	55	55			
				SUMA	6.749	6.765	**7.056**

27	L (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	Promed.	V1m^3	V2m^3	V. comer. m^3
	0	140.3	140.3	140.3			
	1	124	124	124	1.377		
	2	116.8	116.8	116.8	1.14	2.617	
	3	103.2	103.2	103.2	0.954		
	4	100.7	100.7	100.7	0.816	1.868	
	5	95.3	95.3	95.3	0.755		
	6	92.5	92.5	92.5	0.693	1.468	
	7	97.7	97.7	97.7	0.711		
	8	90.1	90.1	90.1	0.694	1.31	
	9	120.5	120.5	120.5	0.889		
	10	89.5	89.5	89.5	0.885	1.267	
	11	91.7	91.7	91.7	0.645		
	11.82	91.9	91.9	91.9	0.543	1.176	
	6.3	98.3	98.3	98.3			
				SUMA	10.102	9.706	**7.26**

28	L (m)	d1 (cm)	d2 (cm)	Promed.	V1m^3	V2m^3	V. comer. m^3
	0	116.3	116.3	116.3			
	1	106	106	106	0.972		
	2	101.7	101.7	101.7	0.847	1.875	
	3	100.1	100.1	100.1	0.8		
	4	99.7	99.7	99.7	0.784	1.593	
	5	96.3	96.3	96.3	0.755		
	6	96.6	96.6	96.6	0.731	1.514	
	7	97.4	97.4	97.4	0.739		
	8	93.3	93.3	93.3	0.714	1.417	
	9	92.2	92.2	92.2	0.676		
	10	89.3	89.3	89.3	0.647	1.31	
	11	88.6	88.6	88.6	0.621		
	12	86.2	86.2	86.2	0.6	1.21	
	13	83.5	83.5	83.5	0.566		
	14	82.9	82.9	82.9	0.544	1.123	
	15	81.8	81.8	81.8	0.533		
	16	80.5	80.5	80.5	0.517	1.049	

	17	80.1	80.1	80.1	0.506		
	18	79.7	79.7	79.7	0.501	1.008	
	19	77.7	77.7	77.7	0.487		
	20	75.5	75.5	75.5	0.461	0.947	
	21	71.4	71.4	71.4	0.424		
	22	67.6	67.6	67.6	0.38	0.807	
	22.67	72.3	72.3	72.3	0.258	0.258	
	6.3	97	97	97			
	12.6	85.4	85.4	85.4			
	18.9	77.7	77.7	77.7			
				SUMA	14.063	14.111	**13.104**

29	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m³**	**V2m³**	**V. comer. m³**
	0	96.8	96.8	96.8			
	1	92.7	92.7	92.7	0.705		
	2	84.6	84.6	84.6	0.619	1.298	
	3	80.4	80.4	80.4	0.535		
	4	83.3	83.3	83.3	0.526	1.107	
	5	80.1	80.1	80.1	0.524		
	6	78.7	78.7	78.7	0.495	1.031	
	7	80.5	80.5	80.5	0.498		
	8	80	80	80	0.506	0.989	
	9	78	78	78	0.49		
	10	73.5	73.5	73.5	0.451	0.927	
	11	61.1	61.1	61.1	0.359		
	12	61.7	61.7	61.7	0.296	0.723	
	12.72	68.1	68.1	68.1	0.239	0.239	
	6.3	78.8	78.8	78.8			
	12.6	68.1	68.1	68.1			
				SUMA	6.243	6.314	**6.538**

30	**L (m)**	**d1 (cm)**	**d2 (cm)**	**Promed.**	**V1m³**	**V2m³**	**V. comer. m³**
	0	102.7	102.7	102.7			
	1	97.5	97.5	97.5	0.788		
	2	94	94	94	0.72	1.522	

