

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



**“DETERMINACIÓN DE ECUACIONES
ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR VOLUMEN DE
ÁRBOLES EN PIE DE (*Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.)
“ACERILLO”, JAÉN – CAJAMARCA 2022”**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER:

KENIA MARLEEY QUINDE FLORES

ASESOR

ING. M. Sc. GÉRMAN PÉREZ HURTADO

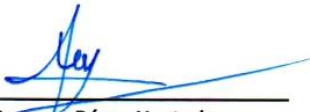
JAÉN – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador:
Kenia Marleey Quinde Flores
DNI: 71848089
Escuela Profesional/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
2. Asesor:
Ing. M. Sc. German Pérez Hurtado
Facultad/Unidad UNC:
Ingeniería Forestal
3. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
4. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:
"DETERMINACIÓN DE ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR VOLUMEN DE ÁRBOLES EN PIE DE (*Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.) "ACERILLO", JAÉN – CAJAMARCA 2022"
6. Fecha de evaluación: 22/09/2025
7. Software antiplagio: **TURNITIN** **URKUND (OURIGINAL) (*)**
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 17%
9. Código Documento: oid: 3117:502134457
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO **PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO**

Fecha Emisión: 22/09/2025

<i>Firma y/o Sello Emisor Constancia</i>
 <hr style="width: 30%; margin: auto;"/> Ing. M. Sc. German Pérez Hurtado DNI: 27735077

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
Fundada por Ley N° 14015 del 13 de febrero de 1,962
"Norte de la Universidad Peruana"
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
FILIAL JAÉN
Calle Simón Bolívar N° 1368 - 1370 Plaza de Armas
Calle Mariscal Ureta N°1355 - 1357
JAÉN - PERÚ



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Jaén, a los **veintiséis** días del mes de **agosto** del año dos mil veinticinco, se reunieron en el **Ambiente de la Sala de Docentes de Ingeniería Forestal- Filial Jaén**, los miembros del Jurado designados por el Consejo de Facultad de Ciencias Agrarias, según Resolución de Consejo de Facultad N° 348-2025-FCA-UNC, de fecha 16 de junio del 2025, con el objeto, de evaluar la sustentación del trabajo de Tesis titulado: **"DETERMINACIÓN DE ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR VOLUMEN DE ÁRBOLES EN PIE DE (*Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.) "ACERILLO", JAÉN - CAJAMARCA 2022"**, ejecutado por la Bachiller en Ciencias Forestales, **Doña KENIA MARLEEY QUINDE FLORES**, para optar el Título Profesional de **INGENIERO FORESTAL**.

A las **diez** horas y **treinta** minutos, de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento respectivo, el Presidente del Jurado dio por iniciado el evento, invitando al sustentante a exponer su trabajo de Tesis y, luego de concluida la exposición, el jurado procedió a la formulación de preguntas. Concluido el acto de sustentación, el Jurado procedió a deliberar, para asignarle la calificación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la **APROBACIÓN** por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **quince (15)**; por tanto, la Bachiller queda expedita para el inicio de los trámites, para que se le otorgue el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

A las **once** horas y **cuarenta** minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el acto.

Jaén, 26 de agosto de 2025.


Ing. M. Cs. Leiver Flores Flores
PRESIDENTE


Ing. M. Sc. Francisco Fernando Aguirre De Los Río
SECRETARIO


Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo
VOCAL


Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado
ASESOR

DEDICATORIA

Gracias a mi Dios por mostrarme siempre el camino del bien, y no dejar que olvide los valores inculcados por mis padres, cuida siempre de mi padre celestial.

Dedico esta tesis a mi madre Flor Flores Neyra, quien es mi más grande admiración en la vida y en lo profesional, gracias por confiar siempre en mí y apoyarme en cada paso que doy, gracias por cada una de tus enseñanzas, eres ejemplo de perseverancia y resiliencia, me has demostrado que las mujeres somos capaces de lograr todo lo que nos propongamos en la vida.

A mi padre Rodrigo Quinde Jiménez, por apoyarme y guiarme a lo largo de mi vida y sobre todo en el camino profesional, gracias por los valores inculcados en tus hijos de respeto y gratitud con todas las personas.

Dedico también esta tesis al amor más bonito y puro que tengo, mi hija Luna Rafaela, esto es por ti y para ti mi pequeña, siempre serás la enseñanza más bonita de mi vida.

Kenia Marleey

AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ing. M. Sc. Germán Pérez Hurtado por su asesoría en mi tesis, por resolver cada una de mis interrogantes a lo largo de este proyecto.

Al Ing. M. Sc. Vitoly Becerra Montalvo por brindarme las orientaciones que fueron necesarias, para realizar este proyecto de investigación.

Al Ing. M. Cs. Leiwier Flores Flores por su apoyo brindado en la redacción de tesis.

Agradezco al Ing. M. Sc. Francisco Fernando Aguirre De Los Ríos, por prestarme su instrumento de medición, lo que fue muy útil para la elaboración de este trabajo.

Agradezco a mis hermanos Heisson, Erika, Adrian y Guadalupe por darme siempre el apoyo moral para poder realizar este proyecto.

Agradezco sinceramente a Eduardo Rafael Dávila Delgado por su valioso apoyo tanto en el trabajo de campo como durante la redacción de este estudio.

ÍNDICE

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE DE TABLAS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN	x
ABSTRACT.....	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
CAPÍTULO II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1. Antecedentes de la investigación	15
2.2. Bases teóricas.....	18
2.2.1. <i>Aspidosperma polyneuron</i>	18
2.2.2. Volumen de árboles	20
2.2.3. La dendrometría, sus implicancias y variables	21
2.2.4. Sistemas agroforestales.....	28
2.2.5. Modelos alométricos	30
2.3. Conceptos básicos	32
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO.....	34
3.1. Ubicación de la investigación	34
3.2. Materiales.....	36
3.3. Metodología	36
3.3.1. Registro de datos en campo	36
3.3.2. Selección de las zonas de muestreo.	36
3.3.4. Medición de parámetros dasométricos.....	38
3.3.5. Cubicación de árboles en pie utilizando métodos convencionales	38

3.3.6.	Elaboración de ecuaciones alométricas para estimar volumen.....	39
3.3.7.	Análisis estadístico de la precisión de ecuaciones alométricas elaboradas	39
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		41
4.1.	Resultados	41
4.1.1.	Cubicación de árboles en pie utilizando métodos convencionales	41
4.1.2.	Elaboración de ecuaciones alométricas para estimar volumen.....	41
4.1.3.	Análisis estadístico de la precisión de ecuaciones alométricas elaboradas	42
4.2.	Discusión.....	47
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		50
5.1.	Conclusiones	50
5.2.	Recomendaciones	51
CAPÍTULO VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		52
CAPÍTULO VII. ANEXOS		59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de los sistemas agroforestales	29
Tabla 2. Ecuaciones alométricas	39
Tabla 3. Ecuaciones propuestas/Valor de las variables independientes	42
Tabla 4. Coeficiente de determinación (R ²)	43
Tabla 5. Cuadro medio de error (CME).....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diferente forma de los árboles	22
Figura 2. Localización del diámetro de referencia en árboles con diferentes formas de fuste	24
Figura 3. Medición de la altura de un árbol.....	25
Figura 4. Diferentes alturas de un árbol.....	26
Figura 5. Medición de altura con el hipsómetro de Merrit	26
Figura 6. Clinómetro de suunto	26
Figura 7. Dendrómetro	26
Figura 8. Mapa de ubicación del área de estudio.....	35
Figura 9. Regresión de Volumen real por dap	44
Figura 10. Regresión de Volumen real por $daph$	44
Figura 11. Regresión de Volumen real por dap^2d	45
Figura 12. Regresión de Volumen real por dap^2h	45
Figura 13. Regresión de Volumen real por h	46

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar las ecuaciones alométricas para estimar el volumen de árboles en pie de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., conocido como "acerillo", en la provincia de Jaén – Cajamarca. La investigación se centró en el desarrollo de modelos alométricos, con el fin de mejorar las estimaciones de volumen y proporcionar una herramienta útil para el manejo forestal y la conservación en la zona. Para ello, se utilizó la fórmula de Smalian, obteniendo un volumen total de 16,50 m³ de madera en los árboles de *Aspidosperma polyneuron* presentes en la zona de estudio. La muestra estuvo conformada por 30 árboles seleccionados de manera probabilística de una población de 226 árboles, pero para mejorar los datos estadísticos se trabajó con 143 árboles en pie de un bosque secundario tipo manchal ubicado en el sector Uña de Gato. Se evaluaron diversas ecuaciones alométricas, y el análisis de los resultados, así como el criterio para la selección de las ecuaciones, se basó en lo propuesto por Barrena et al. (s.f). En ese sentido, se determinó que las ecuaciones 2 y 4 presentaron un coeficiente de determinación (R^2) >0,75. Sin embargo en el CME todas las ecuaciones fueron aceptadas. Asimismo, las 5 ecuaciones obtuvieron el mismo volumen obtenido por métodos convencionales. Concluyendo que las mejores ecuaciones a utilizar en campo son las que presentan variables de fácil medición como son $V = -0,094594 + 0,852953 \cdot dap$ y $V = 0,003513 + 1,762497 \cdot dap^2$.

Palabras claves: Volumen, ecuaciones alométricas, *Aspidosperma polyneuron*, coeficiente de determinación, cuadrado medio de error.

ABSTRACT

The objective of this study is to determine the allometric equations for estimating the volume of standing trees of *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., known as “acerillo,” in the province of Jaén – Cajamarca. The research focused on the development of allometric models in order to improve volume estimates and provide a useful tool for forest management and conservation in the area. To this end, the Smalian formula was used, obtaining a total volume of 16.50 m³ of wood in the *Aspidosperma polyneuron* trees present in the study area. The sample consisted of 30 trees selected probabilistically from a population of 226 trees, but to improve the statistical data, 143 standing trees were used from a secondary manchal-type forest located in the Uña de Gato sector. Various allometric equations were evaluated, and the analysis of the results, as well as the criteria for selecting the equations, was based on the proposal by Barrena et al. (n.d.). In this regard, it was determined that equations 2 and 4 had a coefficient of determination (R^2) >0.75. However, in the CME, all equations were accepted. Likewise, the five equations obtained the same volume as conventional methods. It was concluded that the best equations to use in the field are those with easily measured variables, such as $V = -0.094594 + 0.852953 \cdot dap$ and $V = 0.003513 + 1.762497 \cdot dap^2$.

Keywords: Volume, allometric equations, *Aspidosperma polyneuron*, coefficient of determination, mean square error

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

La estimación precisa del volumen de madera en los árboles en pie es una de las tareas fundamentales en la gestión forestal, ya que permite conocer la cantidad de recursos disponibles para su aprovechamiento sostenible y la conservación de los ecosistemas. Las ecuaciones alométricas, que establecen una relación matemática entre las dimensiones de un árbol (como el diámetro y la altura) y su volumen, son herramientas esenciales para la estimación del volumen de los árboles en pie. Sin embargo, las ecuaciones alométricas deben ser específicas para cada especie y contexto, debido a las variaciones en las características morfológicas y estructurales de los árboles, lo que hace necesario contar con modelos adecuados para cada situación.

En la provincia de Jaén – Cajamarca, *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., conocida como "acerillo", es una especie forestal de gran importancia tanto ecológica como económica. Esta especie se distribuye en las zonas altas de la selva peruana, siendo valiosa para el aprovechamiento maderero y la conservación de los ecosistemas locales. Sin embargo, se ha observado que en esta provincia aún no existen modelos alométricos precisos que permitan estimar de manera eficiente el volumen de los árboles de *Aspidosperma polyneuron* en pie. Esto plantea un desafío para el manejo forestal sostenible, ya que la falta de información precisa sobre los recursos disponibles puede limitar la planificación de estrategias de conservación y uso adecuado de los recursos naturales.

En esta investigación como primer paso se empleó la fórmula de Smalian obteniendo un volumen total de 16,50 m³ de madera en los árboles de esta especie en el área evaluada.

Posteriormente se evaluaron diversas ecuaciones alométricas, con el fin de identificar cuáles son las que mejor estiman el volumen de los árboles en pie de *Aspidosperma polyneuron*. Para ello se tomó en cuenta la teoría de Barrena et al. (s.f) que menciona una metodología para identificar la ecuación de volumen más adecuada, basándose en los valores del coeficiente de determinación (R^2), el cuadrado medio del error (CME). Tomando en cuenta lo mencionado al evaluar las ecuaciones, se encontró que las ecuaciones $V=-0,038768+ 0,175519daph$ y $V=0,000000+0,510510*dap^2$ h presentaron un coeficiente de determinación (R^2) $> 0,75$. En su teoría Alvarado y Obagi (2008) menciona que los valores de (R^2) deben ser mayores a 0,75 que indica un buen ajuste y una alta capacidad predictiva. Sin embargo, en el CME todas las ecuaciones fueron aceptadas. Asimismo, las 5 ecuaciones obtuvieron el mismo volumen obtenido por métodos convencionales. Concluyendo que las mejores ecuaciones a utilizar en campo son las que presentan variables de fácil medición como son $V=- 0,094594 + 0,852953*dap$ y $V=0,003513+ 1,762497dap^2$.

De acuerdo con la teoría de Criollo et al. (2020) señalan que los modelos alométricos permiten estimar ciertas variables complicadas de medir directamente, aprovechando las relaciones que existen entre ellas. No obstante, estos modelos pueden presentar limitaciones, ya que el desarrollo de las especies está influenciado por factores genéticos y ambientales. Debido a esto, es fundamental desarrollar modelos adaptados a cada región, que representen de manera precisa el crecimiento de las especies en función de las condiciones locales.

Este estudio tiene gran relevancia para la gestión de los recursos forestales de la localidad, ya que proporciona herramientas más precisas para estimar el volumen de madera disponible y mejorar las decisiones sobre el manejo y conservación de *Aspidosperma polyneuron*. Asimismo, las ecuaciones alométricas desarrolladas podrán ser de utilidad para futuras investigaciones realizadas en la localidad. contribuyendo a la ciencia forestal y promoviendo un aprovechamiento más eficiente y sostenible de los recursos naturales.

El presente estudio tiene como objetivo general determinar las ecuaciones alométricas para estimar el volumen de los árboles en pie de (*Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg) Jaén – Cajamarca; los objetivos específicos de esta investigación son los siguientes:

- Cubicar el volumen de árboles en pie de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg utilizando métodos convencionales.
- Elaborar ecuaciones alométricas para estimar el volumen de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.
- Analizar estadísticamente la precisión de ecuaciones alométricas utilizadas

CAPÍTULO II

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. Antecedentes de la investigación

Silva- García et al. (2018) realizaron evaluaciones en 160 árboles en el cual se derribaron 80 árboles por especie en el noroeste de México, para estimar el volumen total del fuste con corteza, midiendo variables como diámetro normal, altura total y dimensiones de ramas principales. Probaron modelos lineales y no lineales. El modelo de Berkhout fue el mejor con solo el diámetro normal, destacando en *Prosopis articulata* ($R^2 = 0,9053$) y en menor medida en *Lysiloma divaricata* ($R^2 = 0,8178$). Al usar también la altura total, el modelo Schumacher-Hall fue el más preciso para *P. articulata* ($R^2 = 0,9139$), mientras que el Spurr Potencial se ajustó mejor para *L. divaricata* ($R^2 = 0,7936$).

Benavides et al. (2021) realizaron estudios en tres plantaciones de *Cedrela odorata* en la costa de Jalisco y Colima, se evaluaron 27 árboles, para desarrollar ecuaciones alométricas que estimen biomasa aérea y concentración de carbono, basadas en el diámetro normal (DAP). Tomaron muestras de fuste, ramas y follaje para análisis de laboratorio, y se calcularon los valores totales por individuo. El modelo potencial fue el más preciso, con un coeficiente de determinación ajustado (R^2_a) de 0,978. Las ecuaciones resultantes permitieron estimar de forma confiable la biomasa y el carbono con base en el DAP.

Saénz et al. (2021) realizaron estimaciones de la biomasa aérea seca en plantaciones de 12 años con especies nativas (*Enterolobium cyclocarpum*, *Tabebuia rosea*) e introducidas (*Gmelina arborea*, *Tectona grandis*) en Jalisco. El mayor porcentaje de biomasa (58–67 %) se concentró en el fuste. El diámetro normal fue un buen predictor, destacando el modelo potencial para *T. rosea* ($R^2 = 0,930$) y *T. grandis* ($R^2 = 0,952$), mientras que el modelo polinomial fue

mejor para *E. cyclocarpum* ($R^2 = 0,902$) y *G. arborea* ($R^2 = 0,753$). El modelo lineal fue el menos preciso en todos los casos.

Baselly Villanueva (2019) realizó su investigación en distintos modelos de regresión para estimar el volumen comercial de *Cinchona officinalis* L. (quina). El estudio lo llevó a cabo en la zona de amortiguamiento del Bosque de Protección de Pagaibamba (Querocoto, Chota), y concluyó que el modelo de Schumacher y Hall fue el más preciso para estimar dicho volumen comercial. Además, es posible estimar el volumen comercial de individuos mediante el uso del diámetro de tocón.

Mírez Rubio (2021) realizó estudios en modelos alométricos adecuados para estimar biomasa aérea y carbono en plantaciones de *Pinus patula* de diferentes edades en la jalca de Chalamarca, Cajamarca. Se evaluaron 15 parcelas y se recolectaron datos dasométricos (DAP y altura total). La biomasa la calculó mediante el método destructivo en nueve árboles, y las muestras se secaron a 105 °C. Se evaluaron diversos indicadores estadísticos (R^2 ajustado, RECM, Sxy, E y AIC) para identificar el modelo alométrico más preciso. Concluyendo que el mejor modelo para estimar biomasa fue: $\log(BA) = -1,26088 + 0,86431 \times \log(d^2 + ht)$, y para estimar el almacenamiento de CO₂: $\log(CC) = -1,56191 + 0,86431 \times \log(d^2 \times ht)$. Los mejores modelos fueron aquellos que utilizan DAP y altura total como variables.

Herrera Vásquez (2022) realizó un estudio que tuvo como objetivo desarrollar ecuaciones alométricas para estimar la biomasa aérea y el carbono en *Polylepis racemosa* en un bosque relicto de Bella Andina, Chalamarca (Cajamarca). Se registraron variables dasométricas en 1,232 árboles y se aplicó el método destructivo a 11 individuos para obtener biomasa seca. Usando criterios estadísticos (R^2 ajustado, RECM, Sxy, E y AIC), se identificaron las mejores ecuaciones. La más precisa para biomasa fue: $\ln(BA) = 2,394988 + 0,082807 \times D50$, y para carbono: $\ln(BA) = 1,8177 + 0,08644 \times D50^2$. Se concluyó que al

menos una de estas ecuaciones es adecuada para estimar biomasa y carbono en *P. racemosa* en la zona estudiada.

Vásquez Hernández (2018), realizó una investigación en ecuaciones alométricas para estimar la biomasa del fuste de *Cordia alliodora* en Jaén, Cajamarca, usando datos de DAP y altura, mediante un muestreo aleatorio simple y método semidestructivo (barreno de Pressler). El volumen lo estimó con la función de ahusamiento de Kozak y la biomasa con el enfoque de Finke Herrera. Todas las ecuaciones mostraron alta confiabilidad ($R^2 > 70\%$), siendo útiles para integrar áreas con distintas edades en una misma unidad de manejo.

Tinoco Zamora (2019) realizó estudios para desarrollar ecuaciones volumétricas para estimar la producción de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken en plantaciones agroforestales con café ubicadas en San Miguel de las Naranjas, Jaén- Cajamarca. En donde recolecto datos dasométricos mediante un muestreo aleatorio de 10 árboles, obteniendo 50 muestras con el barreno de Pressler. Estos datos se emplearon en regresiones lineales para ajustar los modelos volumétricos. Se evaluaron diversas ecuaciones volumétricas y los resultados mostraron que solo las fórmulas de Schumacher y Hall ($R^2 = 99,9984\%$) y Husch ($R^2 = 99,9908\%$) alcanzaron resultados prácticamente perfectos. De estas dos, la ecuación de Schumacher y Hall demostró ser la más adecuada para estimar el volumen en plantaciones agroforestales de *C. alliodora*, ya que ofreció estimaciones estadísticas superiores.

