

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE FORMA Y AHUSAMIENTO DE LA
ESPECIE *Apuleia leiocarpa* (ANA CASPI) EN LA PARCELA DE CORTA N° 05 DE
LA COMUNIDAD NATIVA SINCHI ROCA, PADRE ABAD – UCAYALI.**

Tesis

Para optar el título de:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR:

FRANKLIN LLIONEL POSTILLON PUENTE

Tingo María – Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María- Perú
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS N° 089-2023-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 06 de setiembre del 2023, a horas 8:00 a.m. de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal de la Facultad de Recursos Naturales Renovables para calificar la tesis titulada:

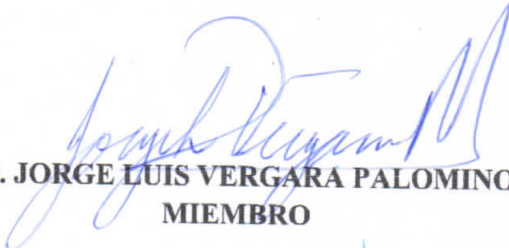
“ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE FORMA Y AHUSAMIENTO DE LA ESPECIE *Apuleia leiocarpa* (Ana caspi) EN LA PARCELA DE CORTA N.º 05 DE LA COMUNIDAD NATIVA SINCHI ROCA, PADRE ABAD-UCAYALI”.

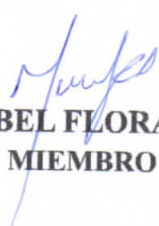
Presentado por el Bachiller: **POSTILLON PUENTE, FRANKLIN LLIONEL**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADO** con el calificativo de **“MUY BUENA”**

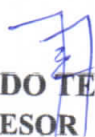
En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL** que será aprobado por el Consejo de Facultad, Tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título Correspondiente.

Tingo María, 12 de octubre de 2023


Ing. M. Sc. **RAUL ARAUJO TORRES**
PRESIDENTE


Ing. **JORGE LUIS VERGARA PALOMINO**
MIEMBRO


Ing. M. Sc. **MARIBEL FLORA ROCA CAPCHA**
MIEMBRO


Ing. Mg. Sc. **WILFREDO TELLO ZEVALLOS**
ASESOR





"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"

CERTIFICADO DE SIMILITUD T.I. N° 283 - 2023 - CS-RIDUNAS

El Director de la Dirección de Gestión de Investigación de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, quien suscribe,

CERTIFICA QUE:

El Trabajo de Investigación; aprobó el proceso de revisión a través del software TURNITIN, evidenciándose en el informe de originalidad un índice de similitud no mayor del 25% (Art. 3° - Resolución N° 466-2019-CU-R-UNAS).

Programa de Estudio:

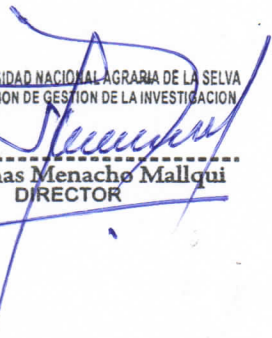
Ingeniería Forestal

Tipo de documento:

Tesis	X	Trabajo de investigación	
-------	---	--------------------------	--

TÍTULO	AUTOR	PORCENTAJE DE SIMILITUD
ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE FORMA Y AHUSAMIENTO DE LA ESPECIE <i>Apuleia leiocarpa</i> (ANA CASPI) EN LA PARCELA DE CORTA N° 05 DE LA COMUNIDAD NATIVA SINCHI ROCA, PADRE ABAD – UCAYALI	FRANKLIN LLIONEL POSTILLÓN PUENTE	10 % Diez

Tingo María, 18 de octubre de 2023


UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
DIRECCIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN
Dr. Tomas Menacho Mallqui
DIRECTOR

C.C. Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



ESTIMACIÓN DEL COEFICIENTE DE FORMA Y AHUSAMIENTO DE LA ESPECIE *Apuleia leiocarpa* (ANA CASPI) EN LA PARCELA DE CORTA N° 05 DE LA COMUNIDAD NATIVA SINCHI ROCA, PADRE ABAD – UCAYALI.

Autor	: POSTILLON PUENTE, Franklin Llionel
Asesor	: Ing. TELLO ZEVALLOS, Wilfredo
Programa de investigación	: Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales
Línea de investigación	: Silvicultura, Manejo y Ordenación de Bosques
Eje temático	: Aprovechamiento Forestal
Lugar de ejecución	: Comunidad Nativa Sinchi Roca, distrito de Irazola provincia de Padre Abad departamento de Ucayali
Duración	: 7 meses
Financiamiento	: S/ 3,146,55

Tingo María – Perú

2023



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
OFICINA DE INVESTIGACION**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

**REGISTRO DE TESIS PARA LA OBTENCION DEL
TITULO UNIVERSITARIO, INVESTIGACIÓN DOCENTE
Y TESISTA**

(Resol. N° 113-2019-CU-R-UNAS)

I. Datos Generales de Pregrado

Universidad	: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
Facultad	: Facultad Recursos Naturales Renovables.
Título de tesis	: Estimación del coeficiente de forma y ahusamiento de la especie <i>Apuleia leiocarpa</i> (ANA CASPI) en la parcela de corta N° 05 de la comunidad nativa Sinchi Roca, Padre Abad – Ucayali.
Autor	: Postillon Puente, Franklin Llionel.
Asesor de tesis	: Ing. Tello Zevallos, Wilfredo
Escuela Profesional	: Ingeniería Forestal.
Programa de investigación	: Gestión de Bosques y Plantaciones Forestales.
Línea(s) de investigación	: Silvicultura, Manejo y Ordenación de Bosques.
Eje Temático	: Aprovechamiento Forestal.
Lugar de ejecución	: Comunidad Nativa Sinchi Roca, distrito de Irazola provincia de Padre Abad departamento de Ucayali.
Duración	: Inicio : Setiembre 2022 Término : Agosto 2023
Financiamiento	: Propio : S/3,146,55

Tingo María, Perú, octubre 2023.

Franklin Llionel Postillon Puente

Tesista

Ing. Wilfredo Tello Zevallos

Asesor

DEDICATORIA

A nuestro divino creador, que me brindó la oportunidad de salir adelante a pesar de las adversidades. Guiándome por el camino de la sabiduría, la paz y por muchas cosas más.

A mis padres;

Por el apoyo incondicional, mi bienestar y educación. Ellos son mi mayor motivo de inspiración para salir adelante; cumplir mis metas trazadas y mantenerlos siempre en mis pensamientos.

A mis hermanos;

Por sus enseñanzas y apoyo incondicional en mi crecimiento y desarrollo profesional, siempre enseñándome lo mejor de la vida, y compartiéndome los logros familiares.

AGRADECIMIENTO

Al divino creador, por los logros obtenidos y por la felicidad de tener unida a mi familia a pesar de los sucesos difíciles que se pasa en el diario vivir.

Al Ing. Wilfredo Tello Zevallos, por su asesoramiento y apoyo en el desarrollo de la investigación.

A los distinguidos miembros del jurado calificador de la tesis, por sus valiosas recomendaciones y observaciones a este trabajo de investigación.

A mi madre; Olga Vilma Puente de Postillón por su apoyo en todo momento y celebrando mis triunfos obtenidos en el transcurso de mi formación profesional y la investigación.

A mis compañeros de estudios y amigos que me apoyaron en los tramites de los documentos y la culminación con la investigación.

A todos quienes formaron parte importante de mi formación y carrera profesional por su apoyo mi eterna gratitud y reconocimiento.

ABREVIATURA

SERFOR	: Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre.
ATFFS	: Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre.
INRENA	: Instituto Nacional de Recursos Naturales.
MINAGRI	: Ministerio Nacional de agricultura y Riego.
WGS 84	: World Geodetic System 84.
DAP	: Diámetro a la Altura del Pecho.
CAP	: Circunferencia a la Altura del Pecho.
GPS	: Global Positioning System.
UTM	: Universal Transversal de Mercator.
CF	: Coeficiente de Forma.
FF	: Factor de Forma.
MEM	: Modelos de Efectos Mixtos.
LF	: Largo del Fuste.
AT	: Altura del Tocón.
PC	: Parcela de Corta.
AC	: Altura Comercial.
GL	: Grados de Libertad.
CV	: Coeficiente de Variación.
Per.	: Permiso.
Uca.	: Ucayali.
Sig.	: Significancia.
PO	: Plan operativo.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN	12
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1. Marco teórico.....	14
2.1.1. Generalidades de la especie	14
2.1.2. Medición de los fustes	15
2.1.3. Determinación del volumen de trozas	16
2.1.4. Coeficiente de forma.....	17
2.1.5. Ahusamiento	19
2.2. Estado del arte	20
III. MATERIALES Y MÉTODOS	22
3.1. Lugar de ejecución.....	22
3.1.1. Ubicación geográfica de la parcela de corta N° 05	22
3.1.2. Accesibilidad	22
3.1.3. Mapa de ubicación de la parcela de corta N° 05	23
3.1.4. Tipos de bosque	23
3.1.5. Población y muestra de estudio	23
3.2. Materiales y métodos.....	24
3.2.1. Metodología	24
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	29
4.1. Determinación del coeficiente de forma en función a la clase diamétrica	29
4.2. Determinación del ahusamiento de la especie <i>A. leiocarpa</i>	31
4.3. Comparación del coeficiente de forma encontrado de la especie <i>A. leiocarpa</i> con el utilizado por la Autoridad Forestal (FF=0,65).....	35
V. CONCLUSIONES	38
VI. PROPUESTAS A FUTURO.....	39
VII. REFERENCIAS.....	40
Anexos	44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Página
1. Coordenadas de los vértices de la parcela de corta N° 05	22
2. Distribución por clase diamétrica del número de árboles	23
3. Coeficiente de forma de la especie <i>A. leiocarpa</i>	29
4. Ahusamiento del fuste en la especie <i>A. leiocarpa</i>	32
5. Correlación del ahusamiento con otras características del fuste en <i>A. leiocarpa</i>	33
6. Coeficiente de forma de la especie <i>A. leiocarpa</i> comparado con el coeficiente utilizado por la Autoridad Forestal.....	36
7. Formato para la toma de datos en la determinación del volumen y coeficiente de forma.	45
8. Datos obtenidos de campo sobre los diámetros (D) en metros obtenidos de las secciones de cada fuste	53
9. Volúmenes en m ³ de las secciones obtenidas de cada árbol.....	54
10. Datos de campo obtenidos de los árboles para la determinación del volumen del cilindro (volumen del sólido)	56
11. Información procesada de los datos obtenidos de campo	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Definición de la altura de medición del DAP en (a) árboles normales, rectos y terreno plano; (b) árboles bifurcados bajo 1,3 metros de altura en el fuste; (c) árboles bifurcados sobre 1,3 metros; (d) árboles con defecto a la altura de 1,3 metros; (e) árboles inclinados; (f) en terreno con pendiente.	16
2. Forma del sólido para determinar el volumen con las variables DAP y altura comercial.	25
3. Troza de madera seccionado cada un metro para la obtención de los volúmenes reales (Vr) a través de la fórmula de Smalian.....	26
4. Medidas de las dimensiones del árbol para la determinación del ahusamiento.	28
5. Ahusamiento vs. variables del fuste en la especie <i>A. leiocarpa</i>	35
6. Coeficiente de forma de la especie <i>A. leiocarpa</i> por clase diamétrica.	36
7. Cargo de notificación para la aprobación del plan operativo N° 04 de la parcela de corta N° 05.	45
8. Orientación de la entrada hacia la parcela de corta para la búsqueda de los individuos a estudiar.	46
9. Ubicación del punto de coordenada con el GPS según la lista de especies aprovechables de <i>Ana caspi</i>	46
10. Verificación del punto de coordenada del GPS con el código de la placa del individuo..	47
11. Observación del tocón y de la troza de la especie de <i>Ana caspi</i> , si presentan algún defecto.	47
12. Determinación de la medida de altura del tocón con el flexómetro.	48
13. Medición del diámetro de la base del fuste con ayuda de la forcípula.	48
14. Pintado con spray azul las divisiones cada un metro a lo largo del fuste, una vez ya despuntado.	49
15. Medición de los diámetros con ayuda de la forcípula en las divisiones a lo largo del fuste.	49
16. Arrastre de las trozas a los patios de acopio con los tractores forestales, para una mejor medición.	50
17. Patio de acopio de las trozas de las especies aprovechables.	50
18. Acomodo de las trozas de la especie <i>A. leiocarpa</i> para una mejor medición de las dimensiones, con el tractor forestal.	51

19. Relleno de los formatos de trazabilidad de la madera con la ayuda de los datos obtenidos para la investigación.	51
20. Ficha que certifica a la especie en estudio.....	52
21. Mapa de dispersión de los árboles aprovechables del plan operativo.	60

RESUMEN

En la actualidad no se tiene un coeficiente de forma de la especie *Apuleia leiocarpa* (J. Voguel) J.F. Macbride en la región de Ucayali, siendo una especie muy aprovechada en casi todas las actividades forestales maderables causando un sobreestimado o subestimado del volumen, como también, no se registraron datos del ahusamiento para ayudar a determinar el comportamiento del diámetro a través de todo el fuste del árbol. El propósito de esta investigación fue determinar el factor de forma y el ahusamiento de *A. leiocarp* para ayudar a una mejor determinación del volumen. Se trabajó con 69 árboles de *A. leiocarp* y para la determinación de los datos se ubicaron las coordenadas de cada árbol para su seguimiento, una vez hallado el árbol se midió el DAP, después fue talado y despuntado, se utilizó un flexómetro de 7,5 m para marcar las divisiones a cada metro a través de todo el fuste, donde, se prosiguió a realizar las medidas de diámetros con ayuda de la forcípula en cada división marcada. El promedio general del coeficiente de forma es $0,77 \pm 0,01$ con un 3,87 % de coeficiente de variación y con un ahusamiento promedio de 1,047 c.m./m dando un coeficiente de variación de 36,96 %. En conclusión, la especie *A. leiocarpa* tiene una forma del fuste más cilíndrica que lo estipulado por la autoridad forestal y a cada un metro a lo largo del fuste hacia el ápice manifiesta una disminución del diámetro no tan notoria, como también se obtuvo un bajo coeficiente de variación.

Palabras clave: factor de forma, coeficiente mórfico.

An Estimation of the Coefficient of Forms and the Taper of the *Apuleia leiocarpa* (Garapa) Specie on the Number 05 Cutting Plot in the Sinchi Roca Native Community in Padre Abad, Ucayali¹

Franklin Llionel Postillón Puente²

ABSTRACT

Currently there is not a coefficient of form for the *Apuleia leiocarpa* (J. Voguel) J.F. Macbride specie in the Ucayali region [of Peru], where it is the specie that is most used in almost all of the timber forestry activities, thus causing an overestimation or an underestimation of the volumen, also, the data for the taper has not been recorded, in order to help in determining the behavior of the diameter throughout the whole trunk of the tree. The purpose of this research was to determine the factor of form and the taper of the *A. leiocarp* to help [ensure] a better determination of the volume. Sixty nine *A. leiocarp* trees were used, and in order to determine the data, the coordinates of each tree were located, in order to follow up. Once the tree was found, the DBH (DAP in Spanish) was measured, then it was felled and limbed, [next] a 7.5 m flexometer was used to mark the divisions at each meter along the whole trunk, from which the diameter measurements were done at each marked division with the help of a tree caliper. The general average of the coefficient of form was 0.77 ± 0.01 with a variation coefficient of 3.87%; the *A. leiocarpa* specie had a trunk form that was more cylindrical than that stipulated by the forest authorities, and each meter along the length of the trunk towards the apex manifested a barely notable decrease in diameter. A low variation coefficient was also obtained.