	3	93.2	93.2	93.2	0.688		
	4	94.5	94.5	94.5	0.692	1.395	
	5	90.7	90.7	90.7	0.674		
	6	89.5	89.5	89.5	0.638	1.331	
	7	90.7	90.7	90.7	0.638		
	8	89.5	89.5	89.5	0.638	1.258	
	9	87.2	87.2	87.2	0.613		
	10	85.5	85.5	85.5	0.586	1.203	
	11	83.7	83.7	83.7	0.562		
	12	82.5	82.5	82.5	0.542	1.109	
	13	82.6	82.6	82.6	0.535		
	14	82.1	82.1	82.1	0.533	1.064	
	15	81.7	81.7	81.7	0.527		
	16	81.3	81.3	81.3	0.522	1.049	
	17	79.9	79.9	79.9	0.51		
	18	79.4	79.4	79.4	0.498	1.014	
	19	77.7	77.7	77.7	0.485		
	20	75	75	75	0.458	0.937	
	6.3	90.4	90.4	90.4			
	12.6	80	80	80			
	18.9	79.4	79.4	79.4			
				SUMA	11.847	11.882	**11.379**

Anexo 24. Volumetría de *Allantoma decandra*.

N.º Arb.	Altura comercial (m)	DAP (cm)	C	V1m^3	V2m^3	Vc m^3.	f1m	f2m	Fc.
1	12.88	55.70	3.889	2.646	2.719	2.811	0.68	0.699	0.723
2	12.60	65.35	5.463	3.372	3.319	3.56	0.617	0.608	0.652
3	19.00	102.50	20.427	11.147	11.008	12.52	0.546	0.539	0.613
4	16.00	88.20	10.613	6.996	7.106	5.802	0.659	0.67	0.547
5	19.50	84.10	11.672	7.613	7.602	7.142	0.652	0.651	0.612
6	19.10	54.20	7.562	3.731	3.796	4.051	0.493	0.502	0.536
7	15.76	81.40	12.878	6.65	6.692	6.235	0.516	0.52	0.484
8	22.17	73.60	9.561	8.393	8.381	6.976	0.878	0.877	0.73
9	19.08	72.40	10.7	6.018	6.027	6.557	0.562	0.563	0.613

10	19.00	73.50	10.529	5.997	5.997	6.182	0.57	0.57	0.587
11	15.00	74.50	7.729	4.846	4.713	4.403	0.627	0.61	0.57
12	16.45	69.00	6.999	4.804	4.755	3.987	0.686	0.679	0.57
13	21.46	103.60	24.271	11.762	11.81	11.206	0.485	0.487	0.462
14	18.90	92.50	12.839	8.001	7.99	8.139	0.623	0.622	0.634

Anexo 25. Volumetría de *Brosimum utile*.

N.º Arb.	Altura comercial (m)	DAP (cm)	C.	V1m^3	V2m^3	Vc. m^3	f1m	f2m	Fc.
1	14.00	102.50	11.552	9.796	9.789	8.609	0.848	0.847	0.745
2	12.60	59.45	5.202	3.286	3.346	3.609	0.632	0.643	0.694
3	19.00	86.40	13.496	8.379	8.406	8.468	0.621	0.623	0.627
4	19.16	70.35	8.784	6.152	6.097	5.925	0.700	0.694	0.675
5	15.70	101.80	12.804	10.124	10.106	8.093	0.791	0.789	0.632
6	19.00	81.20	11.767	6.892	6.88	6.917	0.586	0.585	0.588
7	12.72	65.60	4.299	4.087	4.198	3.786	0.951	0.977	0.881
8	19.25	97.10	14.968	11.611	11.625	11.423	0.776	0.777	0.763
9	16.45	83.30	10.442	7.241	7.146	5.742	0.693	0.684	0.550
10	16.00	91.15	11.341	9.276	9.356	7.467	0.818	0.825	0.658
11	16.00	109.70	13.332	10.497	10.484	8.16	0.787	0.786	0.612
12	15.75	75.65	8.645	5.007	5.025	4.409	0.579	0.581	0.510
13	17.80	94.10	11.324	10.05	10.014	7.527	0.887	0.884	0.665
14	17.54	92.00	12.962	8.074	8.001	6.344	0.623	0.617	0.489
15	16.00	95.50	11.413	8.544	8.665	7.005	0.749	0.759	0.614
16	19.10	101.40	16.070	11.688	11.74	12.516	0.727	0.731	0.779
17	12.60	96.50	9.369	7.785	7.77	8.302	0.831	0.829	0.886
18	18.09	101.70	17.822	10.237	10.185	8.514	0.574	0.571	0.478
19	16.08	88.80	10.783	8.393	8.346	6.697	0.778	0.774	0.621
20	12.77	114.10	13.729	11.236	11.087	11.34	0.818	0.808	0.826
21	19.33	92.50	13.018	8.66	8.557	8.538	0.665	0.657	0.656
22	18.90	128.40	25.086	18.093	17.882	18.186	0.721	0.713	0.725
23	16.00	69.90	7.528	5.044	5.02	4.187	0.670	0.667	0.556
24	19.00	122.80	23.541	18.019	17.986	17.592	0.765	0.764	0.747
25	20.17	104.00	24.752	12.837	12.886	12.914	0.519	0.521	0.522
26	18.92	75.90	11.983	6.749	6.765	7.056	0.563	0.565	0.589
27	11.82	116.80	18.274	10.102	9.706	7.26	0.553	0.531	0.397