Jiménez Montenegro (2024) realizó estudios en el marco del proyecto *Microcuenca San Miguel de las Naranjas* en Jaén, Cajamarca, estimó la cantidad de carbono almacenado en plantaciones de *Cordia alliodora*, *Pinus tecunumanii*, *Eucalyptus saligna* y *Cedrela odorata*. Realizó un inventario forestal exhaustivo en los ocho caseríos involucrados, registrando datos como DAP y altura. En donde determinó que los modelos matemáticos que estima mejor la biomasa arbórea de *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken es $B = 10^{(-0,51+2,08*\log(\text{dap}))}$,

para *Cedrella odorata* L. es $B = 0,465 \cdot \text{dap}$ con $R^2 = 0,9973$, para *Eucalyptus saligna* es $B = e^{(-1,71+2,21 \cdot \ln(\text{DAP}))}$, con $R^2 = 0,9957$ y para *Pinnus tecunumanii* es $B = \exp[-2,4090+0,9522 \cdot \ln(\text{dap}^2 \cdot \text{alt})]$ con $R^2 = 0,9141$.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. *Aspidosperma polyneuron*

Taxonomía de la especie. La taxonomía de la especie es según el sistema de Clasificación Angiosperm Phylogeny Group (APG, 2016) cómo se presenta a continuación:

Reino	: Plantae
División	: Angiospermae L
Clase	: Equisetosida C. Agardh
Subclase	: Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	: Asteranae Takht.
Orden	: Gentianales Juss. ex Bercht. y J. Presl
Familia	: Apocynaceae Juss.
Género	: <i>Aspidosperma</i> Mart. y Zucc.
Especie	: <i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.

Descripción botánica. En la investigación de Marcelo-Peña et al. (2010) el *Aspidosperma polyneuron* es un árbol que alcanza entre 10 y 15 metros de altura. Su corteza externa está profundamente fisurada, mientras que la interna es de color crema. Las ramas terminales son cilíndricas y contienen un látex lechoso que fluye lentamente. Las hojas son simples, dispuestas de manera alterna o casi opuesta, con una longitud de 4 a 12 cm y un ancho

de 1 a 4 cm. Tienen una forma elíptica o elíptica-oblonga, con un ápice obtuso, una base cuneada o también obtusa, y los bordes pueden ser sinuados o enteros, las hojas son lisas y brillantes. Las flores se agrupan en cimas terminales y son hermafroditas, de color blanco pálido. El fruto es un folículo de entre 3 y 6 cm de largo, y 10 a 15 mm de ancho, con lenticelas visibles.

Fenología. Según la investigación de Marcelo-Peña et al. (2010) en los BTES de Jaén, la floración ocurre entre julio y agosto, mientras que la fructificación se presenta entre septiembre y enero.

Distribución. De acuerdo a la investigación de Cárdenas y Salinas (2007) *Aspidosperma polyneuron* tiene una distribución discontinua, ya que algunas poblaciones se encuentran en el noroeste de Sudamérica, en Colombia, Venezuela y Perú, mientras que otras se localizan en el sureste del continente, en Argentina, el sur de Brasil y Paraguay. Esta especie puede desarrollarse tanto en bosques secos y espinosos como en bosques tropicales húmedos, aunque generalmente no es muy común.

Según Marcelo- Peña et al. (2010) la especie ha sido registrada en Amazonas y Cajamarca; con una distribución altitudinal de 380 a 2550 m s. n. m. Esta especie crece asociada con *Cordia iguaguana*, *Acacia macracantha*, *Hura crepitans*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Triplaris cumingiana* y *Ceiba insignis*.

Usos de la especie. Marcelo-Peña et al. (2010) señala que, en la provincia de Jaén, las especies comerciales de los BTES fueron extraídas hace alrededor de cuarenta años. El *Tabebuia chrysantha* (conocido como “guayacán”) y el *Aspidosperma polyneuron* “acerillo” fueron talados principalmente para la construcción de viviendas, siendo utilizados en la

fabricación de columnas, vigas, tijerales y dinteles, y más recientemente, en la industria del parquet. Se emplea en sistemas silvopastoriles y cerca de las viviendas como árbol de sombra.

Estado de conservación y amenazas. En la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2024), *Aspidosperma polyneuron* está clasificada como "Casi Amenazada" (NT). Esta clasificación indica que la especie no está inmediatamente en peligro de extinción, pero está cerca de serlo si no se toman medidas de conservación adecuadas.

Según Marcelo- Peña (2008) en la ciudad de Jáén con el transcurrir de los años se ha producido una alta demanda por áreas fértiles para instalar cultivos de arroz, cacao y frutales, así como, de un número considerable de especies leñosas utilizadas como material combustible y otras para la construcción de viviendas, que han propiciado la destrucción de la vegetación, quedando bosques relictuales que en la actualidad se encuentran seriamente amenazados y que necesitan urgentemente ser documentados.

2.2.2. Volumen de árboles

Saber la cantidad o el volumen de madera obtenida del aprovechamiento de árboles en terrenos agrícolas, bosques o plantaciones no solo es relevante para industriales, madereros o expertos en el área forestal, sino también para los productores interesados en la venta de madera en pie o en los productos derivados de la tala y transformación de árboles. Por lo tanto, es fundamental tener conocimientos básicos sobre las técnicas adecuadas para medir la madera en pie o los productos forestales (como tablas o vigas), asegurando una precisión que sea suficiente para su comercialización (Ordoñez et al., 2012).

Según Gutiérrez et al. (2013) el volumen se calcula como la cantidad de madera en metros cúbicos, desde el tocón hasta la parte superior del árbol. El volumen comercial excluye las ramas, las zonas dañadas del árbol y los segmentos finos del tronco.

La fórmula para calcular el volumen es la siguiente:

$$V = DAP^2 * Hc * ff * \frac{\pi}{4}$$

Donde: V = volumen (m³), DAP = diámetro de altura sobre pecho (m), Hc = altura comercial, ff = factor de forma (m).

De acuerdo con lo señalado por SERFOR (2019) el factor de forma aplicable a todas las especies forestales es de 0,65.

2.2.3. La dendrometría, sus implicancias y variables

Según Juárez (2014) la dendrometría se encarga de medir los diferentes componentes del árbol (como diámetro, altura, corteza y copa), ya esté en pie o derribado. Además, estudia su estructura morfológica, incluyendo variables básicas como el diámetro a la altura del pecho, altura del tronco, grosor de la corteza y volumen, así como la forma del tronco y los factores que la afectan.

Tipos de medición. Aldana (2008) propone tres métodos distintos para obtener las mediciones de las variables dendrométricas, los cuales se definen de la siguiente manera.

Medidas directas. Son accesibles para el ser humano y se pueden medir directamente en el árbol, como el diámetro a la altura del pecho (DAP), el diámetro de las trozas, la longitud de los árboles caídos, el número de anillos de crecimiento, el grosor de la corteza, entre otros. En otras palabras, se trata de llevar a cabo una "determinación".

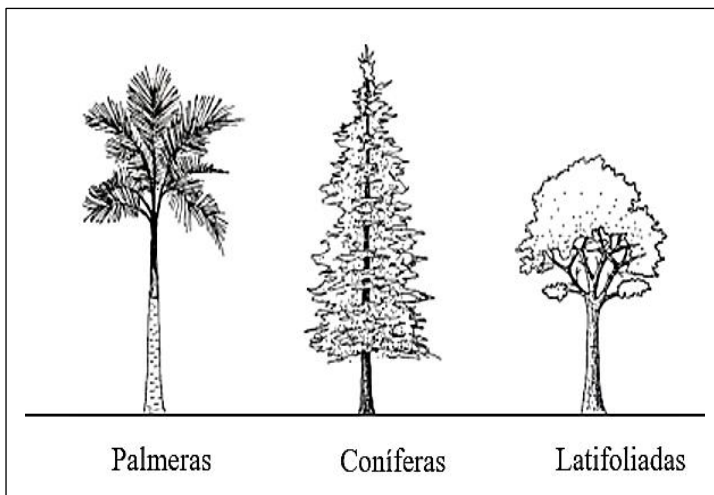
Medidas indirectas. Son aquellas que no se pueden medir directamente por el ser humano, por lo que se utilizan dispositivos ópticos para su obtención, como las alturas inaccesibles, el diámetro a diferentes alturas.

Estimaciones. Son estimaciones efectuadas para variables medibles del árbol o de los rodales, basadas en métodos estadísticos, los cuales permiten ahorrar tiempo y reducir costos. Estas se enfocan en realizar mediciones.

Forma del árbol. Juárez Félix (2014) afirma que la forma de los árboles presenta una gran complejidad. La especie y el genotipo del árbol determinan en parte la forma que puede adoptar el fuste, pero también interviene una amplia variedad de factores ambientales que influyen en su desarrollo. Como podemos ver en la figura 1, existe una relación compleja entre la copa del árbol y la forma que toma su tronco.

Figura 1

Diferente forma de los árboles



Nota. La imagen representa las diferentes formas de los árboles, se mencionan tres formas de árboles: palmeras, coníferas y latifoliadas. Fuente: Juárez Félix (2014).

VARIABLES DENDROMÉTRICAS. Son medidas cuantitativas que se utilizan para describir las características físicas de los árboles, y se obtienen mediante la técnica conocida como dendrometría. Estas variables son fundamentales para realizar inventarios forestales, estimaciones de volumen, biomasa y crecimiento, así como para formular ecuaciones alométricas (Husch et al., 2003).

Diámetro a la altura sobre pecho (DAP). El diámetro (d) es la variable más frecuentemente medida en los inventarios forestales, y es posible realizar más de una medición a lo largo del tronco. Además, señala que, de todas las mediciones, el diámetro normal o diámetro a la altura del pecho (DAP) (establecido a 1,30 m sobre el nivel del suelo) es probablemente la más común en árboles vivos (Juárez, 2014).

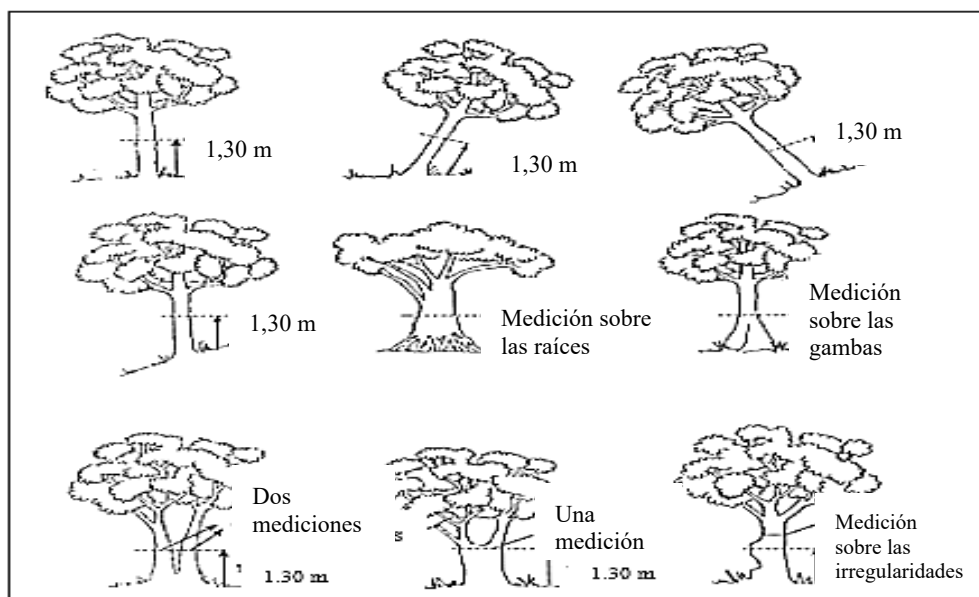
Varios autores coinciden en que la medición con cinta es mucho más precisa que el uso de forcípula. Aunque, como mencionan, al utilizar la cinta métrica se mide la circunferencia, es necesario dividir el valor obtenido entre $\pi = 3,1416$ (Galván et al., 2011).

El diámetro a la altura del pecho (DAP), expresado en metros, se determina a una altura de 1 metro y 30 centímetros del nivel del suelo. Esta medición se efectúa utilizando una cinta métrica (wincha) o una forcípula (SERFOR 2019).

En tal sentido Camacho (2000) afirma que en terrenos inclinados, el diámetro se mide desde el lado más alto de la pendiente, como podemos ver en la figura 2, si el tronco del árbol se bifurca por debajo de 1,30 m, se registra, marca y mide cada eje de forma independiente, pero con el mismo número asignado al árbol. Si la bifurcación ocurre a una altura de al menos 50 cm por encima de la altura de pecho, se registra un solo eje y se clasifica como árbol bifurcado.

Figura 2

Localización del diámetro de referencia en árboles con diferentes formas de fuste



Nota. Se aprecia la medición del diámetro a la altura del pecho, teniendo en cuenta las diferentes formas del fuste. Fuente: Camacho (2000).

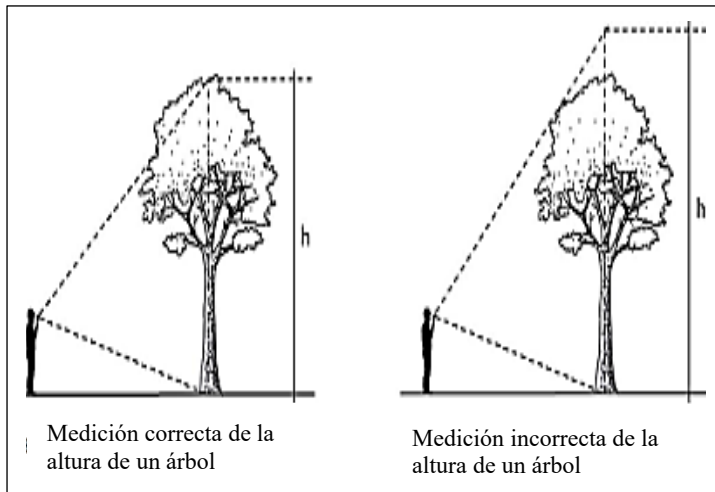
Según Pinedo (2000) recomienda medir el diámetro a la altura del pecho (1,30 m del suelo), es importante tener en cuenta que, en ocasiones, no se debe hacer en ese punto debido a posibles daños, acanaladuras, nudos defectuosos, entre otros. En tales casos, el diámetro debe medirse en una zona libre de daños o defectos, o bien a 30 cm por encima del final de las gambas o canales. Al realizar la primera medición, la persona encargada de medir el diámetro puede llevar consigo una vara de 1,30 m de longitud para usarla como referencia y determinar el punto de medición.

Altura (h). Juárez Félix (2014) define la altura del árbol en pie (h) como la distancia entre la parte más alta del árbol y la base que está en contacto con el suelo. La cima o ápice del árbol se considera la parte más elevada de la copa, que constituye la prolongación del eje del tronco. Todos los instrumentos utilizados para medir indirectamente la altura de un árbol en

pie funcionan mediante la proyección de líneas de visión hacia el ápice y la base del árbol desde una distancia determinada como se aprecia en la Figura 3, por ello, es fundamental identificar con precisión ambos puntos.

Figura 3

Medición de la altura de un árbol

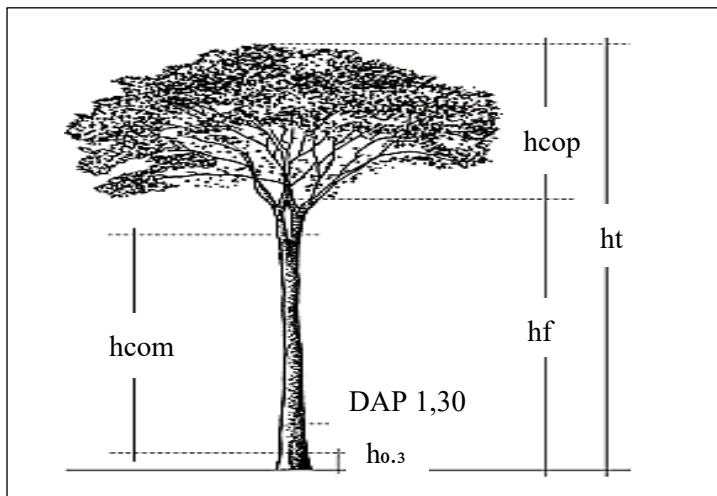


Nota. En la figura 3 se muestra la manera correcta e incorrecta de la medición de la altura de un árbol, teniendo en cuenta la base y el ápice del árbol. Fuente: Juárez Félix (2014).

Según Juárez Félix (2014) las alturas más comúnmente medidas en estudios forestales como podemos ver en la figura 4, incluyen las siguientes: la altura total (ht), que se define como la distancia vertical desde la superficie del suelo hasta el ápice del árbol; la altura del fuste (hf), correspondiente a la distancia vertical desde el suelo hasta la base de la copa; la altura de la copa ($hcop$), que se calcula como la diferencia entre la altura total y la altura del fuste; la altura comercial ($hcom$), que representa la sección del fuste con valor económico, ubicada entre la altura de corte y el punto donde se alcanza el diámetro mínimo comercial; y finalmente, la altura del tocón ($h_{0.3}$), entendida como la distancia desde el suelo hasta el punto de corte para el aprovechamiento.

Figura 4

Diferentes alturas de un árbol



Nota. En la figura 4 se muestra los diferentes puntos de medición de la altura de un árbol.

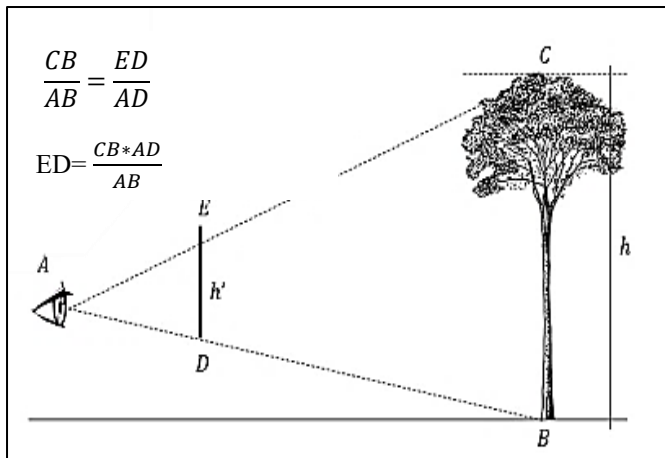
Fuente: Juárez Félix (2014).

Instrumentos de medición de altura. Según Juárez Félix (2014) los instrumentos más utilizados para la medición de alturas son los siguientes:

Hipsómetro de Merrit. Se compone de una vara graduada que se sostiene en posición vertical a una distancia constante desde el ojo del observador y alineada con el eje del árbol, como se observa en la figura 5. Las graduaciones, generalmente expresadas en unidades equivalentes a trozas de un tamaño específico, están relacionadas con la longitud del brazo del observador y la distancia al árbol.

Figura 5

Medición de altura con el hipsómetro de Merrit

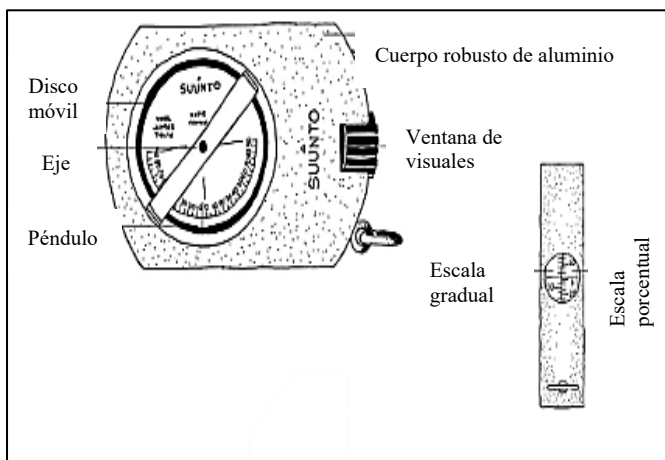


Nota. Donde: ED= Altura de graduación en la regla, CB= Altura del árbol (Valor relativo), AD= Largo del brazo del operador, AB= Distancia del árbol. Fuente: Juárez Félix (2014).