Keywords: factor of shape, morphic coefficient

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad muchas de las comunidades nativas vienen aprovechando sus recursos naturales en forma legal, recibiendo ayuda por parte de terceros y por el estado, gracias a ello estas comunidades están obteniendo ingresos económicos y así coadyuvan al desarrollo de sus pobladores, encontrándose mayormente favorecidos debido a la creación y/o mantenimiento de sus carreteras, así como, en el transporte de sus productos y subproductos para la venta, entre otros. Por otro lado, gracias al apoyo por parte de las empresas extractoras de madera, existe un apoyo mutuo entre comunidades y empresas extractoras que vienen generando grandes crecimientos para ambas instituciones, donde el gobierno también se ve beneficiado con estos hechos.

Para que las empresas extractoras puedan aprovechar los recursos forestales maderables tienen que contribuir con un numeroso capital para ser eficientes en su trabajo, donde necesariamente necesitan saber el volumen cercano a la realidad existente para no tener inconvenientes posteriormente. Es por ello que, para la determinación del volumen de estas especies forestales maderables en la extracción se hace un previo estudio respecto al censo forestal ayudando a las comunidades y empresas a tener un mejor control de la extracción en el área, sin embargo, para determinar el volumen, el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre menciona que se debe trabajar con el coeficiente de forma 0,65 según la resolución de dirección ejecutiva N° D000034-2021-MIDAGRI-SERFOR-DE para la mayoría de las especies (latifoliadas), como consecuencia de este hecho se termina subestimando o sobreestimando el volumen ocasionando que se produzcan manejos no permitidos que favorezcan más al empresario que a la comunidad o a los terceros, una vez determinado y aprobado el volumen a aprovechar por especie, el estado le estipula al empresario que no debe de sobrepasar el volumen aprobado en el plan operativo. Para el caso de la especie *A. leiocarpa* no existe un coeficiente de forma particular determinado en un estudio anterior o actual en la región de Ucayali, es por ello la necesidad de llevar adelante el presente trabajo de investigación.

En virtud al problema expuesto, el presente trabajo de investigación enfatiza la importancia del coeficiente de forma en la determinación del volumen del árbol en pie para las empresas extractoras, para el estado y terceros, teniendo en cuenta las investigaciones que existen del coeficiente de forma de otras especies forestales maderables, cuyos resultados

ayudarán a responder la principal interrogante ¿Cuál es el coeficiente de forma y el ahusamiento de la especie de *A. leiocarpa*?, debido a la resolución de dicha pregunta se pudo hacer un mejor control del volumen de aprovechamiento en maderas rollizas, tanto para el estado como para los terceros afectados que les permita obtener una estimación más exacta de los recursos forestales maderables, donde su transformación primaria también se encuentra beneficiada.

1.1. Objetivo general

- Estimación del coeficiente de forma y ahusamiento de la especie *Apuleia leiocarpa* (Ana caspi) en la parcela de corta N° 05 de la comunidad nativa Sinchi Roca, Padre Abad – Ucayali.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el coeficiente de forma de la especie *A. leiocarpa* (Ana caspi) en función a la clase diamétrica de árboles aprovechables en la parcela de corta N° 05 de la comunidad nativa Sinchi Roca.
- Determinar el ahusamiento de la especie *A. leiocarpa* (Ana caspi) en la parcela de corta N° 05 de la comunidad nativa Sinchi Roca.
- Comparar el coeficiente de forma encontrado de la especie *A. leiocarpa* (Ana caspi) en la parcela de corta N° 05 de la comunidad nativa Sinchi Roca con el utilizado por el SERFOR (FF=0,65).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Marco teórico

2.1.1. Generalidades de la especie

2.1.1.1. Clasificación taxonómica

Según Sierra (2020) la clasificación taxonómica es la siguiente:

Familia	: Fabaceae – Caesalpinioideae.
Género	: <i>Apuleia</i> .
Especie	: <i>Leiocarpa</i> .
Nombre científico	: <i>Apuleia leiocarpa</i> (J. Voguel) J.F. Macbride.
Nombre común	: Ana caspi.
Sinónimos	: <i>Apuleia praecox</i> C. Mart. <i>Apoyela molaris</i> (Spruce ex Benth.) Gleason.

2.1.1.2. Distribución, hábitat y procedencia

La distribución geográfica de dicha especie se encuentra en las zonas como: Amazonas, Loreto, Junín, Ucayali, Cusco, Madre de Dios y San Martín. Crece entre los 0 a 1,000 m. s. n. m. de altitud. Se encuentran en las regiones bajas de la Amazonía Central y en altitudes medias de la Amazonía Sur del Perú (Sierra, 2020).

2.1.1.3. Características botánicas

Es un árbol que llega hasta los 30 m. y más. Cuenta con un follaje caducifolio o semi caducifolio. Su corteza superficial es blanquecina lisa y ligeramente granulosa; por la composición de lenticelas, su corteza muerta se desprende en placas de formas irregulares y grandes; dejando notorias huellas en bajo relieve en el tronco, donde queda una película corchosa que al sacarlo o rasparlo aparece un color verde amarillento. Cuenta con un fuste de forma cilíndrica, en su base se presenta aletones angostos de forma empinada hasta 1,5 m. con un DAP de 75 c.m. aproximadamente y una copa de forma aparasolada que tiende a abrir de

acuerdo a como llega a la altura total donde el follaje es de poca espesura con una tonalidad verde casi amarillo en las partes finales de las ramas (Sierra, 2020; Solano, 2013).

Sus hojas son compuestas alternas con folíolos alternos imparipinnados de ligera pubescencia en el envés y con glabro en el haz, así como la presencia de flores masculinas y hermafroditas; inflorescencia axilar y fruto a manera de vaina. Su corteza viva presenta dos capas: la interna es laminosa y fibrosa compacta y la externa es compacta de color rosado con sectores de color anaranjado pálido (Sierra, 2020; Solano, 2013).

2.1.2. Medición de los fustes

2.1.2.1. Medición de la altura

La medición de la altura es importante, ya que es una de las tres variables (forma del fuste, altura y diámetro) que se utilizan en la determinación del volumen del árbol; así mismo esto también, refleja la calidad del sitio según menciona Barrena y Llerena (1988). La altura de los árboles se puede dividir en dos clases: altura del fuste comercial y altura total. La altura del fuste comercial se determina midiendo desde el suelo hasta el inicio de la ramificación y la altura total se determina midiendo desde el suelo hasta la cima de su copa, y estos datos son utilizados para hallar la biomasa, carbono del vuelo y el volumen maderable. Las alturas entre 10 m. a 15 m. se miden de preferencia con varas telescópicas, y para alturas superiores a estos se utilizan los clinómetros o hipsómetros (García, 1995).

Romero (2017) menciona que para realizar la medición la persona se debe posicionar a cierta distancia del árbol, luego apunta con el instrumento a la base del árbol y el otro punto a una altura del árbol donde realiza la lectura de medición con respecto a la escala del instrumento en cada oportunidad. Los valores sobre la horizontal llegan a ser los positivos y los que se encuentran por debajo del horizontal son los negativos, entonces dando el valor absoluto de la diferencia entre ambas mediciones se da la altura buscada.

Se explica que la causa principal de los errores en la medición de alturas es la limitación para determinar la posición exacta del extremo superior del árbol (Barrena y Llerena, 1988).

2.1.2.2. Medición del diámetro

Según Prodan et al., (1997) mencionan que medir el diámetro es la operación más simple y común, porque se trata de las variables que más repercuten en el volumen. También mencionan que en los árboles en pie se determina el DAP (diámetro a la altura del pecho) que es la medición del diámetro del árbol a una altura de 1,30 m del nivel del suelo. Los instrumentos más usados para medir el DAP son la cinta diamétrica y la forcípula (García, 1995; Dávila, 2017).

Mediciones del DAP en diferentes tipos de terrenos. Según Cancino (2006), la medición del DAP a la altura de 1,30 m desde el suelo se debe realizar como se muestra en la **Figura 1**.

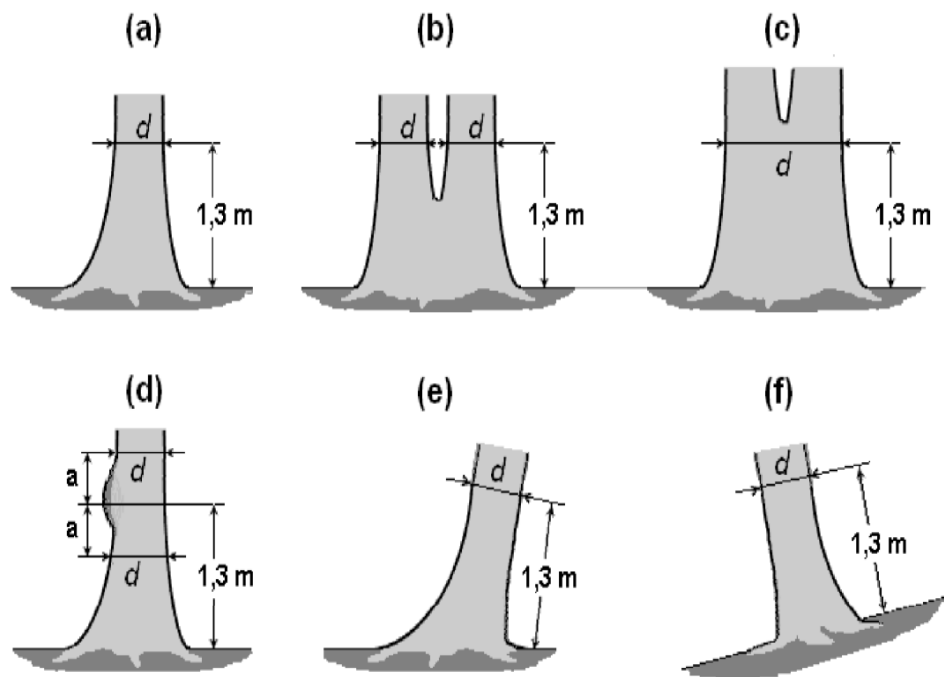


Figura 1. Definición de la altura de medición del DAP en (a) árboles normales, rectos y terreno plano; (b) árboles bifurcados bajo 1,3 metros de altura en el fuste; (c) árboles bifurcados sobre 1,3 metros; (d) árboles con defecto a la altura de 1,3 metros; (e) árboles inclinados; (f) en terreno con pendiente.

2.1.3. Determinación del volumen de trozas

Según Orrillo (2019) la troza de un árbol puede parecerse a un sólido geométrico tales como: Paraboloide, cilindro y neiloide. Para la determinación de las medidas de sus

dimensiones y su volumen se conocen varias fórmulas según la semejanza con el sólido geométrico. Las fórmulas más utilizadas y conocidas son las de Huber, Smalian y Newton. Por lo tanto se puede decir que estas fórmulas brindan un resultado muy cercano al volumen real de la troza.

La cuantificación de madera de un árbol se puede determinar a través de su volumen total o comercial. Si el cálculo del volumen se hace en árboles en pie, las dimensiones de alturas se toman desde el suelo hasta el ápice terminal del árbol, donde se considera la altura total. En cambio, si el árbol fue cortado, el volumen total se toma en cuenta desde donde fue cortado hasta el ápice terminal del árbol, excluyendo las secciones podridas y/o deformaciones del árbol, sin embargo, si el volumen es comercial se considera la altura desde el suelo hasta el diámetro mínimo que se considere para su aprovechamiento, y si presentan deformaciones en alguna parte del fuste entonces se considera solo las secciones sanas según Salazar (1989).

2.1.4. Coeficiente de forma

Según el SERFOR (2016) y MINAGRI (2020) el volumen potencial o comercial se obtiene considerando el diámetro, la altura comercial del fuste y el coeficiente de forma de 0,65 donde este coeficiente puede ser modificado con el sustento de estudios realizados por especialistas forestales. Siendo la caoba la especie que varía su coeficiente de forma según la zona; en Madre de Dios, Ucayali y Loreto que son 0,73, 0,76 y 0,71 respectivamente se recomienda agrupar las especies en grupos comerciales, de acuerdo con las categorías o grupos establecidos en norma expresa. Siendo la fórmula del coeficiente de forma como se muestra a continuación, según Cancino (2006):

$$CF = \frac{V_r}{V_s} \quad \dots(1)$$

CF: Coeficiente de forma.

V_r : Volumen real del fuste (m^3).

V_s : Volumen del sólido de referencia (m^3).

De acuerdo con Cancino (2006) el coeficiente de forma se halla del coeficiente entre el volumen real del árbol y el volumen de un sólido geométrico de referencia, cuyas dimensiones de sus partes corresponden al del árbol (DAP y altura). Al volumen del sólido geométrico de referencia también se le llama volumen aparente.

Según Prodan et al., (1997) cuando el sólido geométrico es un cilindro $V_s = g \cdot H$, en donde g = área basal y H = altura. Como se muestra en los coeficientes de forma a continuación.

2.1.4.1. Coeficiente de forma natural o verdadero

El tamaño del árbol no llega a influir en el coeficiente de forma ya que se elimina midiendo el diámetro para la figura geométrica de referencia a un porcentaje de la altura del árbol, siendo la misma altura relativa a la medición del diámetro en árboles de diferentes alturas. El coeficiente de forma correspondiente al diámetro medido al 10 % de la altura total y utilizando el método de Huber para determinar volúmenes seccionados recibiendo el nombre de factor Hohenadl o de forma natural. Obteniéndose el factor de forma de la siguiente manera (observe que el volumen del sólido cilíndrico en este caso es $V_s = g_{0,1} \cdot H$) (Cancino (2006) y Prodan et al., (1997).

$$F_{0,1H} = \frac{V_r}{g_{0,1} \cdot H} \quad \dots(2)$$

En donde Cancino (2006):

H : Altura total del árbol.

$F_{0,1H}$: Coeficiente de forma al 10% de la altura total del fuste.

$g_{0,1}$: Área de sección transversal fustal a un décimo de la altura total.

V_r : Volumen real del fuste (m^3).

2.1.4.2. Coeficiente de forma artificial

Esto se refiere a que, dos árboles con similar coeficiente de forma no llegan a tener igual forma, como también dos árboles pueden tener la misma forma, pero diferentes tamaños, haciendo que el coeficiente de forma adquiriera valores diferentes. Este coeficiente de forma

recibe el nombre de artificial, cuando el sólido de referencia es un cilindro y el primer diámetro es a una altura de 1,3 m. (observe que el volumen del sólido en este caso es $V_s = g_{1,3} * H$) Cancino (2006) y Prodan et al., (1997).

2.1.5. Ahusamiento

Según Ovalle (2008) define al ahusamiento como la reducción promedio del fuste en centímetros por cada distancia.