28	22.67	101.70	24.082	14.063	14.111	13.104	0.584	0.586	0.544
29	12.72	84.60	9.361	6.243	6.314	6.538	0.667	0.675	0.698
30	20.00	94.00	16.568	11.847	11.882	11.379	0.715	0.717	0.687

Nº Arb=Numero de Árbol

C = Cilindro del árbol

V 1m = Volumen de un metro de largo en metros cúbicos

V 2m = Volumen de dos metros de largo en metros cúbicos

Vc =volumen de la troza comercial en metros cúbicos

f1m =factor de forma de un metro de largo del árbol

f2m =factor de forma de dos metros de largo del árbol

fc = factor de forma de la troza comercial

Anexo 26. Constancia de determinación botánica.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
LABORATORIO DE DENDROLOGÍA Y HERBARIO

"Año de la Universalización de la Salud"

CONSTANCIA DE DETERMINACIÓN BOTÁNICA

A solicitud de la Srta. **Greysi Merlín Rojas Quiñones** bachiller de la Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, se proporciona la identidad de los especímenes indicados.

La información proporcionada por el depositante sobre las muestras es:

Proyecto : "Influencia de la longitud de la troza en el factor de forma de ***Cariniana decandra*** Ducke (Cachimbo) y ***Brosimum utile*** (Kunth) Oken (panguana) de un bosque de colina baja, región Ucayali, Amazonia Peruana".
Zona de colección : Comunidad Nativa Santa Rosa-Cuenca Rio Aguayttia
Provincia : Padre Abad
Departamento : Ucayali
Colector : Greysi M. Rojas Quiñones

N° COL	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA
N°04	***Allantoma decandra*** (Ducke) S.A. Mori, Ya Y. Huang&Prance	"Cachimbo"	LECYTHIDACEAE
N°07	***Allantoma decandra*** (Ducke) S.A. Mori, Ya Y. Huang&Prance	"Cachimbo"	LECYTHIDACEAE
N°12	***Allantoma decandra*** (Ducke) S.A. Mori, Ya Y. Huang&Prance	"Cachimbo"	LECYTHIDACEAE
N°13	***Allantoma decandra*** (Ducke) S.A. Mori, Ya Y. Huang&Prance	"Cachimbo"	LECYTHIDACEAE
N°01	***Brosimum utile*** (Kunth) Oken	"Panguana"	MORACEAE
N°03	***Brosimum utile*** (Kunth) Oken	"Panguana"	MORACEAE
N°06	***Brosimum utile*** (Kunth) Oken	"Panguana"	MORACEAE
N°10	***Brosimum utile*** (Kunth) Oken	"Panguana"	MORACEAE

Determinado por:

Carlos Reynel Rodríguez Ph. D.
Profesor Principal, Dpto. Académico de Manejo Forestal
Director del Laboratorio de Dendrología y
Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales (MOL)

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
Laboratorio de Dendrología y Herbario (MOL)

La Molina,01 de Octubre del 2020

Av. La Molina s/n La Molina , Lima, Perú Telf.: (511) 614 7145 / (511) 614 7800 anexo 244 cel.: 51 943 750564
herbariofcf@lamolina.edu.pe www.lamolina.edu.pe/facultad/forestales