Clinómetro de Suunto. Se trata de una caja metálica que contiene un disco móvil suspendido mediante un eje central. Esta caja tiene un orificio que permite observar la periferia del disco. Como se muestra en la figura 6, a través del ocular es posible visualizar dos escalas internas: una ubicada a la derecha, graduada en grados de 0 a 90, y otra a la izquierda, expresada en porcentajes que van de 0 a 150.

Figura 6

Clinómetro de Suunto



Nota. En la imagen en lugar del nivel de burbuja, se incorpora un péndulo fijo que forma un ángulo de 90° con respecto a la línea de referencia horizontal. Fuente: Juárez Félix (2014).

Dendrómetro láser con pantalla táctil. El dispositivo se utiliza para funciones de rastreo, medición de áreas y volúmenes, colocación de estacas, sondeo de distancias mínima y máxima, cronómetro, cálculos mediante el teorema de Pitágoras, medición horizontal, medición de alturas con sensor, diámetros, anchos de paredes, entre otras funciones. Utiliza un sensor de inclinación para realizar mediciones indirectas (Leica Geosystems, 2025).

Figura 7

Dendrómetro



Nota. (Leica Geosystems, 2025).

Correlación de las variables dendrométricas. Imaña-Encinas (2011) postula que los árboles tienen características propias de crecimiento y relaciones entre variables dendrométricas. En algunos casos, la altura del árbol puede determinarse a partir del DAP, lo que permite definir la estructura vertical del rodal. Con alturas y diámetros estimados, se pueden aplicar ecuaciones para calcular el volumen individual de los árboles y así estimar el volumen total aprovechable de la parcela.

2.2.4. Sistemas agroforestales

Para Arenas (2019) los sistemas agroforestales, especialmente los silvopastoriles con especies forestales nativas, benefician la producción ganadera, abren oportunidades en el

mercado de carbono y fortalecen los servicios ecosistémicos de los bosques. El paisaje, como espacio sujeto a planificación, integra elementos naturales y artificiales con diversos ecosistemas. La tabla 1 muestra la clasificación de los sistemas agroforestales.

Tabla 1

Clasificación de los sistemas agroforestales

Sistema	Práctica agroforestal
Sistema silvoagícola (árboles incluyendo arbustos, enredaderas + cultivos)	<ul style="list-style-type: none"> - Barbecho mejorado - Cultivo en callejón - Jardines multiestratos - Árboles de usos múltiples en tierras de cultivos - Combinación de cultivos y plantaciones - Huertos caseros - Árboles para la conservación y recuperación de suelos - Cinturones de protección y rompe vientos, setos vivos
Sistema silvopastoril (árboles + pasturas y/o animales)	<ul style="list-style-type: none"> - Árboles en pastizales - Bancos de proteínas - Cultivos de plantaciones con pasturas y animales
Sistema agrosilvopastoril (cultivos + árboles + pasturas/ animales)	<ul style="list-style-type: none"> - Huertos caseros con animales - Setos leñosos de usos múltiples - Apicultura con árboles - Acuaforestería - Bosques de usos múltiples

Nota. Esta tabla se muestra la identificación los sistemas agroforestales (SAF) y las prácticas agroforestales que los caracterizan. Fuente: Arenas (2019).

2.2.5. Modelos alométricos

Segura y Andrade (s.f.) plantea que, los modelos alométricos son fórmulas matemáticas que posibilitan calcular el volumen, la biomasa o el carbono de árboles, arbustos y palmas, basándose en unas pocas variables que son sencillas de medir, como el diámetro del tronco a la altura del pecho (DAP) y/o la altura total.

Criollo et al. (2020) señalan que los modelos alométricos facilitan el cálculo de variables, algunas de las cuales son difíciles de medir, mediante las correlaciones entre ellas. Sin embargo, estos modelos pueden tener limitaciones debido a factores que afectan el crecimiento de las especies, como los genéticos y los ambientales, los cuales determinan su desarrollo. Por esta razón, es importante crear modelos regionales que reflejen el crecimiento bajo las condiciones específicas de cada área.

Según Jauregui (2016) existen dos métodos habituales para determinar ecuaciones alométricas: el directo y el indirecto. El método directo es destructivo, ya que implica cortar el árbol, medir el volumen y pesar todos sus componentes. En cambio, el método indirecto no requiere cortar el árbol, sino que se mide el volumen en pie. Con este enfoque, se suman los volúmenes de madera, se extraen muestras de la misma y se pesan en el laboratorio para calcular su peso seco. Con los datos de biomasa obtenidos y utilizando variables dasométricas, se pueden generar las ecuaciones, a través de una regresión entre las variables medidas en el área de estudio o los valores reportados en inventarios forestales.

Saénz et al. (2021) proponen que el uso de ecuaciones alométricas permite calcular la biomasa de una especie forestal de una manera no destructiva, con parámetros relativamente fáciles de medir; tales como el diámetro y la altura. El diámetro normal es la variable que ha mostrado mayor correlación con el contenido de biomasa en diversos taxa forestales.

Selección del mejor modelo alométrico. Alvarez (2008) afirma que el propósito de evaluar los modelos es escoger aquellos que logren el mejor equilibrio entre su capacidad para ajustarse a los datos y su nivel de complejidad. Los modelos con un mayor número de parámetros suelen adaptarse mejor a los datos, pero también tienden a ser más inestables y a captar la variabilidad de los datos en lugar de su comportamiento general.

Según Oyos (2019) para elegir el modelo que mejor se adapte a los datos, se compara cada ecuación utilizando estadísticos que muestran el nivel de error de cada una. Algunos de los más comunes son: el coeficiente de determinación (R^2), el coeficiente de determinación ajustado (R^2 -ajus.), el índice de Furnival, la suma de los cuadrados de los residuos predichos, entre otros. Con esta información, se selecciona el modelo alométrico con el menor margen de error.

Según Barrena et al. (s.f) en su artículo expone una metodología para identificar la ecuación de volumen más adecuada, basándose en los valores del coeficiente de determinación (R^2), el cuadrado medio del error (CME) y, en caso de que las variables dependientes difieran, también se consideran los valores del Índice de Furnival.

Coeficiente de determinación. Alva Abanto (2020) indica que el coeficiente de determinación representa la proporción de la variabilidad de la variable dependiente que es explicada por las variables independientes. Cuanto más cercano a uno (1) sea el valor de R^2 , mejor será el ajuste del modelo. Alvarado y Obagi (2008) señalan que se deben eliminar todas aquellas ecuaciones que presentan un R^2 inferior a 0,75.

Cuadrado medio de error (CME). Barrena et al. (s.f) mencionan que el (CME) permite estimar la varianza de los errores residuales en una regresión y se utiliza para comparar directamente ecuaciones que comparten la misma variable dependiente. El mismo autor sostiene que la ecuación más adecuada es aquella que presenta el valor más bajo de CME.

Al respecto Segura y Andrade (s.f) afirma que para seleccionar el modelo que se ajuste más a los datos se evalúa cada modelo con los siguientes mecanismos.

Coefficiente de determinación ajustado. Es una variable del coeficiente de determinación que no necesariamente aumenta una variable independiente adicional en el modelo, debido a que penaliza la inclusión de nuevas variables independientes.

Error cuadrático medio de predicción. Los modelos seleccionados por su mayor capacidad de ajuste son aquellos que expresan el menor valor en el criterio.

Lógica biológica del modelo. Se realiza un balance entre la rigurosidad estadística y la practicidad en el uso de los modelos alométricos comparando los valores estimados por cada modelo con los valores que el investigador esperaría.

2.3. Conceptos básicos

Plantación forestal. Para la FAO (2001) una plantación forestal se entiende como un bosque creado a través de la plantación o siembra durante los procesos de forestación o reforestación. Esta puede estar compuesta por especies no nativas o, en ciertos casos, por especies locales.

Especie endémica. Una especie endémica es aquella cuya distribución natural se encuentra limitada exclusivamente a una región geográfica determinada y no se presenta de manera silvestre en ningún otro lugar del mundo. Estas especies son particularmente sensibles a las perturbaciones ambientales, ya que cualquier alteración en su hábitat puede comprometer seriamente su supervivencia (Venegas, 2016).

Especie nativa. Una especie nativa es aquella que ha surgido y se ha desarrollado de forma natural dentro de un ecosistema o región determinada, sin influencia del ser humano. Estas especies contribuyen al equilibrio ecológico del entorno en el que habitan, ya que están

adaptadas a las condiciones ambientales, relaciones biológicas y procesos evolutivos propios del lugar (MINAM, 2014).

Especie forestal. Una especie forestal comprende aquellos árboles y arbustos que habitan en los bosques y que destacan por su importancia ecológica, económica o social. Estas especies son empleadas en actividades como la obtención de madera, la preservación del suelo, la protección de fuentes hídricas, la absorción de dióxido de carbono y la rehabilitación de ecosistemas degradados (González y Pérez, 2018).

Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (BTES). Los BTES son ecosistemas compuestos principalmente por árboles, en su mayoría caducifolios durante la estación seca. Como resultado, los procesos ecológicos presentan una estacionalidad moderada y la productividad primaria neta es inferior a la de los bosques húmedos, ya que esta se concentra únicamente en la temporada de lluvias. Además, estos bosques son de menor altura y área basal en comparación con los bosques tropicales húmedos. Se desarrollan en suelos relativamente fértiles, en zonas donde la precipitación anual es inferior a 1600 mm y donde la estación seca está claramente marcada, con una duración mínima de 5 a 6 meses al año (Marcelo- Peña, 2008).

Factor de forma. De acuerdo a la teoría de García et al. (s.f) se entiende como la relación entre el volumen real del tronco y el volumen de un modelo de referencia, al que se le asigna la letra f.

Regresión. El propósito de un modelo de regresión es intentar describir la relación entre una variable dependiente (o variable de respuesta) Y y un grupo de variables independientes (o explicativas) X_1, \dots, X_n . (USC, 2012).

Regresión lineal. Tiene como propósito explicar la relación que existe entre la variable respuesta Y y una única variable explicativa X (USC, 2012).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación de la investigación

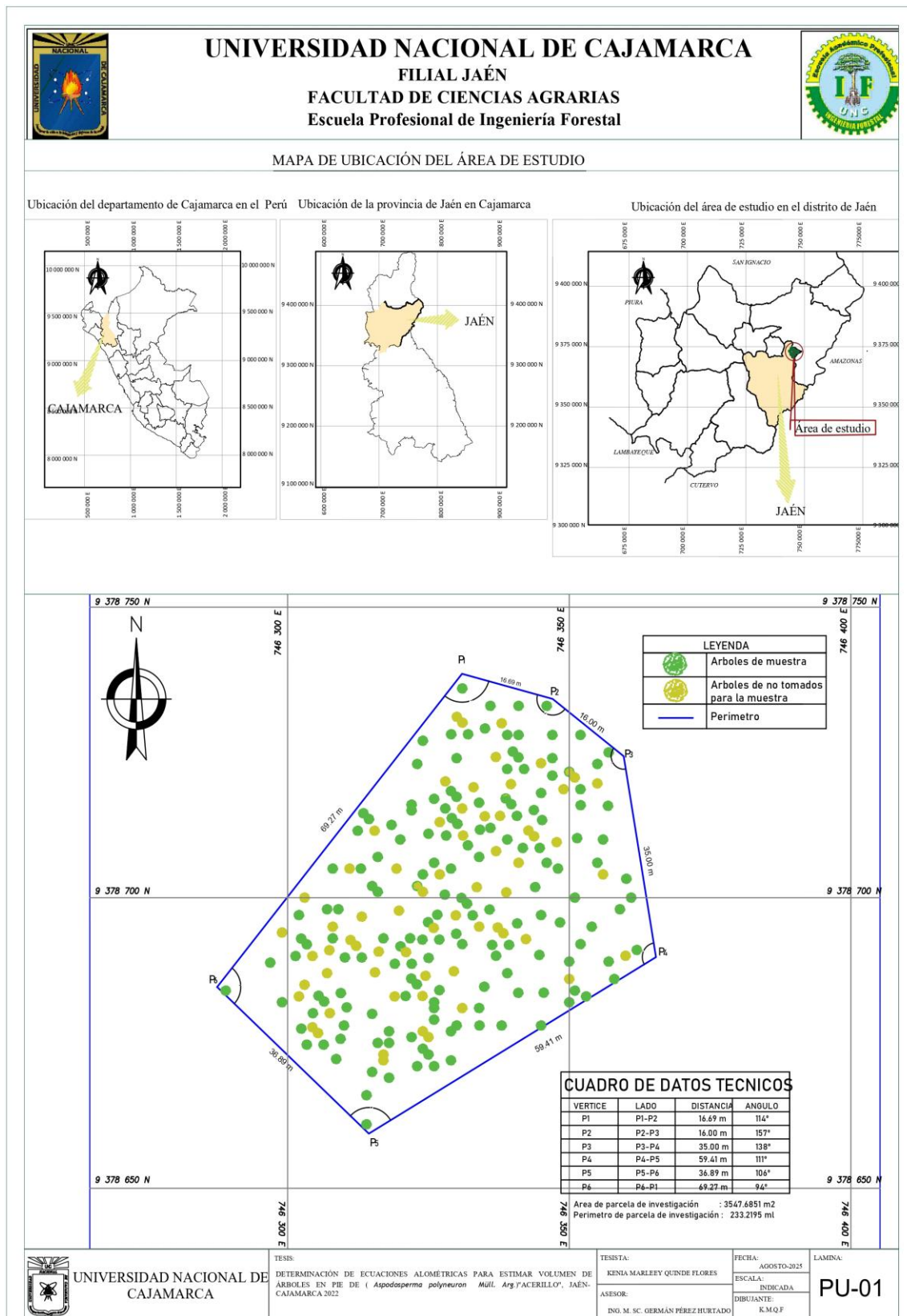
La investigación se desarrolló en un bosque secundario tipo manchal de *Aspidosperma Polyneuron* “acerillo” en el sector Uña de Gato, como se puede ver en la figura 7, ubicado en el distrito y provincia de Jaén, región Cajamarca.

Características de la zona de estudio

El trabajo de campo se realizó en el sector uña de gato en un bosque secundario de tipo manchal, ubicado a una altitud de 800 m s. n. m. a 30 minutos de la ciudad de Jaén el área de la parcela fue de 3,547 m^2 , con coordenadas UTM 17S 746331 m Este y 9378701 m Norte. Propiedad del Sr. Delgado. La ruta de acceso es siguiendo la carretera asfaltada Jaén - San Ignacio, rumbo al norte, hasta el km 32,5; para luego tomar un desvío de trocha carrozable con un recorrido de 1km.

Figura 8

Mapa de ubicación del área de estudio



3.2. Materiales

Material biológico. Árboles de acerillo "*Aspidosperma polyneuron*" mayores o iguales a 10cm de DAP.

Materiales. Libreta de apuntes, formato de la ficha de recolección de datos, lápiz, lapicero, paja rafia, pintura spray roja, cinta métrica.

Herramientas. Wincha de metal de 5 m.

Equipos. Global Positioning System (GPS) Garmin GPSMAP 64sx, cámara fotográfica, dendrómetro láser Leica Disto™ D810.

3.3. Metodología

3.3.1. Registro de datos en campo

Con ayuda de paja rafia se delimitó el área y perímetro del trabajo. Luego se procedió a la georreferenciación de cada uno de los árboles de estudio seleccionados para la investigación, para lo cual se usó un Global Positioning System (GPS) Garmin GPSMAP 64sx con el cual se obtuvo las coordenadas UTM este y norte de cada árbol y un spray de color rojo para su codificación. Del cual se obtuvo la población total del área de estudio.

3.3.2. Selección de las zonas de muestreo.

La población para esta investigación estuvo conformada por árboles en pie de acerillo *Aspidosperma polyneuron*, de un bosque secundario tipo manchal en el sector uña de gato en la provincia de Jaén. En la cual se obtuvieron 226 árboles (Anexo 5).

Posteriormente se seleccionaron todos los árboles que presentaban un diámetro a la altura del pecho (DAP) igual o superior a 10 cm y todos los árboles que presentaron un fuste recto. La determinación de la muestra se realizó mediante un muestreo probabilístico, utilizando la fórmula correspondiente a poblaciones finitas.

Fórmula de universo finito

$$n = \frac{z^2 * N * S^2}{z^2 * S^2 + (N-1)e^2} \dots\dots\dots(1)$$

Para determinar la varianza o desviación estándar se realizó mediante un muestreo exploratorio de 30 árboles

Se selecciono al azar el volumen de 30 árboles

(0,03+0,06+0,24+0,11+0,05+0,13+0,11+0,10+0,08+0,14+0,09+0,08+0,04+0,18+0,09+0,14+0,12+0,16+0,15+0,11+0,17+0,14+0,14+0,11+0,06+0,04+0,15+0,10+0,10+0,10)

$$\Sigma = 3,32$$

$$\bar{x} = 3,32/30 = 0,111$$

$$(x_i - \bar{x})^2 = 0,061$$

$$n = 30$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \dots\dots\dots(2)$$

$$S = \sqrt{\frac{0,061}{29}}$$

$$S = 0,05$$

$$n = \frac{z^2 * N * S^2}{z^2 * S^2 + (N-1)e^2} \dots\dots\dots(1)$$

Donde: N= Población (226), n= muestra, S= Desviación estándar (0,05), z= nivel de confianza (2,57), e= error muestral (0,01)

Reemplazamos:

$$n = \frac{2,57^2 * 226 * 0,05^2}{2,57 * 0,05^2 + (225)0,01^2}$$

$$n = 95,66$$

Como resultado de la ecuación de poblaciones finitas, n(muestra)= 95,66.

Por lo cual se redondea el valor de 95,66 y se consideran 96 árboles como muestra para la investigación. Sin embargo, la disponibilidad de inventariar más árboles y con el objetivo de mejorar los datos estadísticos se decidió trabajar con 143 árboles (Anexo 6).

3.3.3. Identificación, taxonomía y caracterización del acerillo

La identificación taxonómica se realizó mediante el uso de la muestra, mediante la utilización de claves taxonómicas, aplicando el sistema APG IV (2016) (Anexo 3).

3.3.4. Medición de parámetros dasométricos

Se calculó y obtuvo una muestra de estudio para la posterior medición de los parámetros dasométricos, seleccionando árboles con un DAP mayor o igual a 10 cm y de fuste recto. Los parámetros considerados en esta investigación fueron (altura fustal y altura total). Para la medición de ambas alturas se utilizó un dendrómetro láser Leica Disto™ D810. En cuanto a la medición de los diámetros, se empleó una cinta métrica.

3.3.5. Cubicación de árboles en pie utilizando métodos convencionales

En el Microsoft Excel cada árbol de los 143 fue calculado para determinar el volumen, para ello se empleó la fórmula de Smalian.

$$V = DAP^2 * Hf * fm * \frac{\pi}{4}$$

Donde: V = volumen (m³), DAP = diámetro de altura sobre pecho (m), Hf= altura fustal, ff= factor de forma (m).

Considerando lo señalado por SEFOR (2019) el factor de forma es de 0,65.

3.3.6. *Elaboración de ecuaciones alométricas para estimar volumen*

Con ayuda del programa Microsoft Excel se procesó los datos usando las ecuaciones alométricas propuestas para estimar volumen, las que se presentan en la tabla 2, las cuales fueron desarrolladas en investigaciones similares.

Tabla 2

Ecuaciones alométricas

Nº	Ecuación
1	$V=b_0 + b_1dap$
2	$V=b_0 + b_1dap^h$
3	$V=b_0 + b_1dap^2$
4	$V=b_0 + b_1dap^2 h$
5	$V=b_0 + b_1h$

Nota. Las ecuaciones seleccionadas para la investigación son de tipo lineal. Fuente: Bautista (2000), Ruiz (2007).