El ahusamiento es la disminución en diámetro que experimenta el fuste de un árbol desde la base hasta el ápice. Se expresa matemáticamente describiendo el perfil del fuste y permitiendo realizar estimaciones de variables sencillas como: la altura en el fuste en la que el diámetro adquiere un determinado diámetro o el diámetro de fuste a cualquier altura del fuste, su mayor importancia es que permite realizar estimaciones de volúmenes entre dos alturas cualesquiera que se opte de acuerdo al fuste del individuo. Gracias a ello se hace una herramienta esencial en modelos de simulación y optimizaciones del trozado, que ayudan a la clasificación de productos en pie, según Cancino (2006) y Prodan et al., (1997).

2.1.5.1. Modelos de ahusamiento tipo segmentado

Según Cao et al., (1980), estos modelos están compuestos de hasta dos o tres expresiones que se desactivan o activan de acuerdo con la altura en la que se quiere hallar el diámetro.

Se asume que la forma de un fuste puede dividirse en tres formas geométricas; neiloide, paraboloides y cono (Husch et al., 1982). Este modelo fue incorporado por Max y Burkhart (1976) para proporcionar una mejor descripción del perfil de un árbol mediante una función del ahusamiento. Estos estudios han demostrado una mejor descripción de la forma o perfil del fuste en vez de una ecuación de ahusamiento proporcional variable o polinomial (Cao et al., 1980).

2.2. Estado del arte

Tuesta (2020) realizó un estudio de análisis comparativo del ahusamiento y del factor mórfico de varias especies; *Dipteryx odorata* (Shihuahuaco), *Copaifera officinalis* (Copaiba), y *Hura crepitans* (Catahua amarilla), para la determinación de sus datos. Primero, se empezó con la toma de las medidas de los diámetros menor es y mayores de los lados extremos de cada fuste y el largo de este (no se consideró la altura del tocón) se evaluaron solo los fustes comerciales. En tal sentido, se evaluaron 68, 77 y 90 trozas de cada especie respectivamente, concluyendo que los tres factores de forma de las trozas no son iguales en las tres especies, la *C. officinalis* tiene un coeficiente de forma = 0,90, *D. odorata* presentó un coeficiente de forma=0,91 y *H. crepitans* un coeficiente de forma = 0,85. Y con respecto a su ahusamiento de cada especie fue de 2.69 c.m. /m. para *H. crepitans*, en *D. odorata* 1.76 c.m./m y en *C. officinalis* 1.24 c.m./m.

Gonzales (2019) determinó el coeficiente mórfico de tres especies los cuales son; *Copaifera reticulada* (Copaiba), *Myroxylon balsamum* (Estoraque) y *D. odorata* (Shihuahuaco), realizado a través del método destructivo y también se demostró que cada especie de árbol tiene un coeficiente mórfico diferente. Donde las muestras fueron todos los individuos talados durante el año operativo, haciendo 150 árboles en total, repartidos de la siguiente manera: 57 individuos de copaiba, 37 individuos de shihuahuaco y 58 individuos de estoraque. Dicha investigación se realizó en la concesión forestal de Luis Schrader donde se evaluaron los individuos de las especies de manera directa, el cual consistió en la medida de la longitud (no se consideró la altura del tocón) y diámetro en tres niveles del fuste (apical, media y basal) que ayudaron a calcular el coeficiente mórfico y el volumen real del fuste, donde se midió el DAP y la altura comercial. Con las informaciones capturadas se compararon los coeficientes de forma según el nivel del fuste, entre especies y clases diamétricas, obteniendo como resultado los siguientes coeficientes mórficos: 0,79 en shihuahuaco, 0,76 en copaiba y 0,75 en estoraque, así mismo se determinó que no existe diferencias significativas entre estos. Con los resultados obtenidos se llegó a la conclusión: que estas especies superan el coeficiente de forma determinado por la autoridad nacional forestal.

Se realizó un estudio de *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) en Madre de Dios para la determinación del coeficiente de forma en el consolidado Otorongo, provincia de Tahuamanu que cuenta con un bosque de colina baja, media y alta, donde se tomó una muestra

representativa de 140 árboles, teniendo como resultado un coeficiente de forma de 0,79 donde hubo una reducción del fuste de 21,4 %, los datos tomados fueron: el DAP, la altura comercial (del suelo hasta la primera ramificación, sin embargo no consideró la altura del tocón ni la sección de la altura de las aletas), el largo del fuste, los diámetros de cada sección dividida fueron cada 2 m. donde las divisiones se consideraron a partir de los 30 c.m. después de las aletas, el largo fue tomado sin considerar el largo de las aletas, el promedio del ahusamiento de esta especie fue de 1,30 c.m./m. Se consideró el modelo de la ecuación de Smalian para el volumen según Ovalle (2006).

En la actualidad, el Servicio Nacional Forestal y de fauna silvestre en sus lineamientos establece un coeficiente de forma de 0,65 para la mayoría de las especies comerciales de la Amazonía peruana, excepto *Swietenia macrophylla* (Caoba) (SERFOR, 2016), en el caso de la especie *S. macrophylla* (Caoba) se considera el coeficiente de forma por región: 0,73 para Madre de Dios, 0,76 para Ucayali y 0,71 para Loreto, y de considerarse valores diferentes revisar que los sustentos citados sean de una fuente confiable. Estos coeficientes de forma se aplican por los pocos estudios científicos verídicos que determinan el coeficiente de forma más preciso de las especies comerciales (MINAGRI, 2020). Por consiguiente, muy pocos estudios han sido realizados a pesar del avance tecnológico para la facilidad del procesamiento de grandes bases de datos, como también el conocimiento de las metodologías y técnicas de regresión relacionadas para la determinación de buenos estudios de esta área (Picard et al., 2012).

Hubo otra investigación realizada en Madre de Dios, donde se formuló ecuaciones de volumen y se determinó el coeficiente de forma de *A. leiocarpa* (Ana caspi) y de *M. balsamun* (estoraque) en un bosque natural de Tahuamanu, donde se obtuvieron datos de 92 individuos de Ana caspi y 121 individuos de estoraque, los datos de los diámetros fueron tomados cada 2 m. si el fuste tenía mayor de 12 m. de largo y si era menor a 12 m. de largo se logró medir cada un metro (antes de la tala se midió el DAP), la altura comercial (desde el primer corte en la base hasta el despunte) y el largo del fuste fue tomado desde el primer corte en la base hasta el despunte en el ápice, resultando con el coeficiente de forma del Ana caspi en 0,83 y del estoraque fue de 0,76, concluyendo que se aceptó la hipótesis planteada y se aceptó que los coeficientes de forma de las dos especies fueron superiores al 0,65 (Camala y Huanca, 2021).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

El lugar de ejecución de la investigación se desarrolló en la parcela de corta N° 05 del plan operativo N° 04 del permiso N° 25-UCA-PUC/PER-FMC-2017-007, de la comunidad nativa de Sinchi Roca distrito de Irazola provincia de Padre Abad departamento de Ucayali, el cual tiene un área de 572,1404 ha. una altitud de 212 m. s. n. m.

3.1.1. Ubicación geográfica de la parcela de corta N° 05

La parcela de corta se encuentra geográficamente ubicado en las coordenadas UTM 8°59'05,1" S 75°07'31,4" W zona 18 WGS 84 como se muestra en el cuadro siguiente:

Tabla 1. Coordenadas de los vértices de la parcela de corta N° 05

Vértices	Coordenadas	
	X (Este)	Y (Norte)
V1	486 608,3399	9 007 499,9864
V2	482 900,4316	9 005 285,2049
V3	482 900,0000	9 007 500,0000
V4	483 824,5352	9 007 501,2539

Fuente: ATFFS – PA (2017) permiso N° 25-UCA-PUC/PER-FMC-2017-007.

3.1.2. Accesibilidad

El acceso al área, se empieza por la vía terrestre desde Tingo María hacia el distrito de Alexander Von Humboldt que se encuentra en el departamento de Ucayali provincia de Padre Abad a 30 min por la carretera marginal se encuentra el centro poblado de Macuya, sigues por la marginal otros 30 min llegando al km 17 que se encuentra en la carretera marginal, hacia la mano derecha se encuentra la entrada, hasta el primer patio de acopio son 4 horas en camioneta, se tiene que pasar por 5 tranqueras de madera para llegar al primer patio de acopio, el campamento se encuentra a 10 min del primer patio de acopio.

3.1.3. Mapa de ubicación de la parcela de corta N° 05

En la **Figura 22** se muestra el mapa de dispersión de especies aprovechables y semilleros de la parcela de corta N° 05 del plan operativo N° 04 dentro de la comunidad nativa de Sinchi Roca.

3.1.4. Tipos de bosque

De acuerdo con el permiso N° 25-UCA-PUC/PER-FMC-2017-007 el tipo de bosque presente dentro de la comunidad nativa Sinchi Roca presenta dos tipos de bosque: El bosque de colina alta tiene una extensión de 1 889,23 ha. que es el 10 % del total de su territorio. En cambio, el bosque de colinas bajas abarca 16 214,14 ha. siendo el 86,47 % del bosque y el porcentaje restante corresponde a áreas de protección siendo el 3,53 % de la parcela de corta N° 05, donde se realizó la investigación (concesión forestal) se encuentra dentro del bosque de colina baja. Según la zonificación forestal es considerado una zona de producción permanente con bosques de categoría I (BI) y según la Resolución de dirección ejecutiva N° 286-2018-MINAGRI-SERFOR-DE menciona que el departamento de Ucayali, provincia de Padre Abad, distrito de Curimaná y Nueva Requena es parte de un bosque de colina baja.

3.1.5. Población y muestra de estudio

La población y muestra (**Tabla 2**) del estudio está conformada por 69 árboles aprovechables de la especie *A. leiocarpa* (Ana caspi) dentro de un área de 572,1404 ha. de la parcela de corta N° 05 en la comunidad nativa de Sinchi Roca.

Tabla 2. Distribución por clase diamétrica del número de árboles

Clase diamétrica	Árboles
[50-60)	2
[60-70)	16
[70-80)	27
[80-90)	14
[90-102]	10

3.2. Materiales y métodos

3.2.1. Metodología

En base a lo considerado en los objetivos específicos del presente estudio, se tienen los siguientes subcapítulos que fueron desarrollados:

3.2.1.1. Determinación del coeficiente de forma de la especie *A. leiocarpa* en función a la clase diamétrica de árboles aprovechables

a) Determinación del volumen del cilindro

Una vez identificado el código del árbol de Ana caspi, se prosiguió a realizar la medición del diámetro a una altura de 1,30 m. para determinar el diámetro (DAP) con la forcípula de madera, luego el motosierrista prosiguió la tala del individuo y el despunte. Una vez talado y despuntado se midió el largo comercial del fuste con un flexómetro (largo del fuste despuntado más la altura del tocón, esto se tomó como la altura comercial en la fórmula 3 según Cancino (2006).

Estos datos obtenidos se llenaron en el formato de la **Tabla 7**, donde se prosiguió a determinar el volumen del sólido geométrico que en este caso fue del cilindro, mediante el programa de Excel donde se le inserta la fórmula como se muestra (Aldana, 2008; Prodan et al., 1997), siendo este un trabajo de gabinete:

$$V_c = \frac{\pi}{4} (DAP)^2 h \quad \dots(3)$$

Siendo:

V_c: Volumen del cilindro (m³) = V_s (Volumen del sólido) (m³).

DAP: Diámetro a la altura del pecho (1,30 m).

h: Altura del fuste (m).

π: 3,1415

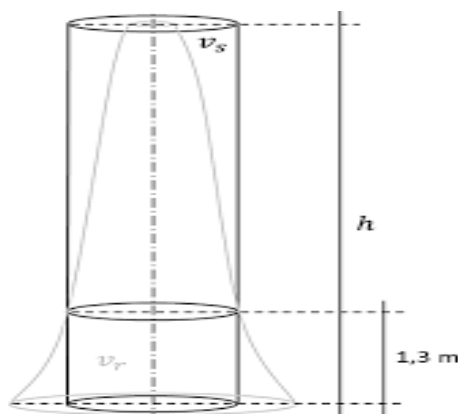


Figura 2. Forma del sólido para determinar el volumen con las variables DAP y altura comercial.

b) Determinación del volumen total real (V_{Tr}) del fuste comercial

El volumen real (V_r) se determinó por cada sección de la troza ($V_{r(1,2,3,...n)}$) como se muestra en la **Figura 3**, donde se determinó utilizando la fórmula de Smalian aprobado según la Resolución Jefatural N° 159-2008-INRENA, esto se realizó una vez tumbado y despuntado del fuste para una mejor toma de datos de las dimensiones. Las medidas se tomaron una vez trazados en secciones de un metro con el flexómetro y pintado con el espray (a lo largo del fuste) y en cada división se procedió a medir el diámetro mayor y menor con una forcípula, en la parte final se tuvieron longitudes diferentes por el truncamiento del fuste por motivo del inicio de la copa y la suma del largo total del fuste más la altura del tocón se dio la altura comercial, no se tuvieron en cuenta a los individuos que presentaron defectos naturales como; huecos, torceduras pronunciadas, rajaduras y tampoco se tomó en cuenta las mediciones de las ramas aprovechadas. Estos datos se anotaron en un formato mostrado en la **Tabla 7**.

- Fórmula de Smalian según Prodan et al., (1997):

$$V_r = \ell \cdot \frac{g_b + g_s}{2} = \ell \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \left(\frac{d_b^2 + d_s^2}{2} \right) \quad \dots(4)$$

Donde:

V_r : Volumen real (m^3) (para cada sección).

- d_s : Diámetro promedio del extremo menor de la troza (m).
 d_b : Diámetro promedio del extremo mayor de la troza (m).
 l : Largo de la troza (m).
 g_b : Sección circular del extremo mayor (m^2).
 g_s : Sección circular del extremo menor (m^2).

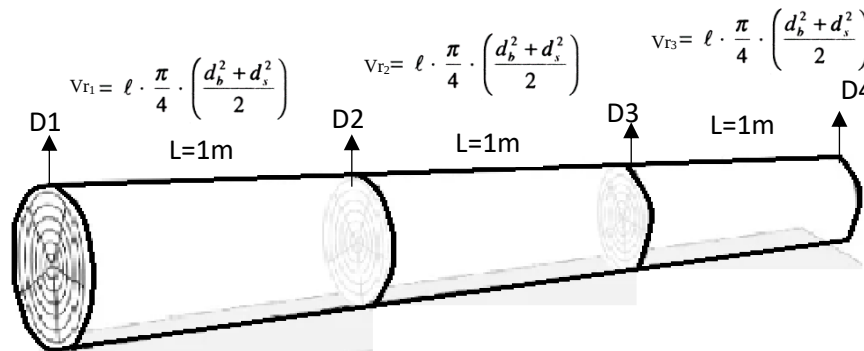


Figura 3. Troza de madera seccionado cada un metro para la obtención de los volúmenes reales (V_r) a través de la fórmula de Smalian.