3.3.7. *Análisis estadístico de la precisión de ecuaciones alométricas elaboradas*

Las ecuaciones elegidas fueron analizadas mediante el procedimiento de regresión lineal basado en el método de los mínimos cuadrados en un software estadístico. El análisis de resultados y el criterio para la selección de ecuaciones fue el propuesto por Barrena et al. (s.f) quienes indican que la selección de ecuaciones alométricas debe basarse en el Coeficiente de determinación (R²) que indica que las ecuaciones serán las mejores mediante el cual se

selecciona las ecuaciones con un valor mayor a 0,75 de acuerdo a la teoría de Alvarado y Obagi (2008) y los valores del cuadro medio del error (CME) que presentan menor valor a 0,01 teniendo en cuenta el error muestral.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados

4.1.1. Cubicación de árboles en pie utilizando métodos convencionales

Los volúmenes fueron calculados utilizando la fórmula de Smalian. A partir del uso de datos procesados en Microsoft Excel.

$$V = DAP^2 * Hf * fm * \frac{\pi}{4}$$

Donde:

V = volumen (m³)

DAP = diámetro de altura sobre pecho (m)

Hf= altura fustal

fm = factor de forma (m) =0,65

Después de haber procesado los datos a través de la fórmula de Smalian, se obtuvo un volumen total de 16,50 m³ de madera para 143 árboles en pie medidos de *Aspidosperma polyneuron* “acerillo” en la zona de estudio (Anexo 7).

4.1.2. Elaboración de ecuaciones alométricas para estimar volumen

Se seleccionó 5 modelos analizados mediante el procedimiento de regresión lineal basado en el método de los mínimos cuadrados en el programa Microsoft Excel. Donde se procesó cada ecuación como se observa en la tabla 3 para estimar el volumen estimado de los árboles, así como también su residuo, de cada uno de ellos.

Tabla 3*Ecuaciones propuestas/ Ecuaciones procesadas*

Nº	Ecuaciones propuestas	Ecuaciones procesadas
1	$V=b_0 + b_1dap$	$V=- 0,094594 + 0,852953*dap$
2	$V=b_0 + b_1daph$	$V=- 0,038768+ 0,175519daph$
3	$V=b_0 + b_1dap^2$	$V=0,003513+ 1,762497dap^2$
4	$V=b_0 + b_1dap^2 h$	$V=0,000000+0,510510* dap^2 h$
5	$V=b_0 + b_1h$	$V= 0,005449 + 0,030790 h$

Nota. Las ecuaciones procesadas sirvieron para estimar el volumen de la cada uno de los árboles a partir del valor de las variables independientes

Los resultados fueron organizados en tablas (Anexos 8, 9, 10, 11, 12) los cuales muestran el valor de cada una de las variables independientes. Obteniendo en las 5 ecuaciones alométricas propuestas, la sumatoria total los 143 árboles un volumen estimado de 16,50 m³ calculado por métodos convencionales, no teniendo error significativo en las ecuaciones propuestas. Sin embargo, en la evaluación individual de cada uno de los árboles si existe diferencia en los resultados.

4.1.3. Análisis estadístico de la precisión de ecuaciones alométricas elaboradas

Coeficiente de determinación (R²)

Las ecuaciones alométricas 2 y 4 presentaron mayor confiabilidad con respecto a los datos observados en comparación con los demás modelos evaluados, la ecuación 2 (R²) = 0,88, la ecuación 4 tuvo como resultado un (R²) = 1, siendo aceptadas ambas ecuaciones como se observa en la tabla 4. Este valor es considerado aceptable según la teoría propuesta por Alvarado y Obagi (2008) quienes indican que las ecuaciones deben presentar un R² mayor a 0,75 para ser aceptadas. Los modelos correspondientes fueron: $V=-0,038768+ 0,175519daph$

y $V=0.000000+0.510510*dap^2$ h, los cuales incluyen una mayor cantidad de variables independientes Barrena et al (s.f) explican que es lógico que el R^2 aumente al incorporar más variables independientes, ya que la variabilidad de la variable dependiente se explica en mayor medida. Sin embargo, esto no implica necesariamente que la estimación de dicha variable sea más precisa. Sin embargo, las ecuaciones 1, 3, 5 presentan un coeficiente de determinación (R^2) menor a 0,75, siendo rechazadas.

Tabla 4

Coeficiente de determinación (R^2)

Nº	Modelos	R^2	Condición
1	$V=-0,094594 + 0,852953*dap$	0,66	Rechazado
2	$V=-0,038768+ 0,175519daph$	0,88	Aceptado
3	$V=0,003513+ 1,762497dap^2$	0,67	Rechazado
4	$V=0,000000+0,510510*dap^2$ h	1	Aceptado
5	$V= 0,005449 + 0,030790$ h	0,27	Rechazado

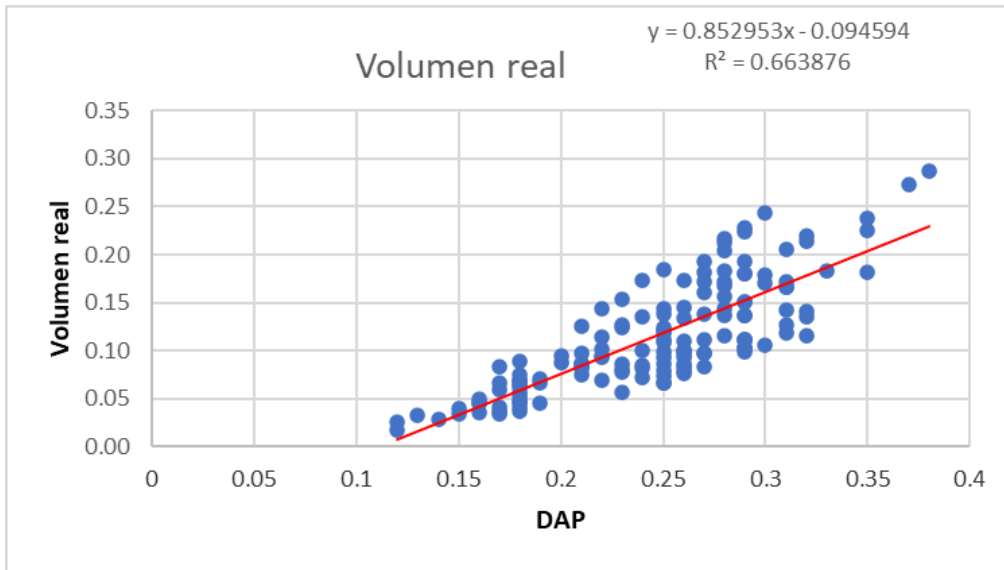
Nota. En la tabla 4 se observa que solo 2 ecuaciones fueron aceptadas, teniendo en cuenta su coeficiente de determinación.

En tal sentido la hipótesis “el modelo alométrico que mejor estima el volumen de árboles en pie del acerillo (*Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.), es de tipo lineal simple, solo 2 modelos aceptan la hipótesis planteada y los otros tres modelos alométricos rechazan la hipótesis.

En las figuras 9, 10, 11, 12 y 13, el eje Y, muestra los valores de la variable dependiente (volumen real) y en el eje X se muestra los valores de las variables independientes (dap, daph, dap^2 , dap^2h , h) respectivamente, siendo h igual a altura fustal. En donde las ecuaciones más próximas a 1 en su coeficiente de determinación (R^2), serán las de mayor confiabilidad.

Figura 9

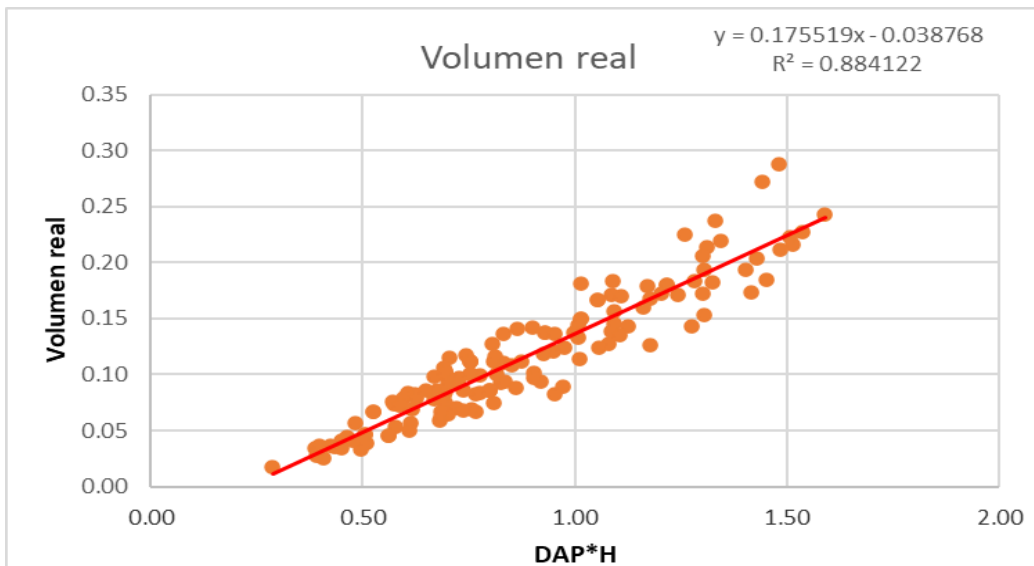
Regresión de Volumen real por dap



Nota. En la figura se muestra el 66 % de la variabilidad del volumen real puede ser explicada por la variable independiente (DAP).

Figura 10

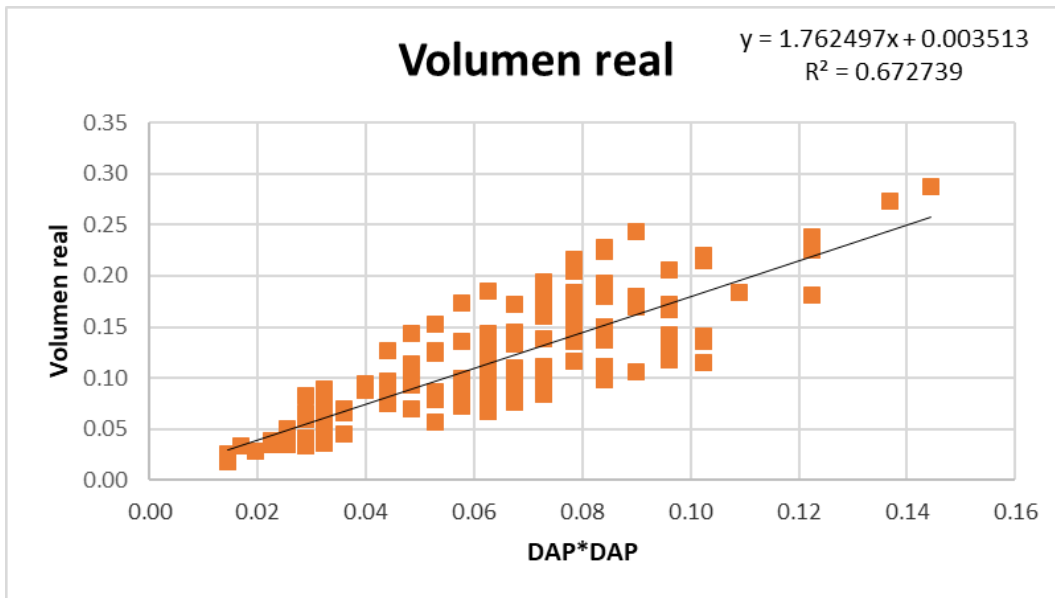
*Regresión de Volumen real por dap*h*



Nota. En la figura muestra el 88 % de la variabilidad del volumen real puede ser explicada por las variables independientes (DAP*h).

Figura 11

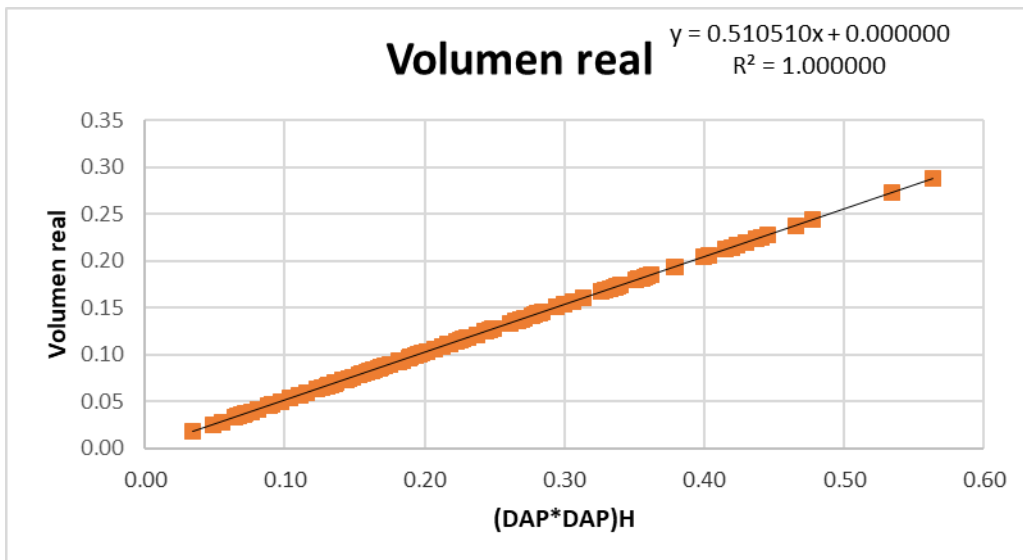
Regresión de Volumen real por dap^2



Nota. En la figura el 67 % de la variabilidad del volumen real puede ser explicada por la variable independiente (DAP^2).

Figura 12

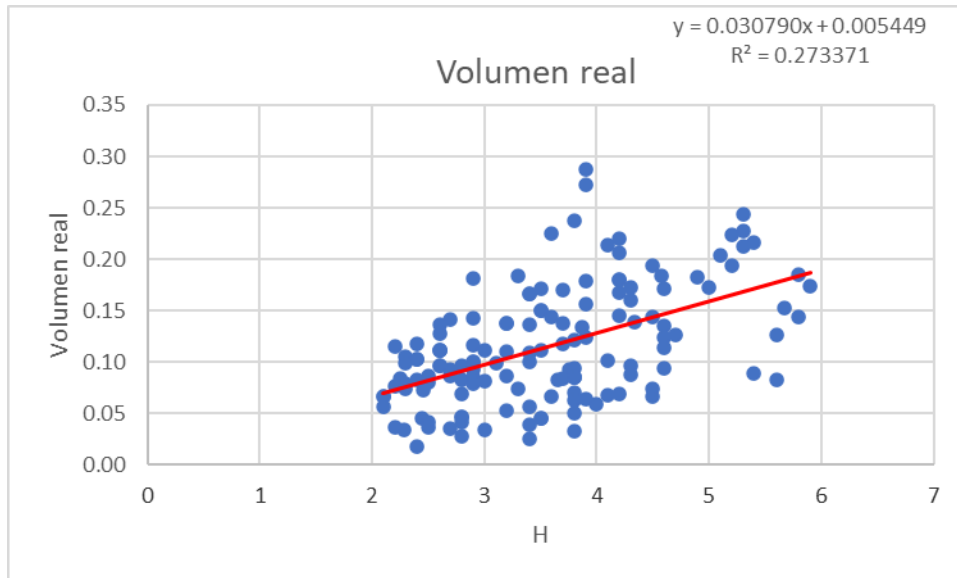
Regresión de Volumen real por dap^2h



Nota. En la figura el 100 % de la variabilidad del volumen real puede ser explicada por las variables independientes (DAP^2h).

Figura 13

Regresión de Volumen real por h



Nota. En la figura el 27,3 % de la variabilidad del volumen real puede ser explicada por la variable independiente altura fustal (h)

Cuadro medio de error (CME)

Teniendo en cuenta el error muestral de 0,01, todas las ecuaciones propuestas presentan un CME inferior a dicho valor, por lo tanto, todas son aceptadas según el criterio del CME como se observa en la tabla 5. En los anexos (13, 14, 15, 16, 17) se presenta la regresión de los modelos 1, 2, 3, 4, 5 respectivamente mostrando las estadísticas de regresión y análisis de varianza en cada modelo.

Tabla 5*Cuadro medio de error (CME)*

N°	Modelos	CME	Condición
01	$V = -0,094594 + 0,852953 \cdot \text{dap}$	0,001	Aceptado
02	$V = -0,038768 + 0,175519 \text{dap} \cdot h$	0,000	Aceptado
03	$V = 0,003513 + 1,762497 \text{dap}^2$	0,001	Aceptado
04	$V = 0,000000 + 0,510510 \cdot \text{dap}^2 \cdot h$	0,000	Aceptado
05	$V = 0,005449 + 0,030790 \cdot h$	0,002	Aceptado

Nota. Todas las ecuaciones presentan un valor menos a <0.01 , siendo todas aceptadas.

4.2. Discusión

En el presente trabajo se analizaron 5 ecuaciones alométricas de tipo lineal para estimar el volumen, comparándolas con el volumen obtenido a partir de la fórmula de Smalian en donde se obtuvo como resultado $16,50 \text{ m}^3$ para los 143 árboles en pie de *Aspidosperma polyneuron*. Las ecuaciones propuestas presentaron la misma cantidad de volumen $16,50$. Asimismo, estudios nacionales como el de Tinoco Zamora (2019) en *Cordia alliodora* corroboran que la cubicación convencional permite obtener volúmenes estadísticamente similares a los calculados con modelos volumétricos ajustados, alcanzando coeficientes de determinación superiores al 99 %. En el presente estudio, la cercanía entre el volumen convencional y los valores estimados con modelos alométricos evidencia la validez de la cubicación tradicional como línea base de referencia.

Para esta investigación los cinco modelos de regresión lineal, de los cuales dos resultaron estadísticamente aceptables al presentar $R^2 > 0,75$, la ecuación 4 tuvo como resultado $R^2 = 1$ este modelo explica el 100 % de la variación en la variable dependiente (Volumen real) a partir de las variables independientes ($\text{dap}^2 \cdot h$). Es decir, todos los puntos de los datos caen exactamente sobre la línea de regresión. Ambos modelos incluyeron más de una variable

independiente (DAP y altura), lo cual incrementó la explicación de la variabilidad del volumen. En los resultados obtenidos respecto al CME todas presentan un valor menor a 0,01 siendo las 5 ecuaciones propuestas aceptadas, considerando que todas las ecuaciones propuestas se obtuvo el mismo volumen que aplicando métodos convencionales y el CME, en campo se recomienda aplicar las ecuaciones $V = -0,094594 + 0,852953 \cdot \text{dap}$ y $V = 0,003513 + 1,762497 \text{dap}^2$ por presentar variables de fácil medición. Sin embargo Benavides et al. (2021) hallaron que en *Cedrela odorata* el DAP fue suficiente para explicar con alta confiabilidad ($R^2 = 0,978$) la biomasa y el carbono, mientras que Saénz et al. (2021) evidenciaron que el modelo potencial superó al lineal en especies como *Tectona grandis* ($R^2 = 0,952$). Estas diferencias sugieren que la precisión de los modelos depende tanto de la especie como de las variables incluidas.

En el caso de Vásquez (2018), para estimar biomasa de *Cordia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken en plantaciones agroforestales de café, se emplearon ecuaciones alométricas centradas en la estimación de biomasa fustal, con análisis basados en el coeficiente de determinación (R^2), donde todas las ecuaciones obtuvieron valores superiores al 70%. Este resultado indica un nivel aceptable de confiabilidad y replicabilidad, aunque sin alcanzar un ajuste perfecto. Además, se utilizó un método semidestructivo para la toma de muestras, y el modelo volumétrico se apoyó en la función Taper con el modelo de Kozak et al. (1969), lo que refleja un enfoque más complejo y detallado para estimar el volumen como variable intermedia para el cálculo de biomasa. Un punto en común en ambos estudios es la inclusión de múltiples variables independientes, principalmente DAP y altura, lo que mejora significativamente la capacidad explicativa de los modelos. Esta estrategia de modelado multivariable permite capturar mejor la variabilidad natural del volumen o biomasa en árboles de la misma especie. De acuerdo con Barrena et al. (s.f.), la inclusión de múltiples variables tiende a mejorar el ajuste de los modelos, aunque no siempre garantiza mayor precisión

De manera similar, Jiménez Montenegro (2024) en su investigación para estimar carbono almacenado en plantaciones de *Cordia alliodora*, *Pinus tecunumanii*, *Eucalyptus saligna* y *Cedrela odorata* en donde realizó un inventario forestal al 100 % concluyó que la combinación de diámetro y altura explica con alta confiabilidad la biomasa en especies como *Cedrela odorata* y *Pinus tecunumanii* ($R^2 > 0,91$). En este sentido, el presente trabajo reafirma que las ecuaciones alométricas multivariantes son más precisas que las de una sola variable, aunque se debe considerar la factibilidad de su aplicación en campo.