Después se prosiguió con la determinación del volumen total real (VT_r) de todo el largo comercial con la fórmula de las sumas de los volúmenes reales consecutivos que se insertaron como una fórmula en el programa de Excel para su determinación como se muestra:

$$VT_r = V_{r1} + V_{r2} + V_{r3} + \dots + V_{rn} \quad \dots(5)$$

Donde:

VT_r : Volumen total real (m^3) del largo comercial.

$V_{r(1,2,3,\dots,n)}$: Volumen de cada sección a lo largo de todo el fuste comercial (m^3).

c) Determinación del coeficiente de forma artificial

Cancino (2006) para la determinación del coeficiente de forma artificial del árbol se utilizaron dos variables dependientes que son: El volumen del cilindro (volumen del sólido) ($V_c = g_{1,3} \cdot H$) en donde se utilizó el DAP y la altura comercial; y el volumen total real del fuste (VT_r), una vez hallados estos datos se prosiguió a utilizar la fórmula siguiente para cada fuste:

$$CF_{1,3} = \frac{V_{Tr}}{V_c} \quad \dots(6)$$

En donde:

$$V_c = \pi/4 * (DAP)^2 * h$$

H: Altura del fuste(m).

$g_{1,3}$: Área de sección transversal a la altura del pecho o normal del fuste (m^2).

$CF_{1,3}$: Coeficiente de forma desde el DAP.

V_{Tr} : Volumen total real (m^3).

V_c : Volumen del cilindro.

3.2.1.2. Determinación del ahusamiento

Para la determinación del ahusamiento de los individuos se obtuvieron los datos como; el diámetro de la primera sección (DI) donde fue el primer corte del individuo para la tala y el diámetro final (DF) donde se hizo el despunte, también se halló las alturas comerciales (largo considerado desde el suelo hasta el despunte del individuo) y la primera altura evaluada fue considerada la altura del suelo hasta el corte realizado para la tumba (altura del tocón) como se muestra en la **Figura 4**. Una vez obtenido estos datos se prosiguió a determinar el ahusamiento reemplazando los datos de cada individuo en la fórmula 7 según Cancino (2006) y Prodan et al., (1997). Para calcular el ahusamiento de los individuos se utilizó la siguiente expresión:

$$Ahus = \frac{DI_{(cm)} - DF_{(cm)}}{HC - HA} = Ahus \left(\frac{cm}{m} \right) \quad \dots(7)$$

En donde:

Ahus.: Ahusamiento (c.m./m).

HC: Altura comercial (m).

HA: Primera altura evaluada (m), es la altura del tocón.

DI: Diámetro de la primera sección evaluada (c.m.) (diámetro de la base).

DF: Diámetro final (c.m.), es el diámetro en el despunte del fuste (cerca al ápice).

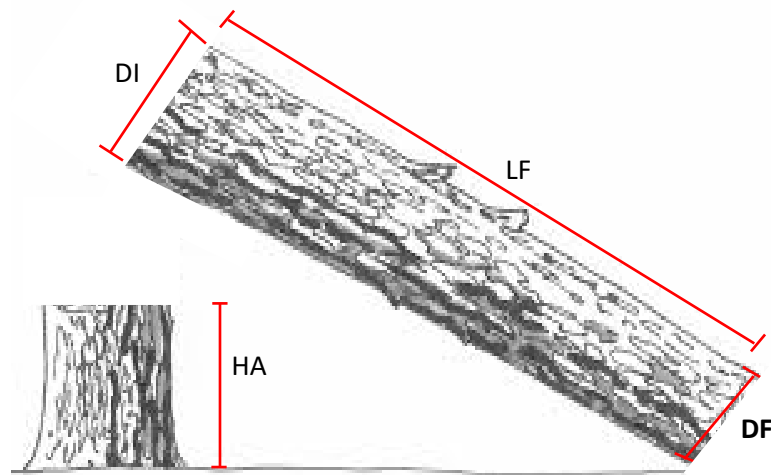


Figura 4. Medidas de las dimensiones del árbol para la determinación del ahusamiento.

Para la determinación de la altura comercial (HC) se obtuvo del suelo hasta la primera ramificación, según Prodan et al., (1997) se utilizó la siguiente fórmula:

$$HC = HA + LF \quad \dots(8)$$

Donde:

HC: Altura comercial (m) = largo comercial (m).

HA: Primera altura evaluada (m), es la altura del tocón.

LF: Largo del fuste trozado (m).

3.2.1.3. Comparación del coeficiente de forma encontrado en el presente trabajo y reportado por la autoridad forestal

Se compararon los resultados de coeficiente de forma y las diferencias estadísticas en las clases diamétricas de la especie *Ana caspi* obtenidas en esta investigación con el coeficiente de forma reportado por la autoridad forestal donde se analizó con la prueba t de Student, dichos análisis, asimismo, se vieron expuestos en los resultados y conclusiones del trabajo de investigación.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Determinación del coeficiente de forma en función a la clase diamétrica

Mayor promedio del coeficiente de forma se registró en los árboles de menor diámetro, siendo estos solo 2 individuos con un coeficiente de variación baja. Además, los valores registrados de los coeficientes de forma fueron muy homogéneos en las diferentes clases diamétricas y en el total de árboles medidos, como se muestra en la **Tabla 3**.

Tabla 3. Coeficiente de forma de la especie *A. leiocarpa*

Clase diamétrica	Árboles	Mínimo	Máximo	Promedio ¹	CV (%)
[50-60>	2	0,77	0,81	0,79 ^a	3,17
[60-70>	16	0,74	0,83	0,77 ^a	3,68
[70-80>	27	0,71	0,85	0,77 ^a	4,49
[80-90>	14	0,73	0,81	0,77 ^a	3,41
[90-102]	10	0,76	0,83	0,78 ^a	3,27
Promedio		0,71	0,85	0,77	3,87

¹Los valores representan el promedio. La letra “a”, indica que no existe diferencia estadística entre los promedios.

Como menciona Tuesta (2020) en su investigación del factor de forma de *D. odorata*, *C. officinalis* y *H. crepitans* siendo sus resultados 0,91, 0,90 y 0,85 respectivamente, donde solo se consideró los diámetros de la base y el ápice; con respecto a su metodología sólo consideró los datos del fuste que fue tumbado y despuntado. Los coeficientes de variación para *D. odorata*, *C. officinalis* y *H. crepitans* resultaron con 6,61%, 7,33% y 10,12% respectivamente según los resultados y estos no fueron clasificados de acuerdo a las clases diamétricas, sin embargo, la mayoría de estos individuos de *D. odorata*, *C. officinalis* y *H. crepitans* se encontraron con mayor cantidad entre los 0,60 – 1 m de diámetro de la base, variando sus diámetros entre los 0,60 – 1,8 m, 0,60 – 1,40 m y 0,40 – 1,40 m respectivamente.

Según Camala y Huanca (2021) el estudio que desarrollaron fue en un bosque húmedo tropical de terrazas bajas y colinas bajas donde pudo evaluar dos especies diferentes, 92 individuos de *A. leiocarpa* (Ana caspi) y 121 individuos de *M. balsamun* (Estoraque), las mediciones de las dimensiones fueron; el DAP fue determinado mediante la circunferencia a la

altura del pecho (CAP) en todos los árboles, después se midió los diámetros de las divisiones del fuste, en el caso de que la altura comercial fuera mayor o igual a 12 m. se realizó las medidas cada 2 m. y en el caso de árboles menores a 12 m. fueron cada un metro, el largo comercial (tomado como altura comercial en la fórmula) fue medido al árbol apeado desde el corte en la base hasta la ramificación, no se consideró los árboles con deformaciones como tampoco las ramas aprovechadas. De los 92 individuos de *A. leiocarpa* la determinación de los volúmenes fue mediante la fórmula de Smalian resultando un coeficiente de forma de 0,83 dando un coeficiente de variación de 12,57%, variando su diámetro entre la mayoría de los individuos que se encontraron entre los 60 a 100 c.m. de DAP. Con respecto a la especie de *M. balsamun* con 121 individuos teniendo un coeficiente de forma de 0,76 y un coeficiente de variación de 13,24% entre los diámetros de 0,50 – 1 m fueron los resultados.

Según Gonzales (2019) en la investigación que realizó de 37 árboles de la especie *D. odorata*, 57 árboles de *C. reticulata* y 58 árboles de *M. balsamum*, obtuvieron un coeficiente de forma de 0,79, 0,76 y 0,75 con un coeficiente de variación de 8,01 %, 13,19 % y 11,89 % en forma global. Según las clases diamétricas de la especie *D. odorata*; entre los 50-59 c.m. se obtuvo un promedio de coeficiente de forma de 0,87 con un total de 3 árboles, entre los 60-69 c.m. fue de 0,78 con un total de 9 árboles, entre los 70-79 c.m. fue de 0,78 con un total de 8 árboles, entre los 80-89 c.m. fue de 0,81 con un total de 5 árboles y entre los 90-99 c.m. fue de 0,78 de coeficiente de forma con un total de 12 árboles, según la especie de *C. reticulata*; entre los 60-69 c.m. se obtuvo un promedio de coeficiente de forma de 0,83 con un total de 8 árboles, entre los 70-79 c.m. fue de 0,74 con un total de 19 árboles, entre los 80-89 c.m. fue de 0,75 con un total de 18 árboles, entre los 90-99 c.m. fue de 0,74 con 6 árboles y entre los 100 a más centímetros fue de 0,75 con un total de 6 árboles y según la especie de *M. balsamum*; entre los 40-49 c.m. fue de 0,78 con un total de 10 árboles, entre los 50-59 c.m. fue de 0,79 con un total de 23 árboles, entre los 60-69 c.m. fue de 0,71 con un total de 17 árboles y entre los 70-79 c.m. fue de 0,69 con un total de 8 árboles.

Se realizó un estudio de *D. micrantha* en Madre de Dios para la determinación de su coeficiente de forma en el consolidado Otorongo, donde se tomó una muestra de 140 árboles cuyas medidas de los diámetros del fuste fueron cada 2 m. se trabajó con clases diamétricas, siendo el mayor número de árboles en la clase diamétrica de 97,5-114,5 c.m. con 48 árboles, y que en forma global se obtuvo un coeficiente de forma de 0,79, cabe aclarar que las clases diamétricas menores (63,5-80,5; 80,5-97,5; 97,5-114,5 y 114,5-131,5 c.m.) obtuvieron la mayor

cantidad de árboles evaluados de los 140 árboles en total (19, 39, 48 y 22 árboles respectivamente), siendo 8 clases diamétricas, pero sin embargo no fueron clasificados los coeficientes de forma por clases diamétricas según Ovalle (2008).

Por lo antes expuesto de las diferentes investigaciones se da a conocer que en algunos casos tienen cierta similitud y en otras diferentes con el valor del coeficiente de forma en esta investigación, como es en el caso de Tuesta (2020) donde sus coeficientes de formas de las especies *D. odorata*, *C. officinalis* y *H. crepitans* no obtuvo resultados similares a lo determinado en la investigación (0,91, 0,90 y 0,85 respectivamente). En cambio, con Camala y Huanca (2021) con especies como; *A. leiocarpa* y *M. balsamun*, donde tampoco detalla la clasificación por clases diamétricas obtuvieron un promedio de coeficiente de forma global de 0,83 (*A. leiocarpa*) diferente a lo encontrado en la investigación y 0,76 (*M. balsamun*) similar a lo determinado en la investigación. En el caso de Gonzales (2019) se obtuvo cierta similitud en las clases diamétricas con lo determinado en la investigación, sin embargo hubieron factores de forma en las que se diferenciaban; en *D. odorata* la clase diamétrica 50-59 c.m. obtuvo un coeficiente de forma de 0,87 con respecto a la especie de *C. reticulata* en su clase diamétrica 60-69 c.m. con un coeficiente de forma de 0,83 y con la especie de *M. balsamun* en su clase diamétrica 70-79 c.m. con el coeficiente de forma resultante de 0,69. Con respecto a Ovalle (2008) con la especie de *D. micrantha* sus clases diamétricas obtuvieron un coeficiente de forma promedio de 0,79 cercano a lo obtenido en la investigación donde también sus clases diamétricas mayores y menores se asimilaron a lo obtenido en este estudio, según, sus gráficos de Ovalle, la mayoría de estos individuos están entre los 63,5 c.m. hasta los 131,5 c.m., estas diferencias como similitudes pueden variar por muchos factores tanto en lo externo e interno, así como también en la cantidad de individuos por clase diamétrica estudiada.

4.2. Determinación del ahusamiento de la especie *A. leiocarpa*

Mientras más gruesos fueron los árboles se registraron mayores promedios del ahusamiento, aunque hubo un individuo que registró solo 0,425 c.m./m. (más cilíndrico) y también se registró a un árbol que alcanzó 2,687 c.m./m. (más cónico). El ahusamiento fue más variable en los árboles que se encontraban en la categoría [80-90) con 14 árboles, mientras que los datos más homogéneos se registraron en la categoría [50-60) con 2 árboles como se muestra en la **Tabla 4**.

Tabla 4. Ahusamiento del fuste en la especie *A. leiocarpa*

Clase diamétrica (c.m.)	Nº Árboles	Mínimo (c.m./m)	Máximo (c.m./m)	Promedio (c.m./m)	CV (%)
[50-60)	2	0,78	0,85	0,81	6,42
[60-70)	16	0,56	1,50	0,87	27,55
[70-80)	27	0,43	1,40	0,95	25,45
[80-90)	14	0,77	2,69	1,29	41,71
[90-102]	10	0,83	2,12	1,29	33,99
Promedio		0,43	2,69	1,05	36,96

Según Tuesta (2020) que realizó un estudio de análisis comparativo del ahusamiento de las especies *D. odorata* (Shihuahuaco), *C. officinalis* y *H. crepitans* de 68, 77 y 90 árboles respectivamente, donde las mediciones de los diámetros fueron en las bases y ápices de los árboles, se obtuvieron promedios de 1,76 c.m./m. 1,24 c.m./m. y 2,69 c.m./m. de ahusamiento en ese orden, con coeficientes de variaciones de 104,69 %, 69,47 % y 72,64 % respectivamente, de acuerdo a los gráficos estadísticos se muestra que *D. odorata* (Shihuahuaco) y *C. officinalis* a mayor diámetro mayor será su ahusamiento, sin embargo, esto no sucede con *H. crepitans* que muestra el aumento de ahusamiento hasta un cierto pico de diámetro, que después se llega a mantener casi constante.

En una investigación realizada por Camala y Huanca (2021) sobre el ahusamiento de las especies de *A. leiocarpa* con 92 árboles y *M. balsamun* con 121 árboles, se obtuvieron 12 m.m. /m. y 11 m.m. /m de ahusamiento en ese orden y con un coeficiente de variación de 44,7% y 38,2% respectivamente, teniendo diámetros entre los 60-150 c.m. en *A. leiocarpa* y entre los 50-100 c.m. en *M. balsamun*.

Según Ovalle (2008) la especie *D. micrantha* (Shihuahuaco) obtuvo un promedio de 1,30 c.m. /m. de ahusamiento mostrando un mayor ahusamiento en una clase diamétrica mayor, según los gráficos de los resultados.