Un aspecto relevante de este estudio es que, a diferencia de los antecedentes revisados, no se encontraron investigaciones previas que desarrollen ecuaciones alométricas específicamente para estimar volumen de árboles en pie de *Aspidosperma polyneuron*. La mayoría de estudios analizados (Tinoco Zamora, 2019; Benavides et al., 2021; Vásquez, 2018; Jiménez Montenegro, 2024) emplearon modelos alométricos con fines de estimación de biomasa aérea y captura de carbono, recurriendo al método destructivo (tala de individuos) o semidestructivo (uso de barrenos de Pressler). En ese contexto, el presente trabajo representa un aporte metodológico al plantear ecuaciones que permiten estimar el volumen comercial sin necesidad de derribar los árboles, lo cual favorece la conservación y el aprovechamiento sostenible de la especie.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se cubico el volumen en árboles en pie de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg utilizando métodos convencionales obteniendo un volumen total de 16,50 m³ de madera en árboles en pie de *Aspidosperma polyneuron* en el área evaluada. Este valor representó la cantidad de madera disponible y constituye una base útil para futuras iniciativas de manejo forestal y conservación.

Las 5 ecuaciones alométricas propuestas para estimar el volumen de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg, se obtuvo el mismo volumen maderable de 16,50 m³; Sin embargo, el volumen de los árboles de manera individual presenta diferencias entre las ecuaciones propuestas y la ecuación de Smalian.

Estadísticamente se determinó que la precisión de las ecuaciones alométricas utilizadas, las ecuaciones $V = -0,038768 + 0,175519daph$ y $V = 0,000000 + 0,510510 * dap^2h$ presentaron un coeficiente de determinación (R^2) $>0,75$, mostrando una mayor precisión con estas 2 ecuaciones. Sin embargo, todas las ecuaciones fueron aceptadas en el CME teniendo un valor $<0,01$ que es el error muestral, de las cuales se considera las ecuaciones $V = -0,094594 + 0,852953 * dap$ y $V = 0,003513 + 1,762497dap^2$ por presentar variables de fácil medición aplicadas en campo.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda a los estudiantes y profesionales utilizar estas ecuaciones alométricas validadas en estudios futuros y planes de manejo forestal $V = -0,094594 + 0,852953 \cdot \text{dap}$ y $V = 0,003513 + 1,762497 \text{dap}^2$, dado que presentan variables de fácil medición (DAP) y un CME aceptado. Además, que se obtuvieron los mismos resultados obtenidos en volumen comparando con el volumen obtenido mediante métodos convencionales, lo que refuerza el uso de estas ecuaciones en campo para estimar volumen de *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.

Se recomienda a los investigadores ampliar la base de datos para mejorar la precisión de las ecuaciones alométricas, por ende, aumentar el tamaño y la diversidad de la muestra (incluyendo árboles de distintos tamaños y condiciones de sitio) con el fin de refinar las ecuaciones alométricas y asegurar una mayor representatividad para su aplicación en otras zonas del distrito de Jaén y regiones cercanas.

Se recomienda a los ingenieros y técnicos evaluar la aplicabilidad de las ecuaciones en especies maderables y zonas ecológicas para realizar estudios similares en diferentes condiciones ecológicas (suelo, altitud, clima) para validar o ajustar las ecuaciones alométricas generadas y ampliar su rango de aplicación a nivel regional o nacional.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldana, E. (2008). Medición Forestal: Texto para la carrera de Ingeniería Forestal. 326.
http://www.ipcinfo.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/MedF%2520Medici%25c3%25b3n%2520Forestal.pdf
- Alva Abanto, H. (2020). *Estimación de la biomasa aérea de cuatro especies forestales en Manchay, Pachacamac - Lima, a partir de un método no destructivo*. Tesis de maestría, Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima.
<https://es.scribd.com/document/722527085/Alva-Abanto-Hector-WORD?v=0.413>
- Alvarado, J. y Obagi, J. (2008). *Inferencia Estadística*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Angiosperm Phylogeny Group (APG). (2016). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/boj.12385>
- Arenas Rubio, I. (2019). *Evaluación de especies perennes para uso potencial en sistemas agroforestales en el Caribe colombiano*. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9113/Evaluacion_de_especies_perennes.pdf?sequence=1
- Barrena, V., Dance, J. y Saénz, D. (s.f). Metodología para la selección de ecuaciones de volumen. *Revista Forestal del Perú*, v.13(2):1-10

- Baselly Villanueva, J. R. (2019). *“Estimación del volumen comercial de cinchona officinalis l. (quina) en el bosque de protección de Pagaibamba, distrito de Querocoto, Chota”*. Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca.
- Bautista, C. (2000). *Estimación el volumen de un rodal cultivado usando índices de forma*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Benavides Solorio, J., Torres García, O., Flores Garnica, J. G., Acosta Míreles, M. y Rueda Sánchez, A. (2021). *Ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono aéreos de Cedrela odorata L. en plantaciones forestales*. 12(65).
<https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i65.791>
- Camacho Calvo, M. (2000). *Parcelas permanentes de muestreo en bosque natural tropical: Guía para el establecimiento y medición*. CATIE.
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/3290/Parcelas_permanentes_de_muestreo.pdf?sequence=1&isAllowed
- Cárdenas L, D., y R. Salinas, N. (2007). Libro rojo de plantas de Colombia. *Especies maderables amenazadas*.
https://sinchi.org.co/files/publicaciones/publicaciones/pdf/LR_MADERABLES.pdf
- Carvalho. (1994). *Distribución de la especie Aspidosperma polyneuron*.
<https://www.car.gov.co/uploads/files/606356cc1f9bb.pdf>
- Criollo Escobar, H., Muñoz Belalcázar, J., y Lagos Burbano, T. C. (2020). *Modelos alométricos para biomasa y carbono de Albizia carbonaria durante la fase de crecimiento vegetativo*.

DFM Directorio Forestal Maderero. (28 de Octubre de 2016). Tabla de densidad de maderas.

Forestal maderero.

FAO. (2001). Situaciones de los bosques del mundo.

<http://www.fao.org/docrep/003/y0900s/y0900s00.htm>

Galván, O., Rosado, E. y Riberos, L. (2011). *Guía de Prácticas de inventarios forestales:*

Dendrometría y Epidometría. Facultad de Ingeniería y Ciencias Ambientales.

<https://es.scribd.com/document/335540256/1-Guia-Practicas-Dendrometria-15may11>

García Espinoza, G. G., García Magaña, J. J., Hernández Ramos, J., Muñoz Flores, H. J.,

García Cuevas, X. y Hernández Ramos, A. (s.f.). *Precisión de los coeficientes y*

cocientes de forma en la estimación de volumen de Pinus montexumae Lamb. Revista

Mexicana de Ciencias Forestales. [https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v7n35/2007-](https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v7n35/2007-1132-remcf-7-35-00019-en.pdf)

[1132-remcf-7-35-00019-en.pdf](https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v7n35/2007-1132-remcf-7-35-00019-en.pdf)

González, J. y Pérez, M. (2018). *Diversidad y manejo de especies forestales en ecosistemas*

tropicales. Revista de Ciencias Forestales.

Gutiérrez Rodríguez, E., Moreno Orjuela, R. D. y Villota Echeverry, N. (2013). *Guía de*

cubicación de madera (Vol. 1). Colombia.

[https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2020-](https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2020-04/07.%20GUIA%20DE%20CUBICACION%20DE%20MADERA.pdf)

[04/07.%20GUIA%20DE%20CUBICACION%20DE%20MADERA.pdf](https://www.cvc.gov.co/sites/default/files/2020-04/07.%20GUIA%20DE%20CUBICACION%20DE%20MADERA.pdf)

Herrera Vásquez, J. W. (2022). *Ecuaciones alométricas para estimar biomasa aérea y*

carbono en Polylepis racemosa en un bosque relicto ubicado en la comunidad de

Bella Andina, Chota, Cajamarca en un bosque relicto ubicado en la comunidad de

Bella Andina, Chota, Cajamarca. Universidad Nacional Autónoma de Chota.

- Husch, B., Beers, T. y Keshaw, J. (2003). *Forest mensuration*. New York United States.
- Imaña-Encinas, J. (2011). *Mensura Dasométrica*. Universidad de Brasilia , Brasilia.
http://www.rlbea.unb.br/jspui/bitstream/10482/15807/3/LIVRO_MensuraDasom%C3%A9trica.pdf
- Jauregui Valarezo, K. F. (2016). *Ecuaciones alométricas para estimar volumen y biomasa aérea de Enterolobium cyclocarpum y Ceiba pentandra en la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, Honduras*.
- Jiménez Montenegro, J. D. (2024). "*Estimación de carbono almacenado en plantaciones de Cordia alliodora, Pinus tecunumanii, Eucalyptus saligna y Cedrela odorata del proyecto "Microcuenca San Miguel De Las Naranjas" – Jaén*". Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Cajamarca.
- Juárez. (2014). *Dasometria: Apuntes de Clase y Guía de Actividades Prácticas*. 103.
- Leica Geosystems. (2025). *Leica Geosystems*. (D. I. DISTO, Productor) <https://shop.leica-geosystems.com/es/es-ES/measurement-tools/disto/disto-application>
- Marcelo- Peña, J. L. (2008). *Vegetación leñosa, endemismos y estado de conservación en los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú*. *Rev. Peru. Biol.* , 43-42 .
<http://sisbib.unmsm.edu.pe/BVRevistas/biologia/biologiaNEW.htm>
- Marcelo-Peña, J. L., Pennington, R. T., Reynel, C. y Zeballos, P. (2010). *Guía ilustrada de la flora leñosa de los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú*. Royal Botanic Garden Edinburg.
https://www.researchgate.net/publication/256281711_Guía_ilustrada_de_la_flora_leñosa_de_los_bosques_estacionalmente_secos_de_jaen_peru.

Ministerio del Ambiente - MINAM. (2014). *Estrategia Nacional de Diversidad Biológica al 2021 y su Plan de Acción*.

Mírez Rubio, Y. (2021). *Estimación de biomasa y contenido de carbono en Pinus patula de diferentes edades en la jalca del distrito de Chalamarca, Chota –Cajamarca*. .

Universidad Nacional Autónoma de Chota.

<https://repositorio.unach.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7ac5aeab-65b0-4c23-b4a0-460c37cf1845/conten>

Ordoñez, Y., Andrade, H., Quirós, D. y Venegas, G. (2012). *Dasometría y cubicación de la madera. Centro Agronómico Tropical de Investigaciones y Enseñanza (CATIE), 2012*.

<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/3512>

Oyos Proaño, E. A. (2019). *Construcción de modelos alométricos para estimación de contenido de carbono en plantaciones de nogal (Junglas neotropical) con y sin asociado de café (Coffea sp), cantón pimampiro*. Universidad Técnica del Norte.

Pinedo Morales, G. I. (2000). Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)*, 12.

Ramahlo, 2004. Su hábitat, sus usos diversos de la especie *Aspidosperma polyneuron*.

https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/1709/T016_44240541_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ruiz, E. (2007). *Elaboración de una ecuación de volumen para un bosque de terrazas alta en el Codo del Pozuzo, Puerto Inca, Huánuco*. .

Saénez Reyes, J. T., Rueda Sánchez , A., Benavides Solorio, J., Muñoz Flores , H. J., Castillo Quiroz, D. y Saénez Ceja, J. E. (Junio de 2021). Ecuaciones alométricas, biomasa y carbono en plantaciones forestales tropicales en la costa de Jalisco. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v12i65.856>

Segura, M. y J. Andrade, H. (s.f). *¿Como construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes?*
https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6935/Como_construir_modelos_alometricos.pdf?sequence=1&isAllowed

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). (2019). *¿Como se realiza el despacho, transporte y comercialización de madera?*
<https://repositorio.serfor.gob.pe/bitstream/SERFOR/723/5/SERFOR%202019%20MFC%20GUIA%2004%20-2019.pdf>

Silva - García , J. E., Aguirre- Calderon, O. A., Alanis- Rodríguez, E, y Gonzales- Tagle, M. A. (2018). *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*.
<https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i50.261>

Snook, L., Quevedo, L., Bosolo, M., Sabogal, C y Medina, R. 2007. Avances y limitaciones en la adopción del manejo forestal sostenible en Bolivia. *Revista Recursos Naturales y Ambiente* 49-50: 68-80.

Tinoco Zamora, J. A. (2019). *ecuaciones volumétricas para estimar la producción de cordia alliodora (ruiz y pavón) oken en plantaciones agroforestales de café del Centro Poblado San Miguel De Las Naranjas, Jaén – Cajamarca*. Tesis para optar el título de Ingeniero Forestal, Universidad Nacional de Cajamarca.

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales (UICN).

(2024). Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN. <https://www.iucnredlist.org>

Universidad de Santiago de compostela (USC). (2012). *Regresión lineal simple*.

Departamento de estadística e investigación operativa.

Vásquez Hernández, M. (2018). *Ecuaciones alométricas para estimar la biomasa del fuste de*

Cordia alliodora (Ruíz y Pavón) Oken En plantaciones agroforestales de café del

centro poblado San Miguel de las Naranjas, distrito y provincia de Jaén –

Cajamarca. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca.

<http://hdl.handle.net/20.500.14074/2608>

Venegas, C. (2016). Diversidad biológica y conservación.


CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Problema de investigación	Objetivos	Variable	Indicador	Hipótesis	TIPO DISEÑO	Y
¿Cómo son las ecuaciones alométricas que estima mejor el volumen de árboles en pie de (<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.) “acerillo” Jaén - Cajamarca?	Objetivo general:				Tipo: Descriptiva Diseño: No Experimental. Muestra: La muestra empleada para esta investigación estará conformada por 143 árboles en pie la cual se obtuvieron de manera probabilística Población: La población para esta investigación está conformada por 226 árboles en pie de acerillo (<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.) de un bosque secundario tipo manchal en el sector uña de gato en la provincia de Jaén.	
	Determinar las ecuaciones alométricas para estimar el volumen de árboles en pie de (<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.) Jaén-Cajamarca					
	Objetivos específicos					
	Cubicar el volumen de árboles en pie de (<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.) utilizando métodos convencionales	Volumen de madera de acerillo m ³ (<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.)	Volumen de madera (m ³)	El modelo alométrico que mejor estima el volumen de árboles en pie de (<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.) “acerillo”, es de tipo lineal simple.		
	Elaborar ecuaciones alométricas para estimar el volumen de (<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.)					
	Analizar estadísticamente la precisión de ecuaciones alométricas utilizadas					

Anexo 2. Instrumento de validación

Título de la investigación	DETERMINACIÓN DE ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR VOLUMEN DE ÁRBOLES EN PIE DE (<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.) “ACERILLO”, JAÉN – CAJAMARCA 2022			
Tesista	Kenia Marleey Quinde Flores			
Línea de investigación	Mensura forestal			
Apellidos y nombres del experto	Ing. M. Sc. Becerra Montalvo, Vitoly			
El instrumento de medición pertenece a la variable		Volumen		
Mediante la matriz de evaluación de expertos, Ud. tiene la facultad de evaluar cada una de las preguntas marcando con una “x” en las columnas de SÍ o NO. Asimismo, le exhortamos en la corrección de los ítems, indicando sus observaciones y/o sugerencias, con la finalidad de mejorar la medición sobre la variable en estudio.				
Ítems	Preguntas	Aprecia		Observaciones
		SI	NO	
01	¿El instrumento de medición presenta el diseño adecuado?	X		
02	¿El instrumento de recolección de datos tiene relación con el título de la investigación?	X		
03	¿En el instrumento de recolección de datos se mencionan las variables de investigación?	X		
04	¿El instrumento de recolección de datos facilitará el logro de los objetivos de la investigación?	X		
05	¿El instrumento de recolección de datos se relaciona con la variable de estudio?	X		
6	¿Cada una de los ítems del instrumento de medición se relaciona con cada uno de los elementos de los indicadores?			No aplica
7	¿El diseño del instrumento de medición facilitará el análisis y procesamiento de datos?	X		
8	¿El instrumento de medición será accesible a la población sujeto de estudio?	X		
9	¿El instrumento de medición es claro, preciso y sencillo de manera que se pueda obtener los datos requeridos?	X		
<p>Sugerencias: SE RECOMIENDA APLICAR EL INSTRUMENTO DE ACUERDO A LAS INDICACIONES Y RECOMENDACIONES DEL SERFOR Y MINAM.</p>				
<p>Firma del experto:</p> <div style="text-align: right;">  <p>UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL M. Sc. Ing. Vitoly Becerra Montalvo DOCENTE</p> </div>				

Anexo 3. Constancia botánica

LEIWER FLORES FLORES
ESPECIALISTA EN DENDROLOGÍA
C.I.P. N° 56894
Cel. 918217105
Email: lflores@unc.edu.pe

LEIWER FLORES FLORES, CON REGISTRO C.I.P. N° 56894 - ESPECIALISTA EN DENDROLOGÍA

CERTIFICA:

La identificación de la muestra de un árbol con fines de investigación de tesis titulado: **“DETERMINACIÓN DE ECUACIONES ALOMÉTRICAS PARA ESTIMAR VOLUMEN DE ÁRBOLES EN PIE DE (*Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg.) “ACERILLO”, JAÉN – CAJAMARCA 2022**”, proveniente del sector uña de gato, distrito de Bellavista, provincia Jaén, solicitada por la Bach. **KENIA MARLEEY QUINDE FLORES**, exalumna de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, Universidad Nacional de Cajamarca. La muestra es conocida en la zona de estudio como **“acerillo”**, la cual fue estudiada, identificada y ordenada para grupos taxonómicos de Gimnospermae y Angiospermae, de acuerdo al Sistema de Clasificación APG IV - 2016, se presenta a continuación:

Categorías -Clados	Sistema APG IV - 2016
Reino	Plantae
División	Angiospermae L.
Clase	Equisetopsida C. Agardh
Subclase	Magnoliidae Novák ex Takht.
Superorden	Asteranae Takht.
Orden	Gentianales Juss. ex Bercht. y J. Presl
Familia	Apocynaceae Juss.
Género	<i>Aspidosperma</i> Mart. y Zucc.
Especie	<i>Aspidosperma polyneuron</i> Müll. Arg.

Jaén, 24 de abril del 2025.



Ing. M. Cs. Leiver Flores Flores
Especialista en Dendrología
C.I.P. N° 56894

Anexo 4. Ficha silvicultural

Aspidosperma polyneuron Müll. Arg.

Familia. Apocynaceae Juss

Nombre común: Acerillo, carreto, cumulá, palo rosa.

Distribución. Según Marcelo- Peña et al. (2010) la especie ha sido registrada en Amazonas y Cajamarca; con una distribución altitudinal de 380 a 2550 m s. n. m. Esta especie crece asociada con *Cordia iguaguana*, *Acacia macracantha*, *Hura crepitans*, *Sideroxylon obtusifolium*, *Triplaris cumingiana* y *Ceiba insignis*.

Usos de la especie. Marcelo-Peña et al. (2010) señala que, en la provincia de Jaén, las especies comerciales de los BTES fueron extraídas hace alrededor de cuarenta años. El *Tabebuia chrysantha* (conocido como “guayacán”) y el *Aspidosperma polyneuron* “acerillo” fueron talados principalmente para la construcción de viviendas, siendo utilizados en la fabricación de columnas, vigas, tijerales y dinteles, y más recientemente, en la industria del parquet. Se emplea en sistemas silvopastoriles y cerca de las viviendas como árbol de sombra.