Las investigaciones de los diferentes autores como; Tuesta (2020) con especies de *D. odorata* y *C. officinalis*, de Camala y Huanca (2021) con especies de *A. leiocarpa* y *M.*

balsamun, y de Ovalle (2008) con la especie de *D. micrantha*, obtuvieron similares resultados respecto a los promedios de los ahusamientos, con diferencia a Tuesta (2020) en la especie de *H. crepitans* que tuvo un ahusamiento promedio de 2,69 c.m. /m. Con respecto al coeficiente de variación solo se tuvo un acercamiento de similitud en Camala y Huanca (2021) con las especies *A. leiocarpa* y *M. balsamun*, en la investigación de Ovalle (2008) no mencionó el coeficiente de variación y según la investigación de Tuesta (2020) obtuvo el promedio más lejano de 104,69 % en comparación con los otros coeficientes de variación a lo encontrado, pudiendo darse estas diferencias por motivo de la cantidad de árboles estudiados, los factores internos y externos entre otros.

En la **Tabla 5** y **Figura 5** las características del fuste como es el DAP y el diámetro inicial de la troza (diámetro de la base) estuvieron correlacionadas de manera positiva con el ahusamiento, mientras que en el caso de altura comercial y la longitud del fuste se correlacionaron de manera inversa con el ahusamiento; además, no se reporta correlación significativa de Spearman con la altura del tocón.

Tabla 5. Correlación del ahusamiento con otras características del fuste en *A. leiocarpa*

Variables	Estadísticos	Ahusamiento
DAP (c.m.)	Coeficiente de correlación (Rho)	0,509**
	Sig. (bilateral)	<0,001
	N	69
Altura comercial (m)	Coeficiente de correlación (Rho)	-0,315**
	Sig. (bilateral)	0,008
	N	69
Longitud del fuste (m)	Coeficiente de correlación (Rho)	-0,287*
	Sig. (bilateral)	0,017
	N	69
Altura del tocón (m)	Coeficiente de correlación (Rho)	-0,143 ^{ns}
	Sig. (bilateral)	0,241
	N	69

ns: No existe correlación; *: Correlación al 95% de confiabilidad; **: Correlación al 99% de confiabilidad.

Según Tuesta (2020) las especies *D. odorata*, *C. officinalis* y *H. crepitans* presentan una relación directamente proporcional siendo altamente significativa entre el diámetro mayor y el ahusamiento del fuste, lo que indica que a mayor diámetro presentó un mayor ahusamiento, haciendo a las trozas más cónicas y los fustes con menor diámetro. Por otro lado, los árboles juveniles fueron más cilíndricas, donde sus coeficientes de correlación de Pearson entre el diámetro mayor y el ahusamiento fueron de 0,66, 0,53 y 0,55 respectivamente, sin embargo esta última especie tuvo un comportamiento diferente cuando llegaban a un diámetro mayor este ahusamiento ya se convertía en valores similares (el aumento y disminución de sus valores del ahusamiento no eran tan pronunciadas como las anteriores especies).

Según Ovalle (2008) la menor clase diamétrica tuvo una menor reducción de fuste de 0,99 c.m. /m. mientras que la mayor clase diamétrica tuvo un ahusamiento de 2,39 c.m./m. entendiéndose como; a mayor clase diamétrica se tuvo un mayor aumento en el valor del ahusamiento.

En una investigación realizada, donde el largo comercial (tomado en su fórmula como altura comercial) se midió desde el primer corte en la base hasta el despunte en el ápice, se mostró que existe una relación significativa entre las variables del DAP y el ahusamiento de las trozas, haciendo entender que mientras el ahusamiento se incrementa o mientras el fuste se hace más cónico y conforme aumenta el DAP, siendo lineal directamente proporcional dicha relación, resultó un coeficiente de correlación de Pearson en 0,206 entre el DAP y el ahusamiento de la especie *A. leiocarpa* y respecto a la especie *M. balsamun* se tuvo un coeficiente de correlación de Pearson de 0,269 entre el DAP y el ahusamiento donde también tuvo el mismo comportamiento lineal en la relación (Camala y Huanca, 2021).

Según las investigaciones anteriores de Tuesta (2020) con *D. odorata*, *C. officinalis* y *H. crepitans*, resulta que en la especie de *H. crepitans* el ahusamiento se mantiene casi constante a partir de diámetros mayores, Ovalle (2008) con la especie de *D. micrantha* y por último Camala y Huanca (2021) con *A. leiocarpa* y *M. balsamun* concuerdan, que lo analizado en esta investigación, permitieron saber que a mayor DAP mayor fue el ahusamiento, pero según Camala y Huanca (2021) el coeficiente de correlación es menor que lo determinado en esta investigación. Según Tuesta (2020) se asimila su coeficiente de correlación con lo determinado en la investigación, sin embargo, Ovalle (2008) no menciona su coeficiente de correlación entre

el DAP y el ahusamiento y por ultimo Gonzales (2019) no menciona su coeficiente de correlación con respecto a los DAP y sus ahusamientos según los individuos.

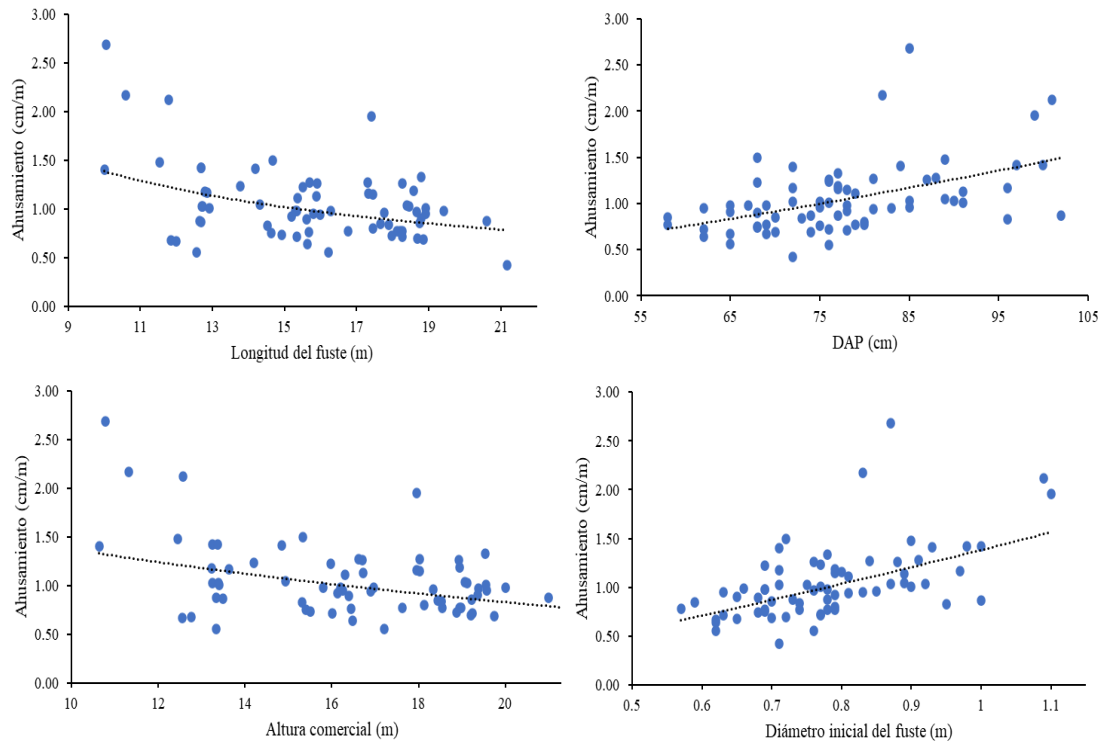


Figura 5. Ahusamiento vs. variables del fuste en la especie *A. leiocarpa*.

4.3. Comparación del coeficiente de forma encontrado de la especie *A. leiocarpa* con el utilizado por la Autoridad Forestal (FF=0,65)

Al comparar el valor del coeficiente de forma determinado sobre la especie en estudio con lo utilizado por la autoridad forestal, se registra similares valores en los árboles que se encontraban en la clase diamétrica [50-60], mientras que en las demás clases diamétrica y también en un análisis global, se muestra significancia estadística con lo que se ratifica lo determinado con las medidas del fuste de *A. leiocarpa* siendo este superior a lo indicado a utilizar por la autoridad forestal (**Tabla 6**).

Tabla 6. Coeficiente de forma de la especie *A. leiocarpa* comparado con el coeficiente utilizado por la Autoridad Forestal

Clase diamétrica	Nº	CF	Coeficiente de forma ¹	Significancia ²
[50-60)	2	0,79±0,02	0,65	Es similar
[60-70)	16	0,77±0,01	0,65	Es diferente
[70-80)	27	0,77±0,01	0,65	Es diferente
[80-90)	14	0,77±0,01	0,65	Es diferente
[90-102]	10	0,78±0,01	0,65	Es diferente
Promedio		0,77±0,01	0,65	Es diferente

Nº: número de árboles. ¹Coeficiente de forma utilizado por la autoridad nacional forestal. ²Representa la diferencia estadística para la prueba t ($p < 0,05$).

Al graficar las medias con las barras de error elaboradas con la desviación estándar, se registra valores por encima de lo establecido en la normativa peruana (**Figura 6**), siendo notable la diferencia obtenida, según el valor t, dando mayor diferencia en la clase diamétrica menor y mayor. Comparando entre los coeficientes de formas de la autoridad forestal con lo hallado en la investigación se encontró que hay una diferencia de 0,12 en el coeficiente de forma.

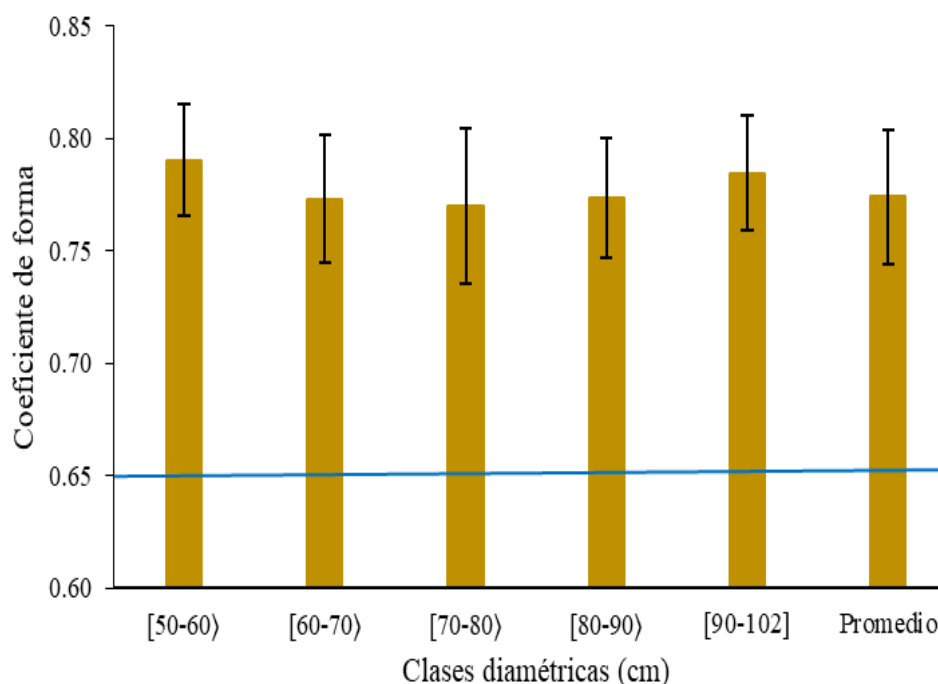


Figura 6. Coeficiente de forma de la especie *A. leiocarpa* por clase diamétrica.

Según, el MINAGRI (2020) representado por la autoridad forestal, en sus resoluciones de lineamientos de planes de manejo forestal, donde previo a ello se realizaron las investigaciones de inventarios de diferentes especies, como también recopilación de informaciones de otras investigaciones sobre el coeficiente de forma en diferentes especies, menciona que: para las especies latifoliadas en Perú se utilice el coeficiente de forma 0,65. Para el caso de *S. macrophylla* (Caoba) se considere el coeficiente de forma de acuerdo a la región donde se encuentra, por ejemplo: 0,73 para Madre de Dios, 0,76 para Ucayali y 0,71 para Loreto, y también menciona que los valores diferentes se deben de revisar porque los sustentos citados deben pertenecer a una fuente confiable, siendo este el único estudio de coeficiente de forma que realizó la autoridad forestal.

Sin embargo, refiriéndose a los factores de forma de las investigaciones realizadas en la región de Ucayali; según Tuesta (2020) con las especies de *D. odorata*, *C. officinalis* y *H. crepitans* obtuvieron coeficientes de formas más cilíndricas a diferencia de los otros autores como; Gonzales (2019) con las especies de *D. odorata*, *C. reticulata* y *M. balsamum*, según la investigación realizada en esta oportunidad de la especie de *A. leiocarpa* y según la autoridad forestal con la especie de *S. macrophylla* que arrojaron valores de coeficientes de forma similares.

V. CONCLUSIONES

1. El coeficiente de forma de las clases diamétricas [50-60}, [60-70}, [70-80}, [80-90}, y [90-102] obtuvieron los valores promedios de 0,79, 0,77, 0,77, 0,77 y 0,78 respectivamente, asimismo el promedio general del coeficiente de forma es $0,77 \pm 0,01$ con un promedio de 3,87 % de coeficiente de variación.
2. Los ahusamientos de las clases diamétricas [50-60}, [60-70}, [70-80}, [80-90}, y [90-102] obtuvieron los valores promedios de 0,81, 0,87, 0,95, 1,29 y 1,29 c.m. /m. respectivamente, así mismo el promedio general de los ahusamientos es de 1,047 c.m. /m. con un coeficiente de variación promedio de 36,96 %.
3. Según la investigación realizada de la especie *A. leiocarpa* se obtuvo el promedio general estadísticamente de acuerdo con los resultados manifestados que el coeficiente de forma promedio es de $0,77 \pm 0,01$ dando una diferencia de 0,12 con el coeficiente de forma de la autoridad forestal de 0,65.

VI. PROPUESTAS A FUTURO

1. Para las personas y entidades particulares como los gubernamentales relacionadas al sub sector forestal deben realizar estudios de coeficiente de forma de las diferentes especies forestales para disminuir el porcentaje de error en las estimaciones de volúmenes.
2. A la escuela de ingeniería forestal que promueva estos tipos de investigaciones, debe conseguir convenios y/o becas para el sustento económico de las investigaciones.
3. Después del cálculo del ahusamiento de la especie investigada se puede determinar el modelo matemático que ayude a calcular el volumen de la especie por segmentos o para todo el individuo.
4. Realizar más investigaciones sobre los modelos matemáticos que coadyuvan a la estimación de los volúmenes de las especies forestales por zonas.
5. Las investigaciones realizadas sobre los coeficientes de forma y ahusamiento deben ser consideradas en la toma de decisiones para la determinación de los volúmenes en los planes de manejo.

VII. REFERENCIAS

- Aldana, P., (2008). Medición forestal: texto para la carrera Ingeniería forestal. https://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/MedF%2520Medici%25c3%25b3n%2520Forestal.pdf.
- Barrena, V. y Llerena, C. (1988). La influencia de los errores de la estimación de altura en el cálculo del volumen. *Revista Forestal Del Perú*. 15(1), 21-23. [http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol15_no1_88_\(21\)/vol15_no1_art2.pdf](http://cedinfor.lamolina.edu.pe/Articulos_RFP/Vol15_no1_88_(21)/vol15_no1_art2.pdf).
- Bruce, H., Tomer, A., y Alexander, E. (2003). *Structural Equation Modeling: Applications in Ecological and Evolutionary Biology*. Cambridge University Press. England. https://www.researchgate.net/publication/267657696_Structural_Equation_Modeling_Applications_in_Ecological_and_Evolutionary_Biology.
- Camala, W., y Huanca, M. (2021). *Ecuaciones de volumen y factor de forma para Apuleia leiocarpa (Vogel) J.F. Macbr. y Myroxylon balsamum (L.) Harms, en bosques naturales de Tahuamanu, Madre de Dios* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Amazonía de Madre de Dios]. Repositorio institucional UNAMAD. <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/729/004-2-3-114.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Cancino, J., (2006). Dendrometría Básica, Universidad de Concepción - Facultad de Ciencias Forestales, Departamento de Manejo de Bosques y Medio Ambiente. http://repositorio,udec,cl/bitstream/11594/407/2/Dendrometria_Basica.pdf.
- Cao, Q., Burkhardt, H., y Max, T. (1980). Evaluation of two methods for cubic volume prediction for loblolly pine to any merchantable limit. *For. Sci.*, 26, 71- 80. https://www.researchgate.net/publication/233671679_Evaluation_of_Two_Methods_for_Cubic-Volume_Prediction_of_Loblolly_Pine_to_Any_Merchantable_Limit.
- Cruz, F. (2007). *Modelos de volumen y crecimiento en altura dominante para Pinus cooperi Blanco en Durango, México* [Tesis Doctoral, Colegio de Postgraduados].

http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/10521/1221/Cruz_Cobos_F_DC_Forestal_2007.pdf?sequence=6&isAllowed=y.

Dávila, D. (2017). *Estimación de volumen y forma para fustes de árbol de seis especies tropicales de bosque Andino de Colombia* [Tesis de Pregrado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/219/FITECMA-M-2017-1771.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

Fang, Z., y Bailey L. (2001). Nonlinear mixed effects modeling for slash pine dominant height growth following intensive silvicultural treatments. *For. Sci.*, 47(3), 287-300. <https://academic.oup.com/forestscience/article/47/3/287/4617175?login=false>.

Figuerola, A. (2018) *Factor de forma de Caryocar amygdaliforme ruiz & pav. ex g. Don (almendro) en bosques de terraza de la amazonía peruana* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3816>.

García, O. (1995). *Apuntes de Mensura Forestal*. Universidad Austral de Chile. <http://web.unbc.ca/~garcia/unpub/mensura.pdf>.

Gonzales, C. (2019). *Determinación del factor mórfico del fuste de tres especies Forestales, en bosques ubicados en la cuenca del río Tamaya, distrito de Masisea - Coronel Portillo – Ucayali* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. *Análisis comparativo del factor mórfico y*.

Husch, B., Miller, C., y Beers, T. (1982). *Forest Mensuration* (3 ed). Krieger Publishing Company. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4020-5991-9>.

Max, T., y Burkhart, H. (1976). Segmented polynomial regression applied to taper equations. *For. Sci.*, 22, 283-289.

Ministerio del Ambiente [MINAM]. (2013). *Indicadores ambientales de Ucayali*. MINAM. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2728-serie-de-indicadores-n-15-indicadores-ambientales-de-ucayali>.

- Orrillo, E. (2019). *Comparación de tres métodos de estimación de volumen con la medición de trozas de Pinus patula Schl. et Cham en el caserío la Apalina - La Encañada – Cajamarca* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14074/2843/COMPARACI%c3%93N%20DE%20TRES%20M%c3%89TODOS%20DE%20ESTIMACI%c3%93N%20DE%20VOLUMEN%20CON%20LA%20MEDICI%c3%93N%20DE%20TROZA%20DE%20Pinus%20patula%20Sc.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Ovalle, D. (2008). *Determinación del factor de forma de Dipteryx micrantha Harms (Shihuahuaco) en el consolidado otorongo-provincia de Tahuamanu* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/76/004-2-3-003.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Picard, N., Saint-André, L., y Henry, M. (2012). *Manual de construcción de ecuaciones alométricas para estimar el volumen y la biomasa de los árboles: del trabajo de campo a la predicción*. Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement. <https://www.fao.org/3/i3058s/i3058s.pdf>.
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F., y Real, P. (1997). *Mensura Forestal*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. <https://repositorio,iica,int/handle/11324/15038>.
- Resolución de dirección ejecutiva N° 030-2020-MINAGRI-SERFOR-DE. (19 de febrero de 2020). Lineamientos para la evaluación del Plan General de Manejo Forestal con Fines Maderable y Lineamientos para la evaluación de planes de manejo forestal con fines maderables, de carácter operativo. <https://www.gob.pe/institucion/serfor/normas-legales/925226-0030-2020-minagri-serfor-de>.
- Resolución de dirección ejecutiva N° 046-2016- SERFOR-DE. (11 de marzo de 2016). Lineamientos para la elaboración del Plan Operativo para concesiones forestales con fines maderables. <https://es.scribd.com/document/513893632/Resolucion-de-Direccion-Ejecutiva-N%C2%BA-046-2016-Serfor-De#>.

- Resolución de dirección ejecutiva N.º D000034-2021-MIDAGRI-SERFOR-DE. *Lineamientos para la evaluación del Plan General de Manejo Forestal de concesiones forestales con fines maderables*. <https://www.gob.pe/institucion/serfor/normas-legales/1746467-d000034-2021-midagri-serfor-de>.
- Romero, C. (2017). *Estimación del volumen de árboles en pie de caoba (Swietenia Macrophylla king) en el departamento de Ucayali, Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Agraria la Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/2694/K10-R654-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Salazar, R. (1989). Guía para la investigación silvicultural de especies de uso múltiple (p. 130). Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2271/Guia_para_la_investigacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Sierra, R. (2020). *Identificación de especies maderables comerciales mediante características organolépticas, Irazola – Ucayali* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del centro del Perú]. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/6595/T010%2045809827_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Solano, W. (2013). *Utilización industrial y mercado de diez especies maderables potenciales de bosques secundarios y primarios residuales*. Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral (AIDER). https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2929/Technical/Tecnical%20report%20-%20Informe%20determinaci%C3%B3n%20de%20tecnologias.pdf.
- Tuesta, A. (2020). *Análisis comparativo del factor mórfico y el ahusamiento de las trozas de tres especies forestales de la zona de Pucallpa, Ucayali - Perú* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Repositorio institucional UNU. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/4367>.

Anexos



Figura 8. Orientación de la entrada hacia la parcela de corta para la búsqueda de los individuos a estudiar.



Figura 9. Ubicación del punto de coordenada con el GPS según la lista de especies aprovechables de *Ana caspi*.



Figura 10. Verificación del punto de coordenada del GPS con el código de la placa del individuo.



Figura 11. Observación del tocón y de la troza de la especie de Ana caspi, si presentan algún defecto.



Figura 12. Determinación de la medida de altura del tocón con el flexómetro.



Figura 13. Medición del diámetro de la base del fuste con ayuda de la forcípula.



Figura 14. Pintado con espray azul las divisiones cada un metro a lo largo del fuste, una vez ya despuntado.



Figura 15. Medición de los diámetros con ayuda de la forcípula en las divisiones a lo largo del fuste.



Figura 16. Arrastre de las trozas a los patios de acopio con los tractores forestales, para una mejor medición.



Figura 17. Patio de acopio de las trozas de las especies aprovechables.



Figura 18. Acomodo de las trozas de la especie *A. leiocarpa* para una mejor medición de las dimensiones, con el tractor forestal.



Figura 19. Relleno de los formatos de trazabilidad de la madera con la ayuda de los datos obtenidos para la investigación.



Universidad Nacional Agraria de la Selva
Facultad de Recursos Naturales Renovables
Departamento Académico de Ciencias Ambientales
Cátedra de Ecología

C-010-2022-JB-FRNR-UNAS

CERTIFICADO

El que suscribe, profesor de Ecología con línea de investigación en Sistemática Vegetal, de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, certifica que los especímenes colectados de una especie proveniente de la parcela de corta N°5 de la comunidad nativa Sinchi Roca, Padre Abad, Ucayali, correspondiente al proyecto de tesis **Estimación del coeficiente de forma y ahusamiento de la especie *Apuleia leiocarpa* (Anacardiaceae) en la Parcela de corta N° 5 de la Comunidad Nativa Sinchi Roca, Padre Abad-Ucayali**, presentado por el Bach. FRANKLIN LLIONEL POSTILLÓN PUENTE para su determinación pertenece a la especie que se indica a continuación:

Reino: : Plantae
División: : Spermatophyta
Clase: : Magnoliopsida
Orden: : Fabales
Familia: : Fabaceae
Género: : *Apuleia*
Especie: : *Apuleia leiocarpa* (Vogel) J.F. Macbr.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Tingo María, 23 de noviembre del 2022



Dr. Edilberto Chuquilín Bustamante
Profesor Asociado
Cátedra de Ecología
Jefe del Jardín Botánico-UNAS
Departamento Académico de Ciencias Ambientales
Facultad de Recursos Naturales Renovables
Universidad Nacional Agraria de la Selva

Figura 20. Ficha que certifica a la especie en estudio.

Tabla 8. Datos obtenidos de campo sobre los diámetros (D) en metros obtenidos de las secciones de cada fuste

Clase diamétrica	D0	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D 10	D 11	D 12	D 13	D 14	D 15	D 16	D 17	D 18	D 19	D 20	D 21	D 22
[50-60)	0.57	0.59	0.58	0.58	0.57	0.57	0.56	0.56	0.57	0.54	0.53	0.52	0.51	0.48	0.47	0.45	0.45	0.44					
[50-60)	0.59	0.58	0.58	0.57	0.56	0.57	0.55	0.54	0.53	0.53	0.51	0.49	0.49	0.47	0.46	0.46	0.46	0.45	0.44				
[60-70)	0.65	0.64	0.63	0.61	0.62	0.61	0.61	0.6	0.59	0.58	0.58	0.57	0.56	0.54	0.53	0.52	0.5	0.49	0.49	0.48			
[60-70)	0.72	0.7	0.69	0.67	0.65	0.62	0.6	0.59	0.57	0.56	0.55	0.53	0.51	0.52	0.5	0.5							
[60-70)	0.69	0.66	0.67	0.65	0.61	0.62	0.58	0.56	0.55	0.58	0.63	0.61	0.59	0.61	0.59	0.58							
[60-70)	0.69	0.68	0.68	0.68	0.67	0.65	0.64	0.62	0.6	0.58	0.55	0.53	0.52	0.5	0.51	0.5	0.5						
[60-70)	0.68	0.67	0.65	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.6	0.58	0.57	0.56	0.55	0.56	0.55	0.54	0.54						
[60-70)	0.63	0.61	0.61	0.6	0.59	0.58	0.58	0.57	0.56	0.55	0.54	0.54	0.53	0.52	0.53	0.52	0.52						
[60-70)	0.62	0.62	0.61	0.61	0.59	0.58	0.57	0.55	0.54	0.56	0.55	0.55	0.54	0.53	0.52	0.53	0.52						
[60-70)	0.69	0.69	0.67	0.66	0.65	0.66	0.65	0.64	0.63	0.63	0.61	0.6	0.58	0.57	0.58	0.56	0.55	0.54	0.53	0.51	0.5		
[60-70)	0.62	0.63	0.62	0.61	0.6	0.6	0.59	0.57	0.58	0.57	0.55	0.55	0.54										
[60-70)	0.65	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.62	0.61	0.61	0.6	0.59	0.57										
[60-70)	0.66	0.65	0.63	0.62	0.6	0.58	0.59	0.59	0.57	0.56	0.54	0.53	0.54	0.53	0.52	0.51	0.5	0.5					
[60-70)	0.63	0.63	0.62	0.61	0.58	0.62	0.63	0.59	0.56	0.55	0.54	0.52	0.51	0.51	0.5	0.49	0.48						
[60-70)	0.69	0.68	0.67	0.68	0.67	0.66	0.66	0.65	0.65	0.64	0.63	0.63	0.62	0.61	0.59	0.58	0.57	0.57	0.56	0.55			
[60-70)	0.68	0.67	0.66	0.65	0.65	0.66	0.64	0.66	0.64	0.61	0.62	0.61	0.6	0.6	0.59	0.57							
[60-70)	0.62	0.6	0.59	0.58	0.59	0.58	0.57	0.58	0.57	0.56	0.55	0.56	0.56	0.55									
[60-70)	0.69	0.67	0.64	0.62	0.62	0.6	0.57	0.59	0.59	0.6	0.58	0.56	0.57	0.59	0.57	0.54	0.54						
[70-80)	0.72	0.74	0.75	0.72	0.7	0.69	0.68	0.66	0.64	0.63	0.64	0.63	0.62	0.62	0.61	0.6	0.61	0.6	0.59	0.59			
[70-80)	0.71	0.7	0.68	0.67	0.67	0.65	0.64	0.63	0.62	0.61	0.58	0.58	0.57	0.56									
[70-80)	0.78	0.78	0.77	0.75	0.74	0.73	0.73	0.74	0.73	0.72	0.72	0.7	0.7	0.69	0.68	0.66	0.64	0.65	0.64	0.62	0.61	0.6	
[70-80)	0.78	0.76	0.75	0.74	0.72	0.71	0.7	0.71	0.7	0.69	0.68	0.67	0.9	0.68	0.65	0.65	0.63						
[70-80)	0.77	0.77	0.76	0.75	0.74	0.74	0.73	0.71	0.71	0.7	0.69	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.66	0.65	0.64	0.64			
[70-80)	0.8	0.76	0.77	0.76	0.75	0.73	0.73	0.71	0.72	0.7	0.69	0.67	0.66	0.65	0.63	0.61	0.59	0.6					
[70-80)	0.79	0.79	0.78	0.77	0.77	0.76	0.74	0.72	0.7	0.69	0.67	0.64	0.63	0.61	0.58	0.57	0.56	0.58	0.59				
[70-80)	0.71	0.69	0.68	0.68	0.67	0.66	0.64	0.63	0.65	0.67	0.63	0.59	0.59	0.58									
[70-80)	0.81	0.79	0.76	0.77	0.74	0.7	0.67	0.64	0.63	0.61	0.63	0.66	0.7	0.71	0.7	0.66	0.64						
[70-80)	0.77	0.77	0.75	0.73	0.72	0.71	0.71	0.69	0.67	0.67	0.66	0.65	0.63	0.63	0.63	0.62	0.6	0.6	0.59	0.58			
[70-80)	0.76	0.77	0.76	0.77	0.75	0.72	0.7	0.69	0.68	0.67	0.65	0.64	0.62	0.6	0.6	0.59	0.57	0.56	0.54	0.53			
[70-80)	0.78	0.79	0.77	0.78	0.76	0.75	0.73	0.72	0.69	0.68	0.67	0.65	0.63	0.61	0.59	0.58	0.58	0.56	0.54	0.53			
[70-80)	0.76	0.75	0.73	0.72	0.7	0.69	0.67	0.67	0.66	0.65	0.65	0.64	0.63	0.62	0.62	0.6	0.59	0.59	0.58	0.58			
[70-80)	0.75	0.74	0.74	0.73	0.7	0.69	0.67	0.68	0.67	0.66	0.64	0.63	0.62	0.62									
[70-80)	0.7	0.7	0.69	0.67	0.67	0.65	0.64	0.63	0.64	0.63	0.63	0.63	0.62	0.61	0.61	0.59	0.58	0.57	0.55	0.54			
[70-80)	0.73	0.73	0.72	0.71	0.7	0.68	0.69	0.67	0.66	0.65	0.64	0.63	0.62	0.62									
[70-80)	0.79	0.78	0.77	0.74	0.73	0.71	0.7	0.69	0.68	0.68	0.66	0.67	0.66	0.66	0.65	0.65	0.65						
[70-80)	0.71	0.71	0.72	0.71	0.7	0.69	0.68	0.68	0.67	0.68	0.67	0.67	0.66	0.67	0.66	0.66	0.65	0.65	0.64	0.63	0.64	0.63	0.62
[70-80)	0.74	0.72	0.71	0.69	0.68	0.66	0.65	0.64	0.63	0.63	0.63	0.62	0.62	0.61	0.6	0.61	0.6	0.59	0.59				
[70-80)	0.77	0.77	0.75	0.76	0.74	0.72	0.71	0.71	0.7	0.69	0.68	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.65	0.66	0.64				
[70-80)	0.7	0.71	0.7	0.69	0.67	0.67	0.64	0.65	0.65	0.66	0.65	0.64	0.62	0.62	0.61	0.61	0.59	0.6	0.59	0.57			
[70-80)	0.77	0.75	0.74	0.72	0.7	0.68	0.66	0.65	0.64	0.63	0.63	0.61	0.6	0.59	0.6								
[70-80)	0.79	0.77	0.75	0.73	0.73	0.71	0.69	0.68	0.66	0.66	0.64	0.64	0.64	0.63	0.63	0.61	0.62	0.61	0.59	0.57			
[70-80)	0.76	0.76	0.73	0.72	0.69	0.68	0.68	0.7	0.72	0.7	0.69	0.71	0.69	0.7	0.69	0.68	0.68	0.67					
[70-80)	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63	0.62	0.6	0.59	0.58	0.59	0.57												
[70-80)	0.78	0.77	0.76	0.75	0.73	0.72	0.71	0.71	0.7	0.71	0.69	0.68	0.68	0.67	0.66	0.67	0.66	0.65	0.64	0.64			
[70-80)	0.74	0.74	0.73	0.71	0.72	0.71	0.7	0.69	0.69	0.68	0.67	0.66	0.65	0.66	0.64	0.63	0.62						
[80-90)	0.79	0.79	0.77	0.78	0.77	0.76	0.75	0.75	0.74	0.73	0.72	0.71	0.72	0.71	0.7	0.68	0.66	0.65	0.65				