Densidad. La densidad *Aspidosperma polyneuron* Müll. Arg., en madera verde 1,075 gr/m³ y madera seca 0,78 gr/m³ DFM (2016).

Frutos y semillas. Los frutos dispersan sus semillas casi inmediatamente luego de la modificación de su color verde al marrón oscuro. Sus semillas son elípticas y aladas (Marcelo-Peña et al., 2010).

Recolección y almacenamiento. La recolección se lleva a cabo directamente del árbol entre los meses de julio y agosto, utilizando equipos de seguridad como arneses, espuelas para trepar, escaleras y pértigas. Las semillas conservan su viabilidad durante seis meses si se almacenan a temperatura ambiente. Sin embargo, si se envuelven en papel de diario y se guardan dentro de

una bolsa plástica en una heladera doméstica a una temperatura de entre 6 y 8 °C, con una humedad cercana al 7%, pueden mantenerse viables hasta por 12 meses (Marcelo-Peña et al., 2010).

Germinación y manejo en vivero. El porcentaje de germinación varía entre el 40 y el 70 %, aunque según información del laboratorio de semillas de la FCF, puede alcanzar entre el 70 y el 90 %. Cuando los frutos han sido almacenados durante un período, es necesario sembrarlos primero en almácigos y luego trasplantar las plántulas a los envases definitivos. La germinación comienza entre los 12 y 15 días, se da de forma uniforme y finaliza aproximadamente a los 28 días (Carvalho, 1994).

Plantación y silvicultura de la plantación. La siembra se debe realizar en contenedores, utilizando bolsas de polietileno con un tamaño mínimo de 20 cm de alto y 7 cm de diámetro, o bien tubos grandes de polipropileno. Si es necesario, se puede efectuar un trasplante entre las 4 y 6 semanas posteriores a la germinación. Durante la etapa de desarrollo de las plántulas, es recomendable aplicar fertilizantes y proporcionar sombra a los almácigos. Además, se indica que esta especie no es adecuada para plantaciones puras a pleno sol, ya que incluso en suelos con buena fertilidad química, puede presentarse una mortalidad total en algunos casos. Por ello, se sugiere establecerla en sistemas de plantación mixta, en asociación con especies pioneras (Ramahlo, 2004).

Tratamientos silviculturales. Los tratamientos silviculturales que se implementan de alguna forma incluyen: eliminación de lianas, señalización de árboles destinados a futuras cosechas y aprovechamiento forestal de bajo impacto, que abarca la tala dirigida y el arrastre controlado. Debido a que estos métodos han demostrado ser efectivos, se sugiere incorporarlos de manera obligatoria en las Normas Técnicas (Snook et al., 2007).

Anexo 5. Ficha de datos del inventario (Población)

Código del árbol	Altura total (HT)	Altura fustal (Hf)	Cap (cm)	Cap (m)	Dap (m)	Coordenadas UTM- Zona 17	
						Este	Norte
A-01	9,20	3,65	65,00	0,65	0,21	746234	9378591
A-02	12,80	3,75	69,00	0,69	0,22	746235	9378595
A-03	13,20	5,67	72,00	0,72	0,23	746236	9378594
A-04	7,00	2,90	56,00	0,56	0,18	746237	9378599
A-05	9,40	2,25	86,00	0,86	0,27	746248	9378595
A-06	8,70	3,20	40,00	0,40	0,13	746250	9378597
A-07	7,90	2,60	57,00	0,57	0,18	746250	9378598
A-08	11,30	2,29	53,00	0,53	0,17	746248	9378602
A-09	11,70	2,30	77,00	0,77	0,25	746245	9378603
A-10	10,30	2,10	72,00	0,72	0,23	746241	9378603
A-11	9,80	3,20	62,00	0,62	0,20	746237	9378604
A-12	12,40	4,00	53,00	0,53	0,17	746236	9378605
A-13	11,80	2,44	59,00	0,59	0,19	746231	9378609
A-14	10,20	3,80	110,00	1,10	0,35	746237	9378609
A-15	12,00	3,60	64,00	0,64	0,20	746245	9378609
A-16	10,78	3,30	67,00	0,67	0,21	746261	9378603
A-17	9,20	2,20	82,00	0,82	0,26	746263	9378608
A-18	10,50	3,90	76,00	0,76	0,24	746258	9378610
A-19	12,20	3,20	90,00	0,90	0,29	746258	9378610
A-20	10,90	2,20	56,00	0,56	0,18	746255	9378611
A-21	13,00	3,20	49,00	0,49	0,16	746257	9378615
A-22	12,70	2,80	40,00	0,40	0,13	746253	9378616
A-23	12,00	2,50	54,00	0,54	0,17	746247	9378621
A-24	13,00	3,40	78,00	0,78	0,25	746247	9378621
A-25	9,00	3,50	96,00	0,96	0,31	746244	9378619
A-26	10,00	2,80	81,00	0,81	0,26	746246	9378626
A-27	13,00	3,80	43,00	0,43	0,14	746247	9378629
A-28	12,00	4,20	100,00	1,00	0,32	746250	9378633
A-29	11,00	3,60	49,00	0,49	0,16	746255	9378631
A-30	9,80	2,20	100,00	1,00	0,32	746250	9378623
A-31	10,00	5,20	86,00	0,86	0,27	746252	9378624
A-32	13,40	3,60	85,00	0,85	0,27	746256	9378622
A-33	11,00	3,20	57,00	0,57	0,18	746258	9378636
A-34	12,00	3,40	96,00	0,96	0,31	746259	9378637
A-35	15,90	3,80	66,00	0,66	0,21	746260	9378642
A-36	14,30	4,10	99,00	0,99	0,32	746262	9378645
A-37	10,00	3,90	120,00	1,20	0,38	746261	9378645
A-38	12,00	5,40	88,00	0,88	0,28	746259	9378641
A-39	13,60	4,20	53,00	0,53	0,17	746259	9378634
A-40	12,50	4,30	49,00	0,49	0,16	746261	9378638
A-41	11,80	3,80	53,00	0,53	0,17	746265	9378640
A-42	9,50	2,50	41,00	0,41	0,13	746269	9378641
A-43	9,30	2,30	94,50	0,95	0,30	746270	9378639
A-44	13,00	3,70	57,00	0,57	0,18	746271	9378642
A-45	11,00	3,30	105,20	1,05	0,33	746272	9378650
A-46	12,00	4,10	39,00	0,39	0,12	746270	9378653
A-47	10,00	5,60	65,30	0,65	0,21	746264	9378650
A-48	11,40	2,60	90,90	0,91	0,29	746262	9378651
A-49	13,00	2,80	52,00	0,52	0,17	746259	9378653
A-50	12,00	3,90	56,40	0,56	0,18	746260	9378654
A-51	13,00	3,10	49,00	0,49	0,16	746264	9378655
A-52	11,20	2,80	70,40	0,70	0,22	746266	9378656
A-53	12,80	3,70	66,00	0,66	0,21	746264	9378660
A-54	13,40	2,60	58,00	0,58	0,18	746265	9378663
A-55	9,00	4,50	53,80	0,54	0,17	746268	9378663
A-56	14,90	3,20	42,00	0,42	0,13	746268	9378667
A-57	13,20	2,50	36,00	0,36	0,11	746275	9378665
A-58	14,40	3,70	57,00	0,57	0,18	746275	9378665
A-59	13,70	3,60	45,00	0,45	0,14	746274	9378662

Código del árbol	Altura total (HT)	Altura fustal (Hf)	Cap (cm)	Cap (m)	Dap (m)	Coordenadas UTM- Zona 17	
						Este	Norte
A-60	12,91	3,50	77,20	0,77	0,25	746276	9378660
A-61	14,40	3,70	53,00	0,53	0,17	746268	9378606
A-62	11,40	2,90	65,00	0,65	0,21	746267	9378608
A-63	13,00	4,70	72,60	0,73	0,23	746262	9378608
A-64	13,30	5,60	53,60	0,54	0,17	746262	9378614
A-65	12,90	3,20	63,00	0,63	0,20	746268	9378620
A-66	10,40	3,80	59,50	0,60	0,19	746272	9378621
A-67	14,40	2,90	110,00	1,10	0,35	746267	9378626
A-68	15,60	4,10	67,90	0,68	0,22	746269	9378633
A-69	13,00	2,90	82,80	0,83	0,26	746273	9378639
A-70	14,70	3,10	67,00	0,67	0,21	746296	9378645
A-71	12,80	4,50	90,30	0,90	0,29	746292	9378644
A-72	11,50	2,30	52,00	0,52	0,17	746288	9378645
A-73	13,90	2,80	43,00	0,43	0,14	746284	9378639
A-74	12,10	3,20	54,00	0,54	0,17	746289	9378637
A-75	13,50	2,60	76,00	0,76	0,24	746280	9378627
A-76	12,80	4,20	45,00	0,45	0,14	746277	9378621
A-77	13,50	3,60	34,00	0,34	0,11	746278	9378620
A-78	10,30	2,80	56,70	0,57	0,18	746274	9378614
A-79	13,40	2,50	34,80	0,35	0,11	746273	9378608
A-80	11,40	2,10	78,20	0,78	0,25	746271	9378606
A-81	14,90	3,40	46,00	0,46	0,15	746266	9378612
A-82	12,40	2,90	96,30	0,96	0,31	746270	9378614
A-83	13,50	2,70	89,00	0,89	0,28	746272	9378617
A-84	14,50	3,20	81,80	0,82	0,26	746273	9378623
A-85	10,30	2,80	74,20	0,74	0,24	746275	9378626
A-86	12,40	3,80	79,30	0,79	0,25	746280	9378631
A-87	13,50	4,30	85,00	0,85	0,27	746281	9378637
A-88	10,40	3,40	57,30	0,57	0,18	746277	9378642
A-89	11,70	4,20	96,20	0,96	0,31	746286	9378651
A-90	10,40	3,90	115,40	1,15	0,37	746289	9378651
A-91	13,80	2,70	98,00	0,98	0,31	746290	9378655
A-92	12,50	3,60	88,60	0,89	0,28	746285	9378656
A-93	13,90	2,90	74,30	0,74	0,24	746286	9378658
A-94	14,30	3,80	49,50	0,50	0,16	746291	9378658
A-95	12,90	2,60	57,00	0,57	0,18	746292	9378662
A-96	11,00	4,30	62,80	0,63	0,20	746289	9378657
A-97	12,80	2,70	59,00	0,59	0,19	746291	9378656
A-98	13,40	5,90	74,70	0,75	0,24	746296	9378650
A-99	11,90	3,60	37,00	0,37	0,12	746281	9378655
A-100	14,40	4,60	62,20	0,62	0,20	746278	9378655
A-101	13,70	3,40	57,00	0,57	0,18	746280	9378646
A-102	11,40	3,90	93,70	0,94	0,30	746289	9378684
A-103	10,50	2,60	98,60	0,99	0,31	746299	9378694
A-104	9,40	2,40	82,50	0,83	0,26	746303	9378700
A-105	12,80	4,20	56,30	0,56	0,18	746302	9378697
A-106	11,00	4,30	89,20	0,89	0,28	746308	9378693
A-107	14,00	5,40	56,80	0,57	0,18	746307	9378698
A-108	12,00	3,20	34,00	0,34	0,11	746309	9378698
A-109	10,40	2,70	48,70	0,49	0,16	746308	9378695
A-110	12,40	2,90	78,90	0,79	0,25	746316	9378707
A-111	13,40	3,80	43,00	0,43	0,14	746308	9378705
A-112	9,00	2,40	98,30	0,98	0,31	746311	9378705
A-113	13,20	3,80	67,20	0,67	0,21	746315	9378702
A-114	14,60	3,00	47,50	0,48	0,15	746313	9378705
A-115	12,20	5,30	88,40	0,88	0,28	746313	9378705
A-116	13,90	3,00	85,70	0,86	0,27	746316	9378701
A-117	10,30	3,70	79,30	0,79	0,25	746324	9378701
A-118	14,90	2,10	34,00	0,34	0,11	746323	9378702
A-119	9,90	2,30	90,20	0,90	0,29	746324	9378704
A-120	11,30	4,60	85,92	0,86	0,27	746320	9378710
A-121	12,00	3,20	35,00	0,35	0,11	746325	9378711

Código del árbol	Altura total (HT)	Altura fustal (Hf)	Cap (cm)	Cap (m)	Dap (m)	Coordenadas UTM- Zona 17	
						Este	Norte
A-122	13,00	2,80	76,00	0,76	0,24	746322	9378715
A-123	10,80	2,10	77,90	0,78	0,25	746326	9378706
A-124	14,30	3,50	49,00	0,49	0,16	746327	9378704
A-125	12,00	3,40	38,40	0,38	0,12	746329	9378705
A-126	15,60	4,20	90,50	0,91	0,29	746334	9378707
A-127	10,30	3,60	110,80	1,11	0,35	746332	9378709
A-128	13,2	2,70	102	1,02	0,32	746327	9378713
A-129	14,2	3,9	78,00	0,78	0,25	746326	9378717
A-130	12,60	2,70	78,90	0,79	0,25	746322	9378716
A-131	14,20	3,20	47,00	0,47	0,15	746328	9378720
A-132	13,80	3,80	69,30	0,69	0,22	746330	9378724
A-133	13,80	4,50	80,00	0,80	0,25	746324	9378727
A-134	12,70	5,20	92,00	0,92	0,29	746323	9378723
A-135	10,40	4,90	86,00	0,86	0,27	746333	9378719
A-136	14,28	3,20	89,00	0,89	0,28	746335	9378714
A-137	13,2	4,30	56,00	0,56	0,18	746336	9378712
A-138	11,20	2,90	88,50	0,89	0,28	746337	9378708
A-139	13,30	3,90	78,20	0,78	0,25	746339	9378710
A-140	12,60	5,30	93,50	0,94	0,30	746345	9378718
A-141	13,2	3,20	82	0,82	0,26	746347	9378721
A-142	12,4	4,20	76	0,76	0,24	746334	9378681
A-143	10,20	4,20	90,45	0,90	0,29	746347	9378728
A-144	11,20	3,10	79,30	0,79	0,25	746352	9378728
A-145	9,80	3,90	89,50	0,90	0,28	746341	9378728
A-146	10,20	2,80	42,80	0,43	0,14	746339	9378728
A-147	12,00	4,10	45,00	0,45	0,14	746338	9378730
A-148	11,30	2,40	37,90	0,38	0,12	746336	9378733
A-149	12,00	2,30	34,00	0,34	0,11	746346	9378733
A-150	13,80	2,80	51,90	0,52	0,17	746357	9378725
A-151	11,60	3,70	65,90	0,66	0,21	746355	9378723
A-152	10,40	3,50	49,00	0,49	0,16	746341	9378733
A-153	10,90	5,30	90,52	0,91	0,29	746356	9378710
A-154	12,50	5,10	88,53	0,89	0,28	746331	9378736
A-155	12,60	3,40	74,90	0,75	0,24	746355	9378706
A-156	14,70	4,20	88,50	0,89	0,28	746359	9378698
A-157	13,90	3,80	56,00	0,56	0,18	746361	9378700
A-158	13,90	3,50	92,50	0,93	0,29	746356	9378704
A-159	11,20	2,90	56,00	0,56	0,18	746362	9378691
A-160	13,80	2,30	81,80	0,82	0,26	746360	9378690
A-161	10,00	2,50	45,00	0,45	0,14	746357	9378689
A-162	12,90	5,00	80,20	0,80	0,26	746358	9378686
A-163	11,30	3,80	40,90	0,41	0,13	746353	9378683
A-164	12,30	2,80	34,00	0,34	0,11	746351	9378684
A-165	13,20	2,60	89,90	0,90	0,29	746350	9378686
A-166	10,40	3,87	82,70	0,83	0,26	746350	9378689
A-167	12,50	2,45	75,90	0,76	0,24	746352	9378692
A-168	11,80	4,50	56,20	0,56	0,18	746354	9378695
A-169	13,20	2,60	43,90	0,44	0,14	746351	9378700
A-170	10,40	2,70	82,80	0,83	0,26	746348	9378705
A-171	13,90	3,10	59,00	0,59	0,19	746346	9378706
A-172	13,90	3,70	95,70	0,96	0,30	746341	9378706
A-173	14,10	2,20	65,00	0,65	0,21	746345	9378697
A-174	12,50	2,40	90,30	0,90	0,29	746334	9378695
A-175	11,70	4,34	78,90	0,79	0,25	746331	9378692
A-176	13,50	3,40	96,30	0,96	0,31	746337	9378690
A-177	10,40	5,80	78,70	0,79	0,25	746339	9378687
A-178	11,30	4,30	65,90	0,66	0,21	746350	9378682
A-179	12,60	3,60	54,00	0,54	0,17	746345	9378678
A-180	12,40	4,58	88,40	0,88	0,28	746338	9378678
A-181	13,00	3,80	54,00	0,54	0,17	746334	9378678
A-182	11,90	2,60	99,80	1,00	0,32	746330	9378678
A-183	14,10	3,20	89,00	0,89	0,28	746329	9378677

Código del árbol	Altura total (HT)	Altura fustal (Hf)	Cap (cm)	Cap (m)	Dap (m)	Coordenadas UTM- Zona 17	
						Este	Norte
A-184	12,50	4,10	57,80	0,58	0,18	746329	9378677
A-185	9,90	3,80	65,20	0,65	0,21	746331	9378681
A-186	10,50	3,20	90,40	0,90	0,29	746326	9378679
A-187	13,60	5,80	68,90	0,69	0,22	746325	9378676
A-188	14,60	3,40	62,00	0,62	0,20	746315	9378670
A-189	15,10	2,80	54,00	0,54	0,17	746329	9378672
A-190	12,50	2,50	77,40	0,77	0,25	746325	9378673
A-191	11,40	3,20	32,00	0,32	0,10	746326	9378671
A-192	14,70	3,50	43,00	0,43	0,14	746323	9378671
A-193	10,40	3,40	89,30	0,89	0,28	746318	9378669
A-194	11,60	4,20	82,30	0,82	0,26	746314	9378666
A-195	13,90	3,20	67,80	0,68	0,22	746314	9378661
A-196	13,50	2,60	91,30	0,91	0,29	746347	9378724
A-197	12,90	3,00	72,40	0,72	0,23	746317	9378672
A-198	10,40	3,80	56,30	0,56	0,18	746317	9378673
A-199	12,50	2,70	85,00	0,85	0,27	746322	9378676
A-200	11,40	4,60	69,30	0,69	0,22	746324	9378674
A-201	14,80	2,30	47,00	0,47	0,15	746324	9378677
A-202	13,20	5,30	39,00	0,39	0,12	746326	9378681
A-203	12,70	2,70	101,40	1,01	0,32	746326	9378682
A-204	10,40	3,40	47,40	0,47	0,15	746319	9378683
A-205	9,90	2,50	57,50	0,58	0,18	746315	9378680
A-206	12,90	3,10	98,00	0,98	0,31	746318	9378675
A-207	14,80	3,20	73,80	0,74	0,23	746318	9378677
A-208	15,70	4,60	74,50	0,75	0,24	746316	9378675
A-209	13,80	2,60	85,40	0,85	0,27	746310	9378678
A-210	14,80	2,40	64,00	0,64	0,20	746299	9378682
A-211	12,40	3,50	92,60	0,93	0,29	746302	9378683
A-212	11,30	3,70	85,40	0,85	0,27	746303	9378685
A-213	12,00	3,00	33,00	0,33	0,11	746307	9378687
A-214	13,00	2,70	54,00	0,54	0,17	746317	9378693
A-215	10,70	4,60	72,90	0,73	0,23	746322	9378690
A-216	12,80	2,50	82,70	0,83	0,26	746315	9378689
A-217	11,70	2,90	80,30	0,80	0,26	746310	9378684
A-218	13,00	3,20	67,00	0,67	0,21	746309	9378673
A-219	14,40	2,80	56,30	0,56	0,18	746304	9378679
A-220	15,80	3,60	60,20	0,60	0,19	746299	9378689
A-221	12,70	2,90	72,50	0,73	0,23	746331	9378687
A-222	13,00	3,10	34,00	0,34	0,11	746344	9378683
A-223	12,00	2,10	78,00	0,78	0,25	746345	9378691
A-224	13,40	2,60	83,60	0,84	0,27	746339	9378695
A-225	9,60	2,40	91,00	0,91	0,29	746338	9378703
A-226	13,30	3,50	45,00	0,45	0,14	746331	9378700