[illegible]

Tabla 9. Volúmenes en m³ de las secciones obtenidas de cada árbol

Clase diamétrica	Vol 1	Vol 2	Vol 3	Vol 4	Vol 5	Vol 6	Vol 7	Vol 8	Vol 9	Vol 10	Vol 11	Vol 12	Vol 13	Vol 14	Vol 15	Vol 16	Vol 17	Vol 18	Vol 19	Vol 20	Vol 21	Vol 22
[50-60)	0.26	0.27	0.26	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.24	0.22	0.22	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	0.12					
[50-60)	0.27	0.26	0.26	0.25	0.25	0.25	0.23	0.22	0.22	0.21	0.20	0.19	0.18	0.17	0.17	0.17	0.16	0.10				
[60-70)	0.33	0.32	0.30	0.30	0.30	0.29	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.22	0.22	0.20	0.19	0.19	0.14			
[60-70)	0.40	0.38	0.36	0.34	0.32	0.29	0.28	0.26	0.25	0.24	0.23	0.21	0.21	0.20	0.13							
[60-70)	0.36	0.35	0.34	0.31	0.30	0.28	0.26	0.24	0.25	0.29	0.30	0.28	0.28	0.28	0.20							
[60-70)	0.37	0.36	0.36	0.36	0.34	0.33	0.31	0.29	0.27	0.25	0.23	0.22	0.20	0.20	0.20	0.10						
[60-70)	0.36	0.34	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.29	0.27	0.26	0.25	0.24	0.24	0.24	0.23	0.14						
[60-70)	0.30	0.29	0.29	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.07						
[60-70)	0.30	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.23	0.24	0.24	0.24	0.23	0.22	0.22	0.22	0.14						
[60-70)	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.27	0.26	0.26	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.08		
[60-70)	0.31	0.31	0.30	0.29	0.28	0.28	0.26	0.26	0.26	0.25	0.24	0.23										
[60-70)	0.34	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.30	0.29	0.29	0.28	0.22										
[60-70)	0.34	0.32	0.31	0.29	0.27	0.27	0.27	0.26	0.25	0.24	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.20	0.05					
[60-70)	0.31	0.31	0.30	0.28	0.28	0.31	0.29	0.26	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20	0.20	0.19	0.15						
[60-70)	0.37	0.36	0.36	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.31	0.31	0.30	0.28	0.27	0.26	0.26	0.25	0.05			
[60-70)	0.36	0.35	0.34	0.33	0.34	0.33	0.33	0.33	0.31	0.30	0.30	0.29	0.28	0.28	0.25							
[60-70)	0.29	0.28	0.27	0.27	0.27	0.26	0.26	0.26	0.25	0.24	0.24	0.25	0.14									
[60-70)	0.36	0.34	0.31	0.30	0.29	0.27	0.26	0.27	0.28	0.27	0.26	0.25	0.26	0.26	0.24	0.08						
[70-80)	0.42	0.44	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.28	0.19			
[70-80)	0.39	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.28	0.26	0.26	0.20									

Clase diamétrica	Vol 1	Vol 2	Vol 3	Vol 4	Vol 5	Vol 6	Vol 7	Vol 8	Vol 9	Vol 10	Vol 11	Vol 12	Vol 13	Vol 14	Vol 15	Vol 16	Vol 17	Vol 18	Vol 19	Vol 20	Vol 21	Vol 22
[70-80)	0.48	0.47	0.45	0.44	0.42	0.42	0.42	0.42	0.41	0.41	0.40	0.38	0.38	0.37	0.35	0.33	0.33	0.33	0.31	0.30	0.18	
[70-80)	0.47	0.45	0.44	0.42	0.40	0.39	0.39	0.39	0.38	0.37	0.36	0.48	0.49	0.35	0.33	0.10						
[70-80)	0.47	0.46	0.45	0.44	0.43	0.42	0.41	0.40	0.39	0.38	0.37	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.34	0.08				
[70-80)	0.48	0.46	0.46	0.45	0.43	0.42	0.41	0.40	0.40	0.38	0.36	0.35	0.34	0.32	0.30	0.09						
[70-80)	0.49	0.48	0.47	0.47	0.46	0.44	0.42	0.40	0.38	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.26	0.25	0.26	0.12				
[70-80)	0.38	0.37	0.36	0.36	0.35	0.33	0.32	0.32	0.34	0.33	0.29	0.27	0.19									
[70-80)	0.50	0.47	0.46	0.45	0.41	0.37	0.34	0.32	0.30	0.30	0.33	0.36	0.39	0.39	0.36	0.12						
[70-80)	0.47	0.45	0.43	0.41	0.40	0.40	0.38	0.36	0.35	0.35	0.34	0.32	0.31	0.31	0.31	0.29	0.28	0.28	0.24			
[70-80)	0.46	0.46	0.46	0.45	0.42	0.40	0.38	0.37	0.36	0.34	0.33	0.31	0.29	0.28	0.28	0.26	0.25	0.24	0.06			
[70-80)	0.48	0.48	0.47	0.47	0.45	0.43	0.41	0.39	0.37	0.36	0.34	0.32	0.30	0.28	0.27	0.26	0.26	0.24	0.18			
[70-80)	0.45	0.43	0.41	0.40	0.38	0.36	0.35	0.35	0.34	0.33	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.27	0.17			
[70-80)	0.44	0.43	0.42	0.40	0.38	0.36	0.36	0.36	0.35	0.33	0.32	0.31	0.21									
[70-80)	0.38	0.38	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.31	0.31	0.30	0.29	0.28	0.27	0.26	0.25	0.17			
[70-80)	0.42	0.41	0.40	0.39	0.37	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.19									
[70-80)	0.48	0.47	0.45	0.42	0.41	0.39	0.38	0.37	0.36	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.33	0.06						
[70-80)	0.40	0.40	0.40	0.39	0.38	0.37	0.36	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35	0.35	0.35	0.34	0.34	0.33	0.33	0.32	0.32	0.32	0.05
[70-80)	0.42	0.40	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.31	0.31	0.30	0.30	0.29	0.29	0.29	0.28	0.24				
[70-80)	0.47	0.45	0.45	0.44	0.42	0.40	0.40	0.39	0.38	0.37	0.37	0.37	0.36	0.35	0.34	0.33	0.34	0.33				
[70-80)	0.39	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.33	0.33	0.34	0.34	0.33	0.31	0.30	0.30	0.29	0.28	0.28	0.28	0.23			
[70-80)	0.45	0.44	0.42	0.40	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.31	0.30	0.29	0.28	0.21								
[70-80)	0.48	0.45	0.43	0.42	0.41	0.38	0.37	0.35	0.34	0.33	0.32	0.32	0.32	0.31	0.30	0.30	0.30	0.28	0.15			
[70-80)	0.45	0.44	0.41	0.39	0.37	0.36	0.37	0.40	0.40	0.38	0.38	0.38	0.38	0.38	0.37	0.36	0.08					
[70-80)	0.38	0.36	0.34	0.32	0.31	0.29	0.28	0.27	0.27	0.26												
[70-80)	0.47	0.46	0.45	0.43	0.41	0.40	0.40	0.39	0.39	0.38	0.37	0.36	0.36	0.35	0.35	0.35	0.34	0.33	0.08			
[70-80)	0.43	0.42	0.41	0.40	0.40	0.39	0.38	0.37	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.32	0.21						
[80-90)	0.49	0.48	0.47	0.47	0.46	0.45	0.44	0.44	0.42	0.41	0.40	0.40	0.40	0.39	0.37	0.35	0.34	0.15				
[80-90)	0.48	0.47	0.47	0.45	0.44	0.42	0.40	0.39	0.38	0.38	0.37	0.36	0.36	0.36	0.37	0.36	0.35	0.34	0.04			
[80-90)	0.62	0.59	0.57	0.55	0.54	0.53	0.51	0.49	0.47	0.46	0.46	0.46	0.45	0.44	0.14							
[80-90)	0.59	0.58	0.57	0.55	0.53	0.52	0.49	0.48	0.47	0.45	0.44	0.42	0.41	0.39	0.38	0.38	0.37	0.36	0.16			
[80-90)	0.59	0.58	0.57	0.55	0.53	0.50	0.48	0.47	0.47	0.47	0.45	0.44	0.42	0.41	0.40	0.34						
[80-90)	0.63	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51	0.50	0.49	0.47	0.45	0.44	0.43	0.41	0.40	0.40	0.28						
[80-90)	0.59	0.58	0.54	0.49	0.44	0.40	0.38	0.36	0.34	0.32	0.01											
[80-90)	0.62	0.60	0.59	0.57	0.57	0.56	0.53	0.49	0.47	0.45	0.44	0.23										
[80-90)	0.53	0.53	0.52	0.50	0.47	0.45	0.43	0.41	0.40	0.38	0.39	0.39	0.38	0.38	0.37	0.36	0.35	0.34	0.31			
[80-90)	0.54	0.52	0.50	0.48	0.45	0.42	0.39	0.38	0.37	0.37	0.37	0.36	0.35	0.34	0.34	0.33	0.31	0.09				
[80-90)	0.60	0.52	0.51	0.50	0.48	0.48	0.47	0.45	0.45	0.44	0.44	0.44	0.44	0.42	0.08							
[80-90)	0.57	0.56	0.55	0.55	0.55	0.53	0.51	0.49	0.48	0.47	0.45	0.44	0.42	0.41	0.41	0.40	0.38	0.28				
[80-90)	0.54	0.53	0.50	0.46	0.42	0.40	0.40	0.41	0.39	0.34	0.18											
[80-90)	0.50	0.49	0.48	0.47	0.47	0.45	0.43	0.40	0.39	0.39	0.38	0.36	0.35	0.34	0.33	0.33						
[90-102]	0.71	0.70	0.68	0.67	0.67	0.66	0.64	0.61	0.59	0.59	0.57	0.56	0.56	0.55	0.29							
[90-102]	0.95	0.84	0.72	0.69	0.66	0.64	0.64	0.61	0.60	0.60	0.57	0.54	0.52	0.51	0.51	0.50	0.48	0.19				
[90-102]	0.86	0.76	0.72	0.68	0.66	0.65	0.63	0.62	0.59	0.59	0.58	0.44										
[90-102]	0.62	0.62	0.61	0.59	0.58	0.57	0.55	0.53	0.50	0.48	0.48	0.47	0.45	0.44	0.42	0.36						
[90-102]	0.63	0.61	0.59	0.58	0.57	0.56	0.55	0.53	0.52	0.52	0.52	0.50	0.43									
[90-102]	0.80	0.80	0.77	0.76	0.75	0.73	0.72	0.70	0.69	0.67	0.65	0.63	0.42									
[90-102]	0.66	0.63	0.59	0.57	0.55	0.53	0.50	0.48	0.47	0.47	0.45	0.44	0.45	0.44	0.44	0.45	0.44	0.43	0.17			
[90-102]	0.72	0.69	0.66	0.63	0.62	0.61	0.59	0.57	0.56	0.55	0.54	0.53	0.45									
[90-102]	0.77	0.75	0.72	0.69	0.66	0.64	0.61	0.59	0.57	0.56	0.55	0.55	0.36									
[90-102]	0.75	0.72	0.68	0.64	0.60	0.58	0.56	0.55	0.55	0.53	0.53	0.52	0.35									

Tabla 10. Datos de campo obtenidos de los árboles para la determinación del volumen del cilindro (volumen del sólido)

Código	Clase diamétrica	Especie	DAP (m)	HC (m)	Volumen cilindro (m³)	Calidad de fuste	Este (x)	Norte (y)
F45-A17	[50-60)	Ana caspi	0.58	17.63	4.66	A	486040	9007151
F46-A43	[50-60)	Ana caspi	0.58	18.44	4.87	A	486064	9006711
F17-A7	[60-70)	Ana caspi	0.65	19.36	6.42	A	484084	9005694
F28-A7	[60-70)	Ana caspi	0.68	15.34	5.57	A	484825	9007327
F35-A31	[60-70)	Ana caspi	0.68	15.4	5.59	A	485352	9007283
F40-A6	[60-70)	Ana caspi	0.68	15.98	5.80	A	485681	9007125
F43-A4	[60-70)	Ana caspi	0.68	16.39	5.95	B	485857	9006713
F45-A1	[60-70)	Ana caspi	0.62	16.01	4.83	A	486016	9006544
F45-A10	[60-70)	Ana caspi	0.62	16.48	4.98	A	485994	9006736
F46-A13	[60-70)	Ana caspi	0.69	20	7.48	A	486118	9007113
F46-A32	[60-70)	Ana caspi	0.65	12.55	4.16	A	486065	9006899
F46-A42	[60-70)	Ana caspi	0.69	12.76	4.77	A	486063	9006723
F48-A7	[60-70)	Ana caspi	0.65	16.97	5.63	A	486251	9007056
F48-A10	[60-70)	Ana caspi	0.62	16.26	4.91	A	486251	9007012
F48-A15	[60-70)	Ana caspi	0.69	18.94	7.08	A	486242	9006942
F49-A10	[60-70)	Ana caspi	0.68	15.51	5.63	A	486263	9007042
F50-A14	[60-70)	Ana caspi	0.65	13.33	4.42	A	486392	9006890
F53-A5	[60-70)	Ana caspi	0.67	16.2	5.71	A	486567	9007359
F7-A1	[70-80)	Ana caspi	0.74	19.21	8.26	A	483383	9005328
F8-A28	[70-80)	Ana caspi	0.72	13.23	5.39	A	483448	9006932
F9-A5	[70-80)	Ana caspi	0.77	21	9.78	A	483499	9005338
F17-A16	[70-80)	Ana caspi	0.78	15.81	7.55	A	484048	9006371
F20-A6	[70-80)	Ana caspi	0.78	19.24	9.19	A	484273	9005530
F21-A36	[70-80)	Ana caspi	0.77	17.95	8.36	A	484337	9006865
F26-A3	[70-80)	Ana caspi	0.78	18.02	8.61	B	484666	9007425
F27-A23	[70-80)	Ana caspi	0.72	13.25	5.39	A	484759	9007206
F31-A2	[70-80)	Ana caspi	0.79	16.3	7.99	A	485034	9006440
F34-A13	[70-80)	Ana caspi	0.76	19.55	8.87	A	485233	9006924
F41-A9	[70-80)	Ana caspi	0.76	18.92	8.58	A	485773	9007184
F41-12	[70-80)	Ana caspi	0.77	19.54	9.10	A	485716	9006965
F41-A13	[70-80)	Ana caspi	0.75	19.38	8.56	B	485694	9006960
F45-A18	[70-80)	Ana caspi	0.75	13.39	5.92	A	486037	9007202
F46-A12	[70-80)	Ana caspi	0.7	19.23	7.40	A	486106	9007138
F46-A15	[70-80)	Ana caspi	0.74	13.33	5.73	A	486094	9007111

Código	Clase diamétrica	Especie	DAP (m)	HC (m)	Volumen cilindro (m³)	Calidad de fuste	Este (x)	Norte (y)
F46-A41	[70-80)	Ana caspi	0.78	16.14	7.71	A	486064	9006747
F46-A45	[70-80)	Ana caspi	0.72	21.66	8.82	A	486115	9006624
F48-A11	[70-80)	Ana caspi	0.73	18.53	7.76	A	486251	9007009
F48-A16	[70-80)	Ana caspi	0.76	18.87	8.56	A	486251	9006948
F48-A17	[70-80)	Ana caspi	0.7	19.74	7.60	A	486250	9006930
F48-A25	[70-80)	Ana caspi	0.76	14.21	6.45	A	486224	9006749
F49-A9	[70-80)	Ana caspi	0.77	18.95	8.82	A	486263	9007041
F50-A2	[70-80)	Ana caspi	0.76	17.2	7.80	A	486362	9007413
F50-A15	[70-80)	Ana caspi	0.72	10.64	4.33	A	486390	9006871
F50-A17	[70-80)	Ana caspi	0.79	18.98	9.30	A	486405	9006769
F51-A1	[70-80)	Ana caspi	0.75	16.44	7.26	A	486424	9007194
F6-A70	[80-90)	Ana caspi	0.8	18.12	9.11	A	483302	9006776
F8-A27	[80-90)	Ana caspi	0.8	18.55	9.32	A	483425	9006910
F21-A51	[80-90)	Ana caspi	0.89	14.94	9.29	A	484338	9006225
F38-A21	[80-90)	Ana caspi	0.85	19.12	10.85	A	485566	9007369
F45-A8	[80-90)	Ana caspi	0.87	16.7	9.93	A	485993	9006711
F45-A15	[80-90)	Ana caspi	0.88	16.61	10.10	A	486008	9006874
F46-A20	[80-90)	Ana caspi	0.85	10.79	6.12	A	486055	9007062
F46-A25	[80-90)	Ana caspi	0.89	12.46	7.75	A	486086	9006987
F46-A34	[80-90)	Ana caspi	0.83	19.57	10.59	A	486067	9006886
F46-A35	[80-90)	Ana caspi	0.81	18.03	9.29	A	486095	9006887
F46-A37	[80-90)	Ana caspi	0.84	14.85	8.23	A	486088	9006832
F47-A3	[80-90)	Ana caspi	0.85	18.34	10.41	B	486158	9006619
F47-A12	[80-90)	Ana caspi	0.82	11.33	5.98	A	486171	9006908
F51-A9	[80-90)	Ana caspi	0.81	16.9	8.71	A	486462	9007498
F20-A23	[90-102]	Ana caspi	0.96	15.31	11.08	A	484267	9006425
F20-A30	[90-102]	Ana caspi	0.99	17.96	13.83	A	484313	9007043
F39-A12	[90-102]	Ana caspi	1.01	12.58	10.08	A	485573	9007068
F42-A7	[90-102]	Ana caspi	0.91	16.73	10.88	A	485804	9007345
F46-A44	[90-102]	Ana caspi	0.91	13.4	8.72	A	486082	9006712
F47-A1	[90-102]	Ana caspi	1.02	13.49	11.02	A	486137	9006623
F48-A28	[90-102]	Ana caspi	0.9	19.06	12.13	A	486218	9006623
F49-A11	[90-102]	Ana caspi	0.96	13.63	9.87	A	486263	9007054
F51-A10	[90-102]	Ana caspi	1	13.26	10.41	A	486434	9007483
F51-A12	[90-102]	Ana caspi	0.97	13.38	9.89	A	486407	9007020

Tabla 11. Información procesada de los datos obtenidos de campo

Código	Clase diamétrica	Vol. Real (m³)	Vol. Cilindro (m³)	CF	Ahus.
F45-A17	[50-60)	3.76	4.66	0.81	0.78
F46-A43	[50-60)	3.76	4.87	0.77	0.85
F17-A7	[60-70)	4.85	6.42	0.75	0.91
F28-A7	[60-70)	4.11	5.57	0.74	1.50
F35-A31	[60-70)	4.33	5.59	0.77	0.75
F40-A6	[60-70)	4.40	5.80	0.76	1.23
F43-A4	[60-70)	4.50	5.95	0.76	0.90
F45-A1	[60-70)	3.85	4.83	0.80	0.72
F45-A10	[60-70)	3.93	4.98	0.79	0.64
F46-A13	[60-70)	5.68	7.48	0.76	0.98
F46-A32	[60-70)	3.26	4.16	0.78	0.67
F46-A42	[60-70)	3.66	4.77	0.77	0.68
F48-A7	[60-70)	4.18	5.63	0.74	0.98
F48-A10	[60-70)	3.98	4.91	0.81	0.95
F48-A15	[60-70)	5.72	7.08	0.81	0.77
F49-A10	[60-70)	4.70	5.63	0.83	0.74
F50-A14	[60-70)	3.27	4.42	0.74	0.56
F53-A5	[60-70)	4.32	5.71	0.76	0.98
F7-A1	[70-80)	6.29	8.26	0.76	0.70
F8-A28	[70-80)	4.06	5.39	0.75	1.17
F9-A5	[70-80)	8.00	9.78	0.82	0.87
F17-A16	[70-80)	6.20	7.55	0.82	0.98
F20-A6	[70-80)	6.78	9.19	0.74	0.71
F21-A36	[70-80)	6.04	8.36	0.72	1.15
F26-A3	[70-80)	6.49	8.61	0.75	1.15
F27-A23	[70-80)	4.23	5.39	0.78	1.02
F31-A2	[70-80)	5.87	7.99	0.73	1.11
F34-A13	[70-80)	6.69	8.87	0.75	1.00
F41-A9	[70-80)	6.41	8.58	0.75	1.26
F41-12	[70-80)	6.76	9.10	0.74	1.33
F41-A13	[70-80)	6.34	8.56	0.74	0.96
F45-A18	[70-80)	4.67	5.92	0.79	1.02
F46-A12	[70-80)	5.85	7.40	0.79	0.85
F46-A15	[70-80)	4.56	5.73	0.79	0.87
F46-A41	[70-80)	5.86	7.71	0.76	0.92

Código	Clase diamétrica	Vol. Real (m³)	Vol. Cilindro (m³)	CF	Ahus.
F46-A45	[70-80)	7.51	8.82	0.85	0.43
F48-A11	[70-80)	5.82	7.76	0.75	0.84
F48-A16	[70-80)	6.94	8.56	0.81	0.72
F48-A17	[70-80)	6.14	7.60	0.81	0.69
F48-A25	[70-80)	4.80	6.45	0.75	1.23
F49-A9	[70-80)	6.57	8.82	0.74	1.18
F50-A2	[70-80)	6.30	7.80	0.81	0.56
F50-A15	[70-80)	3.09	4.33	0.71	1.40
F50-A17	[70-80)	7.06	9.30	0.76	0.77
F51-A1	[70-80)	5.81	7.26	0.80	0.77
F6-A70	[80-90)	7.34	9.11	0.81	0.80
F8-A27	[80-90)	7.19	9.32	0.77	0.77
F21-A51	[80-90)	7.26	9.29	0.78	1.05
F38-A21	[80-90)	8.55	10.85	0.79	1.03
F45-A8	[80-90)	7.68	9.93	0.77	1.26
F45-A15	[80-90)	7.65	10.10	0.76	1.27
F46-A20	[80-90)	4.47	6.12	0.73	2.69
F46-A25	[80-90)	6.11	7.75	0.79	1.47
F46-A34	[80-90)	7.90	10.59	0.75	0.95
F46-A35	[80-90)	6.91	9.29	0.74	1.27
F46-A37	[80-90)	6.71	8.23	0.81	1.41
F47-A3	[80-90)	8.45	10.41	0.81	0.96
F47-A12	[80-90)	4.56	5.98	0.76	2.17
F51-A9	[80-90)	6.56	8.71	0.75	0.94
F20-A23	[90-102]	9.05	11.08	0.82	0.83
F20-A30	[90-102]	10.78	13.83	0.78	1.95
F39-A12	[90-102]	7.78	10.08	0.77	2.12
F42-A7	[90-102]	8.27	10.88	0.76	1.13
F46-A44	[90-102]	7.11	8.72	0.82	1.01
F47-A1	[90-102]	9.10	11.02	0.83	0.87
F48-A28	[90-102]	9.16	12.13	0.76	1.03
F49-A11	[90-102]	7.73	9.87	0.78	1.17
F51-A10	[90-102]	8.03	10.41	0.77	1.42
F51-A12	[90-102]	7.56	9.89	0.76	1.42

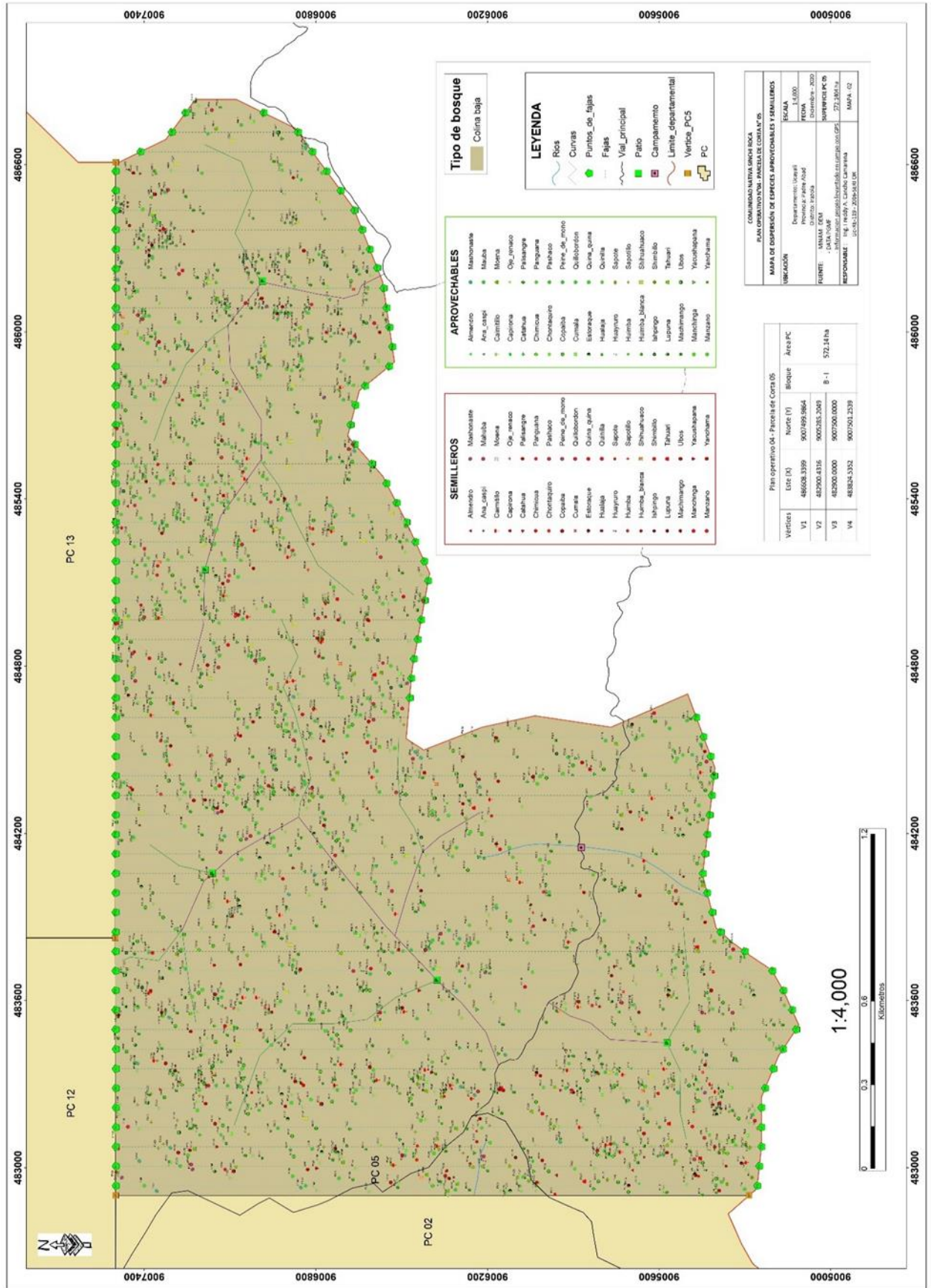


Figura 21. Mapa de dispersión de los árboles aprovechables del plan operativo.