Anexo 6. Ficha de datos del inventario (muestra)

ITEM	Código del árbol	Altura total (HT)	Altura fustal (Hf)	Cap (cm)	Cap (m)	Dap (m)	Coordenadas UTM-Zona 17	
							Este	Norte
1	A-01	9,20	3,65	65,00	0,65	0,21	746234	9378591
2	A-02	12,80	3,75	69,00	0,69	0,22	746235	9378595
3	A-03	13,20	5,67	72,00	0,72	0,23	746236	9378594
4	A-05	9,40	2,25	86,00	0,86	0,27	746248	9378595
5	A-08	11,30	2,29	53,00	0,53	0,17	746248	9378602
6	A-09	11,70	2,30	77,00	0,77	0,25	746245	9378603
7	A-10	10,30	2,10	72,00	0,72	0,23	746241	9378603
8	A-12	12,40	4,00	53,00	0,53	0,17	746236	9378605
9	A-13	11,80	2,44	59,00	0,59	0,19	746231	9378609
10	A-14	10,20	3,80	110,00	1,10	0,35	746237	9378609
11	A-16	10,78	3,30	67,00	0,67	0,21	746261	9378603
12	A-17	9,20	2,20	82,00	0,82	0,26	746263	9378608
13	A-19	12,20	3,20	90,00	0,90	0,29	746258	9378610
14	A-20	10,90	2,20	56,00	0,56	0,18	746255	9378611
15	A-23	12,00	2,50	54,00	0,54	0,17	746247	9378621
16	A-24	13,00	3,40	78,00	0,78	0,25	746247	9378621
17	A-25	9,00	3,50	96,00	0,96	0,31	746244	9378619
18	A-26	10,00	2,80	81,00	0,81	0,26	746246	9378626
19	A-28	12,00	4,20	100,00	1,00	0,32	746250	9378633
20	A-30	9,80	2,20	100,00	1,00	0,32	746250	9378623
21	A-31	10,00	5,20	85,00	0,85	0,27	746252	9378624
22	A-33	11,00	3,20	57,00	0,57	0,18	746258	9378636
23	A-34	12,00	3,40	96,00	0,96	0,31	746259	9378637
24	A-35	15,90	3,80	66,00	0,66	0,21	746260	9378642
25	A-36	14,30	4,10	99,00	0,99	0,32	746262	9378645
26	A-37	10,00	3,90	120,00	1,20	0,38	746261	9378645
27	A-38	12,00	5,40	88,00	0,88	0,28	746259	9378641
28	A-43	9,30	2,30	94,50	0,95	0,30	746270	9378639
29	A-45	8,00	3,30	105,20	1,05	0,33	746272	9378650
30	A-47	10,00	5,60	65,30	0,65	0,21	746264	9378650
31	A-48	11,40	2,60	90,90	0,91	0,29	746262	9378651
32	A-50	12,00	3,90	56,40	0,56	0,18	746260	9378654
33	A-52	11,20	2,80	70,40	0,70	0,22	746266	9378656
34	A-55	9,00	4,50	53,80	0,54	0,17	746268	9378663
35	A-60	12,91	3,50	77,20	0,77	0,25	746276	9378660
36	A-63	13,00	4,70	72,60	0,73	0,23	746262	9378608
37	A-64	13,30	5,60	53,60	0,54	0,17	746262	9378614
38	A-66	10,40	3,80	59,50	0,60	0,19	746272	9378621
39	A-67	14,40	2,90	110,00	1,10	0,35	746267	9378626
40	A-68	15,60	4,10	67,90	0,68	0,22	746269	9378633
41	A-69	13,00	2,90	82,80	0,83	0,26	746273	9378639
42	A-71	12,80	4,50	90,30	0,90	0,29	746292	9378644
43	A-78	10,30	2,80	56,70	0,57	0,18	746274	9378614
44	A-80	11,40	2,10	78,20	0,78	0,25	746271	9378606
45	A-82	12,40	2,90	96,30	0,96	0,31	746270	9378614
46	A-84	14,50	3,20	81,80	0,82	0,26	746273	9378623
47	A-85	10,30	2,80	74,20	0,74	0,24	746275	9378626
48	A-86	12,40	3,80	79,30	0,79	0,25	746280	9378631
49	A-87	13,50	4,30	85,00	0,85	0,27	746281	9378637
50	A-88	10,40	3,40	57,30	0,57	0,18	746277	9378642
51	A-89	11,70	4,20	96,20	0,96	0,31	746286	9378651
52	A-90	10,40	3,90	115,40	1,15	0,37	746289	9378651
53	A-92	12,50	3,60	88,60	0,89	0,28	746285	9378656
54	A-93	13,90	2,90	74,30	0,74	0,24	746286	9378658
55	A-94	14,30	3,80	49,50	0,50	0,16	746291	9378658
56	A-96	11,00	4,30	62,80	0,63	0,20	746289	9378657

ITEM	Código del árbol	Altura total (HT)	Altura fustal (Hf)	Cap (cm)	Cap (m)	Dap (m)	Coordenadas UTM-Zona 17	
							Este	Norte
57	A-98	13,40	5,90	74,70	0,75	0,24	746296	9378650
58	A-100	14,40	4,60	62,20	0,62	0,20	746278	9378655
59	A-102	11,40	3,90	93,70	0,94	0,30	746289	9378684
60	A-103	10,50	2,60	98,60	0,99	0,31	746299	9378694
61	A-104	9,40	2,40	82,50	0,83	0,26	746303	9378700
62	A-105	12,80	4,20	56,30	0,56	0,18	746302	9378697
63	A-106	11,00	4,30	89,20	0,89	0,28	746308	9378693
64	A-107	14,00	5,40	56,80	0,57	0,18	746307	9378698
65	A-109	10,40	2,70	48,70	0,49	0,16	746308	9378695
66	A-110	12,40	2,90	78,90	0,79	0,25	746316	9378707
67	A-112	9,00	2,40	98,30	0,98	0,31	746311	9378705
68	A-113	13,20	3,80	67,20	0,67	0,21	746315	9378702
69	A-114	14,60	3,00	47,50	0,48	0,15	746313	9378705
70	A-115	12,20	5,30	88,40	0,88	0,28	746313	9378705
71	A-116	13,90	3,00	85,70	0,86	0,27	746316	9378701
72	A-117	10,30	3,70	79,30	0,79	0,25	746324	9378701
73	A-119	9,90	2,30	90,20	0,90	0,29	746324	9378704
74	A-120	11,30	4,60	85,92	0,86	0,27	746320	9378710
75	A-123	10,80	2,10	77,90	0,78	0,25	746326	9378706
76	A-124	14,30	3,50	49,00	0,49	0,16	746327	9378704
77	A-125	12,00	3,40	38,40	0,38	0,12	746329	9378705
78	A-126	15,60	4,20	90,50	0,91	0,29	746334	9378707
79	A-127	10,30	3,60	110,80	1,11	0,35	746332	9378709
80	A-130	12,60	2,70	78,90	0,79	0,25	746322	9378716
81	A-132	13,80	3,80	69,30	0,69	0,22	746330	9378724
82	A-133	13,80	4,50	80,00	0,80	0,25	746324	9378727
83	A-134	12,70	5,20	92,00	0,92	0,29	746323	9378723
84	A-135	10,40	4,90	86,00	0,86	0,27	746333	9378719
85	A-138	11,20	2,90	88,50	0,89	0,28	746337	9378708
86	A-139	13,30	3,90	78,20	0,78	0,25	746339	9378710
87	A-140	12,60	5,30	93,50	0,94	0,30	746345	9378718
88	A-143	10,20	4,20	90,45	0,90	0,29	746347	9378728
89	A-144	11,20	3,10	79,30	0,79	0,25	746352	9378728
90	A-145	9,80	3,90	89,50	0,90	0,28	746341	9378728
91	A-146	10,20	2,80	42,80	0,43	0,14	746339	9378728
92	A-148	11,30	2,40	37,90	0,38	0,12	746336	9378733
93	A-150	13,80	2,80	51,90	0,52	0,17	746357	9378725
94	A-151	11,60	3,70	65,90	0,66	0,21	746355	9378723
95	A-152	10,40	3,50	49,00	0,49	0,16	746341	9378733
96	A-153	10,90	5,30	90,52	0,91	0,29	746356	9378710
97	A-154	12,50	5,10	88,53	0,89	0,28	746331	9378736
98	A-155	12,60	3,40	74,90	0,75	0,24	746355	9378706
99	A-156	14,70	4,20	88,50	0,89	0,28	746359	9378698
100	A-158	13,90	3,50	92,50	0,93	0,29	746356	9378704
101	A-160	13,80	2,30	81,80	0,82	0,26	746360	9378690
102	A-162	12,90	5,00	80,20	0,80	0,26	746358	9378686
103	A-163	11,30	3,80	40,90	0,41	0,13	746353	9378683
104	A-165	13,20	2,60	89,90	0,90	0,29	746350	9378686
105	A-166	10,40	3,87	82,70	0,83	0,26	746350	9378689
106	A-167	12,50	2,45	75,90	0,76	0,24	746352	9378692
107	A-168	11,80	4,50	56,20	0,56	0,18	746354	9378695
108	A-170	10,40	2,70	82,80	0,83	0,26	746348	9378705
109	A-172	13,90	3,70	95,70	0,96	0,30	746341	9378706
110	A-174	12,50	2,40	90,30	0,90	0,29	746334	9378695
111	A-175	11,70	4,34	78,90	0,79	0,25	746331	9378692
112	A-176	13,50	3,40	96,30	0,96	0,31	746337	9378690
113	A-177	10,40	5,80	78,70	0,79	0,25	746339	9378687
114	A-178	11,30	4,30	65,90	0,66	0,21	746350	9378682

ITEM	Código del árbol	Altura total (HT)	Altura fustal (Hf)	Cap (cm)	Cap (m)	Dap (m)	Coordenadas UTM-Zona 17	
							Este	Norte
115	A-180	12,40	4,58	88,40	0,88	0,28	746338	9378678
116	A-182	11,90	2,60	99,80	1,00	0,32	746330	9378678
117	A-184	12,50	4,10	57,80	0,58	0,18	746329	9378677
118	A-185	9,90	3,80	65,20	0,65	0,21	746331	9378681
119	A-186	10,50	3,20	90,40	0,90	0,29	746326	9378679
120	A-187	13,60	5,80	68,90	0,69	0,22	746325	9378676
121	A-190	12,50	2,50	77,40	0,77	0,25	746325	9378673
122	A-193	10,40	3,40	89,30	0,89	0,28	746318	9378669
123	A-194	11,60	4,20	82,30	0,82	0,26	746314	9378666
124	A-196	13,50	2,60	91,30	0,91	0,29	746347	9378724
125	A-197	12,90	3,00	72,40	0,72	0,23	746317	9378672
126	A-198	10,40	3,80	56,30	0,56	0,18	746317	9378673
127	A-200	11,40	4,60	69,30	0,69	0,22	746324	9378674
128	A-203	12,70	2,70	101,40	1,01	0,32	746326	9378682
129	A-204	10,40	3,40	47,40	0,47	0,15	746319	9378683
130	A-205	9,90	2,50	57,50	0,58	0,18	746315	9378680
131	A-207	14,80	3,20	73,80	0,74	0,23	746318	9378677
132	A-208	15,70	4,60	74,50	0,75	0,24	746316	9378675
133	A-209	13,80	2,60	85,40	0,85	0,27	746310	9378678
134	A-211	12,40	3,50	92,60	0,93	0,29	746302	9378683
135	A-212	11,30	3,70	85,40	0,85	0,27	746303	9378685
136	A-215	10,70	4,60	72,90	0,73	0,23	746322	9378690
137	A-216	12,80	2,50	82,70	0,83	0,26	746315	9378689
138	A-217	11,70	2,90	80,30	0,80	0,26	746310	9378684
139	A-219	14,40	2,80	56,30	0,56	0,18	746304	9378679
140	A-220	15,80	3,60	60,20	0,60	0,19	746299	9378689
141	A-221	12,70	2,90	72,50	0,73	0,23	746331	9378687
142	A-224	13,40	2,60	83,60	0,84	0,27	746339	9378695
143	A-225	9,60	2,40	91,00	0,91	0,29	746338	9378703

Anexo 7. Cubicación de árboles en pie (muestra) utilizando métodos convencionales

ITEM	Código de árbol	Altura total (Ht) m	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real
1	A- 01	9,2	3,65	65	0,21	0,08
2	A-02	12,8	3,75	69	0,22	0,09
3	A-03	13,2	5,67	72	0,23	0,15
4	A- 05	9,4	2,25	86	0,27	0,08
5	A- 08	11,3	2,29	53	0,17	0,03
6	A- 09	11,7	2,3	77	0,25	0,07
7	A- 10	10,3	2,1	72	0,23	0,06
8	A- 12	12,4	4	53	0,17	0,06
9	A- 13	11,8	2,44	59	0,19	0,04
10	A- 14	10,2	3,8	110	0,35	0,24
11	A- 16	10,78	3,3	67	0,21	0,07
12	A- 17	9,2	2,2	82	0,26	0,08
13	A- 19	12,2	3,2	90	0,29	0,14
14	A- 20	10,9	2,2	56	0,18	0,04
15	A- 23	12	2,5	54	0,17	0,04
16	A- 24	13	3,4	78	0,25	0,11
17	A- 25	9	3,5	96	0,31	0,17
18	A- 26	10	2,8	81	0,26	0,10
19	A- 28	12	4,2	100	0,32	0,22
20	A- 30	9,8	2,2	100	0,32	0,12
21	A- 31	10	5,2	85	0,27	0,19
22	A- 33	11	3,2	57	0,18	0,05
23	A- 34	12	3,4	96	0,31	0,17
24	A- 35	15,9	3,8	66	0,21	0,09
25	A- 36	14,3	4,1	99	0,32	0,21
26	A- 37	10	3,9	120	0,38	0,29
27	A- 38	12	5,4	88	0,28	0,22
28	A- 43	9,3	2,3	94,5	0,3	0,11
29	A- 45	8	3,3	105,2	0,33	0,18
30	A- 47	10	5,6	65,3	0,21	0,13
31	A- 48	11,4	2,6	90,9	0,29	0,11
32	A- 50	12	3,9	56,4	0,18	0,06
33	A- 52	11,2	2,8	70,4	0,22	0,07
34	A- 55	9	4,5	53,8	0,17	0,07
35	A- 60	12,91	3,5	77,2	0,25	0,11
36	A- 63	13	4,7	72,6	0,23	0,13
37	A- 64	13,3	5,6	53,6	0,17	0,08
38	A- 66	10,4	3,8	59,5	0,19	0,07
39	A- 67	14,4	2,9	110	0,35	0,18
40	A- 68	15,6	4,1	67,9	0,22	0,10
41	A- 69	13	2,9	82,8	0,26	0,10
42	A- 71	12,8	4,5	90,3	0,29	0,19
43	A- 78	10,3	2,8	56,7	0,18	0,05
44	A- 80	11,4	2,1	78,2	0,25	0,07
45	A- 82	12,4	2,9	96,3	0,31	0,14
46	A- 84	14,5	3,2	81,8	0,26	0,11
47	A- 85	10,3	2,8	74,2	0,24	0,08
48	A- 86	12,4	3,8	79,3	0,25	0,12
49	A- 87	13,5	4,3	85	0,27	0,16
50	A- 88	10,4	3,4	57,3	0,18	0,06
51	A- 89	11,7	4,2	96,2	0,31	0,21
52	A- 90	10,4	3,9	115,4	0,37	0,27
53	A- 92	12,5	3,6	88,6	0,28	0,14
54	A- 93	13,9	2,9	74,3	0,24	0,09
55	A- 94	14,3	3,8	49,5	0,16	0,05

ITEM	Código de árbol	Altura total (Ht) m	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real
56	A- 96	11	4,3	62,8	0,2	0,09
57	A- 98	13,4	5,9	74,7	0,24	0,17
58	A- 100	14,4	4,6	62,2	0,2	0,09
59	A- 102	11,4	3,9	93,7	0,3	0,18
60	A- 103	10,5	2,6	98,6	0,31	0,13
61	A- 104	9,4	2,4	82,5	0,26	0,08
62	A- 105	12,8	4,2	56,3	0,18	0,07
63	A- 106	11	4,3	89,2	0,28	0,17
64	A- 107	14	5,4	56,8	0,18	0,09
65	A- 109	10,4	2,7	48,7	0,16	0,04
66	A- 110	12,4	2,9	78,9	0,25	0,09
67	A- 112	9	2,4	98,3	0,31	0,12
68	A- 113	13,2	3,8	67,2	0,21	0,09
69	A- 114	14,6	3	47,5	0,15	0,03
70	A- 115	12,2	5,3	88,4	0,28	0,21
71	A- 116	13,9	3	85,7	0,27	0,11
72	A- 117	10,3	3,7	79,3	0,25	0,12
73	A- 119	9,9	2,3	90,2	0,29	0,10
74	A- 120	11,3	4,6	85,92	0,27	0,17
75	A- 123	10,8	2,1	77,9	0,25	0,07
76	A- 124	14,3	3,5	49	0,16	0,05
77	A- 125	12	3,4	38,4	0,12	0,02
78	A- 126	15,6	4,2	90,5	0,29	0,18
79	A- 128	10,3	3,6	110,8	0,35	0,23
80	A- 130	12,6	2,7	78,9	0,25	0,09
81	A- 132	13,8	3,8	69,3	0,22	0,09
82	A- 133	13,8	4,5	80	0,25	0,14
83	A- 134	12,7	5,2	92	0,29	0,22
84	A- 135	10,4	4,9	86	0,27	0,18
85	A- 138	11,2	2,9	88,5	0,28	0,12
86	A- 139	13,3	3,9	78,2	0,25	0,12
87	A- 140	12,6	5,3	93,5	0,3	0,24
88	A- 143	10,2	4,2	90,45	0,29	0,18
89	A- 144	11,2	3,1	79,3	0,25	0,10
90	A- 145	9,8	3,9	89,5	0,28	0,16
91	A- 146	10,2	2,8	42,8	0,14	0,03
92	A- 148	11,3	2,4	37,9	0,12	0,02
93	A- 150	13,8	2,8	51,9	0,17	0,04
94	A- 151	11,6	3,7	65,9	0,21	0,08
95	A- 152	10,4	3,5	49	0,16	0,05
96	A- 153	10,9	5,3	90,52	0,29	0,23
97	A- 154	12,5	5,1	88,53	0,28	0,20
98	A- 155	12,6	3,4	74,9	0,24	0,10
99	A- 156	14,7	4,2	88,5	0,28	0,17
100	A- 158	13,9	3,5	92,5	0,29	0,15
101	A- 160	13,8	2,3	81,8	0,26	0,08
102	A- 162	12,9	5	80,2	0,26	0,17
103	A- 163	11,3	3,8	40,9	0,13	0,03
104	A- 165	13,2	2,6	89,9	0,29	0,11
105	A- 166	10,4	3,87	82,7	0,26	0,13
106	A- 167	12,5	2,45	75,9	0,24	0,07
107	A- 168	11,8	4,5	56,2	0,18	0,07
108	A- 170	10,4	2,7	82,8	0,26	0,09
109	A- 172	13,9	3,7	95,7	0,3	0,17
110	A- 174	12,5	2,4	90,3	0,29	0,10
111	A- 175	11,7	4,34	78,9	0,25	0,14
112	A- 176	13,5	3,4	96,3	0,31	0,17
113	A- 177	10,4	5,8	78,7	0,25	0,19

ITEM	Código de árbol	Altura total (ht) m	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real
114	A- 178	11,3	4,3	65,9	0,21	0,10
115	A- 180	12,4	4,58	88,4	0,28	0,18
116	A- 182	11,9	2,6	99,8	0,32	0,14
117	A- 184	12,5	4,1	57,8	0,18	0,07
118	A- 185	9,9	3,8	65,2	0,21	0,09
119	A- 186	10,5	3,2	90,4	0,29	0,14
120	A- 187	13,6	5,8	68,9	0,22	0,14
121	A- 190	12,5	2,5	77,4	0,25	0,08
122	A- 193	10,4	3,4	89,3	0,28	0,14
123	A- 194	11,6	4,2	82,3	0,26	0,14
124	A- 196	13,5	2,6	91,3	0,29	0,11
125	A- 197	12,9	3	72,4	0,23	0,08
126	A- 198	10,4	3,8	56,3	0,18	0,06
127	A- 200	11,4	4,6	69,3	0,22	0,11
128	A- 203	12,7	2,7	101,4	0,32	0,14
129	A- 204	10,4	3,4	47,4	0,15	0,04
130	A- 205	9,9	2,5	57,5	0,18	0,04
131	A- 207	14,8	3,2	73,8	0,23	0,09
132	A- 208	15,7	4,6	74,5	0,24	0,14
133	A- 209	13,8	2,6	85,4	0,27	0,10
134	A- 211	12,4	3,5	92,6	0,29	0,15
135	A- 212	11,3	3,7	85,4	0,27	0,14
136	A- 215	10,7	4,6	72,9	0,23	0,12
137	A- 216	12,8	2,5	82,7	0,26	0,09
138	A- 217	11,7	2,9	80,3	0,26	0,10
139	A- 219	14,4	2,8	56,3	0,18	0,05
140	A- 220	15,8	3,6	60,2	0,19	0,07
141	A- 221	12,7	2,9	72,5	0,23	0,08
142	A- 224	13,4	2,6	83,6	0,27	0,10
143	A- 225	9,6	2,4	91	0,29	0,10
Total Volumen						16,50

Anexo 8. Estimación de volumen (Ecuación 1)

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
1	A- 01	3,65	65	0,21	0,08	0,08
2	A-02	3,75	69	0,22	0,09	0,09
3	A-03	5,67	72	0,23	0,15	0,10
4	A- 05	2,25	86	0,27	0,08	0,14
5	A- 08	2,29	53	0,17	0,03	0,05
6	A- 09	2,3	77	0,25	0,07	0,12
7	A- 10	2,1	72	0,23	0,06	0,10
8	A- 12	4	53	0,17	0,06	0,05
9	A- 13	2,44	59	0,19	0,04	0,07
10	A- 14	3,8	110	0,35	0,24	0,20
11	A- 16	3,3	67	0,21	0,07	0,08
12	A- 17	2,2	82	0,26	0,08	0,13
13	A- 19	3,2	90	0,29	0,14	0,15
14	A- 20	2,2	56	0,18	0,04	0,06
15	A- 23	2,5	54	0,17	0,04	0,05
16	A- 24	3,4	78	0,25	0,11	0,12
17	A- 25	3,5	96	0,31	0,17	0,17
18	A- 26	2,8	81	0,26	0,10	0,13
19	A- 28	4,2	100	0,32	0,22	0,18
20	A- 30	2,2	100	0,32	0,12	0,18
21	A- 31	5,2	85	0,27	0,19	0,14
22	A- 33	3,2	57	0,18	0,05	0,06
23	A- 34	3,4	96	0,31	0,17	0,17
24	A- 35	3,8	66	0,21	0,09	0,08
25	A- 36	4,1	99	0,32	0,21	0,18
26	A- 37	3,9	120	0,38	0,29	0,23
27	A- 38	5,4	88	0,28	0,22	0,14
28	A- 43	2,3	94,5	0,3	0,11	0,16
29	A- 45	3,3	105,2	0,33	0,18	0,19
30	A- 47	5,6	65,3	0,21	0,13	0,08
31	A- 48	2,6	90,9	0,29	0,11	0,15
32	A- 50	3,9	56,4	0,18	0,06	0,06
33	A- 52	2,8	70,4	0,22	0,07	0,09
34	A- 55	4,5	53,8	0,17	0,07	0,05
35	A- 60	3,5	77,2	0,25	0,11	0,12
36	A- 63	4,7	72,6	0,23	0,13	0,10
37	A- 64	5,6	53,6	0,17	0,08	0,05
38	A- 66	3,8	59,5	0,19	0,07	0,07
39	A- 67	2,9	110	0,35	0,18	0,20
40	A- 68	4,1	67,9	0,22	0,10	0,09
41	A- 69	2,9	82,8	0,26	0,10	0,13
42	A- 71	4,5	90,3	0,29	0,19	0,15
43	A- 78	2,8	56,7	0,18	0,05	0,06
44	A- 80	2,1	78,2	0,25	0,07	0,12
45	A- 82	2,9	96,3	0,31	0,14	0,17
46	A- 84	3,2	81,8	0,26	0,11	0,13
47	A- 85	2,8	74,2	0,24	0,08	0,11
48	A- 86	3,8	79,3	0,25	0,12	0,12
49	A- 87	4,3	85	0,27	0,16	0,14
50	A- 88	3,4	57,3	0,18	0,06	0,06
51	A- 89	4,2	96,2	0,31	0,21	0,17
52	A- 90	3,9	115,4	0,37	0,27	0,22
53	A- 92	3,6	88,6	0,28	0,14	0,14
54	A- 93	2,9	74,3	0,24	0,09	0,11
55	A- 94	3,8	49,5	0,16	0,05	0,04
56	A- 96	4,3	62,8	0,2	0,09	0,08

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
57	A- 98	5,9	74,7	0,24	0,17	0,11
58	A- 100	4,6	62,2	0,2	0,09	0,08
59	A- 102	3,9	93,7	0,3	0,18	0,16
60	A- 103	2,6	98,6	0,31	0,13	0,17
61	A- 104	2,4	82,5	0,26	0,08	0,13
62	A- 105	4,2	56,3	0,18	0,07	0,06
63	A- 106	4,3	89,2	0,28	0,17	0,14
64	A- 107	5,4	56,8	0,18	0,09	0,06
65	A- 109	2,7	48,7	0,16	0,04	0,04
66	A- 110	2,9	78,9	0,25	0,09	0,12
67	A- 112	2,4	98,3	0,31	0,12	0,17
68	A- 113	3,8	67,2	0,21	0,09	0,08
69	A- 114	3	47,5	0,15	0,03	0,03
70	A- 115	5,3	88,4	0,28	0,21	0,14
71	A- 116	3	85,7	0,27	0,11	0,14
72	A- 117	3,7	79,3	0,25	0,12	0,12
73	A- 119	2,3	90,2	0,29	0,10	0,15
74	A- 120	4,6	85,92	0,27	0,17	0,14
75	A- 123	2,1	77,9	0,25	0,07	0,12
76	A- 124	3,5	49	0,16	0,05	0,04
77	A- 125	3,4	38,4	0,12	0,02	0,01
78	A- 126	4,2	90,5	0,29	0,18	0,15
79	A- 128	3,6	110,8	0,35	0,23	0,20
80	A- 130	2,7	78,9	0,25	0,09	0,12
81	A- 132	3,8	69,3	0,22	0,09	0,09
82	A- 133	4,5	80	0,25	0,14	0,12
83	A- 134	5,2	92	0,29	0,22	0,15
84	A- 135	4,9	86	0,27	0,18	0,14
85	A- 138	2,9	88,5	0,28	0,12	0,14
86	A- 139	3,9	78,2	0,25	0,12	0,12
87	A- 140	5,3	93,5	0,3	0,24	0,16
88	A- 143	4,2	90,45	0,29	0,18	0,15
89	A- 144	3,1	79,3	0,25	0,10	0,12
90	A- 145	3,9	89,5	0,28	0,16	0,14
91	A- 146	2,8	42,8	0,14	0,03	0,02
92	A- 148	2,4	37,9	0,12	0,02	0,01
93	A- 150	2,8	51,9	0,17	0,04	0,05
94	A- 151	3,7	65,9	0,21	0,08	0,08
95	A- 152	3,5	49	0,16	0,05	0,04
96	A- 153	5,3	90,52	0,29	0,23	0,15
97	A- 154	5,1	88,53	0,28	0,20	0,14
98	A- 155	3,4	74,9	0,24	0,10	0,11
99	A- 156	4,2	88,5	0,28	0,17	0,14
100	A- 158	3,5	92,5	0,29	0,15	0,15
101	A- 160	2,3	81,8	0,26	0,08	0,13
102	A- 162	5	80,2	0,26	0,17	0,13
103	A- 163	3,8	40,9	0,13	0,03	0,02
104	A- 165	2,6	89,9	0,29	0,11	0,15
105	A- 166	3,87	82,7	0,26	0,13	0,13
106	A- 167	2,45	75,9	0,24	0,07	0,11
107	A- 168	4,5	56,2	0,18	0,07	0,06
108	A- 170	2,7	82,8	0,26	0,09	0,13
109	A- 172	3,7	95,7	0,3	0,17	0,16
110	A- 174	2,4	90,3	0,29	0,10	0,15
111	A- 175	4,34	78,9	0,25	0,14	0,12
112	A- 176	3,4	96,3	0,31	0,17	0,17
113	A- 177	5,8	78,7	0,25	0,19	0,12
114	A- 178	4,3	65,9	0,21	0,10	0,08

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
115	A- 180	4,58	88,4	0,28	0,18	0,14
116	A- 182	2,6	99,8	0,32	0,14	0,18
117	A- 184	4,1	57,8	0,18	0,07	0,06
118	A- 185	3,8	65,2	0,21	0,09	0,08
119	A- 186	3,2	90,4	0,29	0,14	0,15
120	A- 187	5,8	68,9	0,22	0,14	0,09
121	A- 190	2,5	77,4	0,25	0,08	0,12
122	A- 193	3,4	89,3	0,28	0,14	0,14
123	A- 194	4,2	82,3	0,26	0,14	0,13
124	A- 196	2,6	91,3	0,29	0,11	0,15
125	A- 197	3	72,4	0,23	0,08	0,10
126	A- 198	3,8	56,3	0,18	0,06	0,06
127	A- 200	4,6	69,3	0,22	0,11	0,09
128	A- 203	2,7	101,4	0,32	0,14	0,18
129	A- 204	3,4	47,4	0,15	0,04	0,03
130	A- 205	2,5	57,5	0,18	0,04	0,06
131	A- 207	3,2	73,8	0,23	0,09	0,10
132	A- 208	4,6	74,5	0,24	0,14	0,11
133	A- 209	2,6	85,4	0,27	0,10	0,14
134	A- 211	3,5	92,6	0,29	0,15	0,15
135	A- 212	3,7	85,4	0,27	0,14	0,14
136	A- 215	4,6	72,9	0,23	0,12	0,10
137	A- 216	2,5	82,7	0,26	0,09	0,13
138	A- 217	2,9	80,3	0,26	0,10	0,13
139	A- 219	2,8	56,3	0,18	0,05	0,06
140	A- 220	3,6	60,2	0,19	0,07	0,07
141	A- 221	2,9	72,5	0,23	0,08	0,10
142	A- 224	2,6	83,6	0,27	0,10	0,14
143	A- 225	2,4	91	0,29	0,10	0,15
Total volumen					16,50	16,50

Anexo 9. Estimación de volumen (Ecuación 2)

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
1	A- 01	3,65	65	0,21	0,08	0,10
2	A-02	3,75	69	0,22	0,09	0,11
3	A-03	5,67	72	0,23	0,15	0,19
4	A- 05	2,25	86	0,27	0,08	0,07
5	A- 08	2,29	53	0,17	0,03	0,03
6	A- 09	2,3	77	0,25	0,07	0,06
7	A- 10	2,1	72	0,23	0,06	0,05
8	A- 12	4	53	0,17	0,06	0,08
9	A- 13	2,44	59	0,19	0,04	0,04
10	A- 14	3,8	110	0,35	0,24	0,19
11	A- 16	3,3	67	0,21	0,07	0,08
12	A- 17	2,2	82	0,26	0,08	0,06
13	A- 19	3,2	90	0,29	0,14	0,12
14	A- 20	2,2	56	0,18	0,04	0,03
15	A- 23	2,5	54	0,17	0,04	0,04
16	A- 24	3,4	78	0,25	0,11	0,11
17	A- 25	3,5	96	0,31	0,17	0,15
18	A- 26	2,8	81	0,26	0,10	0,09
19	A- 28	4,2	100	0,32	0,22	0,20
20	A- 30	2,2	100	0,32	0,12	0,08
21	A- 31	5,2	85	0,27	0,19	0,21
22	A- 33	3,2	57	0,18	0,05	0,06
23	A- 34	3,4	96	0,31	0,17	0,15
24	A- 35	3,8	66	0,21	0,09	0,10
25	A- 36	4,1	99	0,32	0,21	0,19
26	A- 37	3,9	120	0,38	0,29	0,22
27	A- 38	5,4	88	0,28	0,22	0,23
28	A- 43	2,3	94,5	0,3	0,11	0,08
29	A- 45	3,3	105,2	0,33	0,18	0,15
30	A- 47	5,6	65,3	0,21	0,13	0,17
31	A- 48	2,6	90,9	0,29	0,11	0,09
32	A- 50	3,9	56,4	0,18	0,06	0,08
33	A- 52	2,8	70,4	0,22	0,07	0,07
34	A- 55	4,5	53,8	0,17	0,07	0,10
35	A- 60	3,5	77,2	0,25	0,11	0,11
36	A- 63	4,7	72,6	0,23	0,13	0,15
37	A- 64	5,6	53,6	0,17	0,08	0,13
38	A- 66	3,8	59,5	0,19	0,07	0,09
39	A- 67	2,9	110	0,35	0,18	0,14
40	A- 68	4,1	67,9	0,22	0,10	0,12
41	A- 69	2,9	82,8	0,26	0,10	0,09
42	A- 71	4,5	90,3	0,29	0,19	0,19
43	A- 78	2,8	56,7	0,18	0,05	0,05
44	A- 80	2,1	78,2	0,25	0,07	0,05
45	A- 82	2,9	96,3	0,31	0,14	0,12
46	A- 84	3,2	81,8	0,26	0,11	0,11
47	A- 85	2,8	74,2	0,24	0,08	0,08
48	A- 86	3,8	79,3	0,25	0,12	0,13
49	A- 87	4,3	85	0,27	0,16	0,17
50	A- 88	3,4	57,3	0,18	0,06	0,07
51	A- 89	4,2	96,2	0,31	0,21	0,19
52	A- 90	3,9	115,4	0,37	0,27	0,21
53	A- 92	3,6	88,6	0,28	0,14	0,14
54	A- 93	2,9	74,3	0,24	0,09	0,08
55	A- 94	3,8	49,5	0,16	0,05	0,07
56	A- 96	4,3	62,8	0,2	0,09	0,11

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
57	A- 98	5,9	74,7	0,24	0,17	0,21
58	A- 100	4,6	62,2	0,2	0,09	0,12
59	A- 102	3,9	93,7	0,3	0,18	0,17
60	A- 103	2,6	98,6	0,31	0,13	0,10
61	A- 104	2,4	82,5	0,26	0,08	0,07
62	A- 105	4,2	56,3	0,18	0,07	0,09
63	A- 106	4,3	89,2	0,28	0,17	0,17
64	A- 107	5,4	56,8	0,18	0,09	0,13
65	A- 109	2,7	48,7	0,16	0,04	0,04
66	A- 110	2,9	78,9	0,25	0,09	0,09
67	A- 112	2,4	98,3	0,31	0,12	0,09
68	A- 113	3,8	67,2	0,21	0,09	0,10
69	A- 114	3	47,5	0,15	0,03	0,04
70	A- 115	5,3	88,4	0,28	0,21	0,22
71	A- 116	3	85,7	0,27	0,11	0,10
72	A- 117	3,7	79,3	0,25	0,12	0,12
73	A- 119	2,3	90,2	0,29	0,10	0,08
74	A- 120	4,6	85,92	0,27	0,17	0,18
75	A- 123	2,1	77,9	0,25	0,07	0,05
76	A- 124	3,5	49	0,16	0,05	0,06
77	A- 125	3,4	38,4	0,12	0,02	0,03
78	A- 126	4,2	90,5	0,29	0,18	0,18
79	A- 128	3,6	110,8	0,35	0,23	0,18
80	A- 130	2,7	78,9	0,25	0,09	0,08
81	A- 132	3,8	69,3	0,22	0,09	0,11
82	A- 133	4,5	80	0,25	0,14	0,16
83	A- 134	5,2	92	0,29	0,22	0,23
84	A- 135	4,9	86	0,27	0,18	0,19
85	A- 138	2,9	88,5	0,28	0,12	0,10
86	A- 139	3,9	78,2	0,25	0,12	0,13
87	A- 140	5,3	93,5	0,3	0,24	0,24
88	A- 143	4,2	90,45	0,29	0,18	0,18
89	A- 144	3,1	79,3	0,25	0,10	0,10
90	A- 145	3,9	89,5	0,28	0,16	0,15
91	A- 146	2,8	42,8	0,14	0,03	0,03
92	A- 148	2,4	37,9	0,12	0,02	0,01
93	A- 150	2,8	51,9	0,17	0,04	0,04
94	A- 151	3,7	65,9	0,21	0,08	0,10
95	A- 152	3,5	49	0,16	0,05	0,06
96	A- 153	5,3	90,52	0,29	0,23	0,23
97	A- 154	5,1	88,53	0,28	0,20	0,21
98	A- 155	3,4	74,9	0,24	0,10	0,10
99	A- 156	4,2	88,5	0,28	0,17	0,17
100	A- 158	3,5	92,5	0,29	0,15	0,14
101	A- 160	2,3	81,8	0,26	0,08	0,07
102	A- 162	5	80,2	0,26	0,17	0,19
103	A- 163	3,8	40,9	0,13	0,03	0,05
104	A- 165	2,6	89,9	0,29	0,11	0,09
105	A- 166	3,87	82,7	0,26	0,13	0,14
106	A- 167	2,45	75,9	0,24	0,07	0,06
107	A- 168	4,5	56,2	0,18	0,07	0,10
108	A- 170	2,7	82,8	0,26	0,09	0,08
109	A- 172	3,7	95,7	0,3	0,17	0,16
110	A- 174	2,4	90,3	0,29	0,10	0,08
111	A- 175	4,34	78,9	0,25	0,14	0,15
112	A- 176	3,4	96,3	0,31	0,17	0,15
113	A- 177	5,8	78,7	0,25	0,19	0,22
114	A- 178	4,3	65,9	0,21	0,10	0,12

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
115	A- 180	4,58	88,4	0,28	0,18	0,19
116	A- 182	2,6	99,8	0,32	0,14	0,11
117	A- 184	4,1	57,8	0,18	0,07	0,09
118	A- 185	3,8	65,2	0,21	0,09	0,10
119	A- 186	3,2	90,4	0,29	0,14	0,12
120	A- 187	5,8	68,9	0,22	0,14	0,19
121	A- 190	2,5	77,4	0,25	0,08	0,07
122	A- 193	3,4	89,3	0,28	0,14	0,13
123	A- 194	4,2	82,3	0,26	0,14	0,15
124	A- 196	2,6	91,3	0,29	0,11	0,09
125	A- 197	3	72,4	0,23	0,08	0,08
126	A- 198	3,8	56,3	0,18	0,06	0,08
127	A- 200	4,6	69,3	0,22	0,11	0,14
128	A- 203	2,7	101,4	0,32	0,14	0,11
129	A- 204	3,4	47,4	0,15	0,04	0,05
130	A- 205	2,5	57,5	0,18	0,04	0,04
131	A- 207	3,2	73,8	0,23	0,09	0,09
132	A- 208	4,6	74,5	0,24	0,14	0,16
133	A- 209	2,6	85,4	0,27	0,10	0,08
134	A- 211	3,5	92,6	0,29	0,15	0,14
135	A- 212	3,7	85,4	0,27	0,14	0,14
136	A- 215	4,6	72,9	0,23	0,12	0,15
137	A- 216	2,5	82,7	0,26	0,09	0,08
138	A- 217	2,9	80,3	0,26	0,10	0,09
139	A- 219	2,8	56,3	0,18	0,05	0,05
140	A- 220	3,6	60,2	0,19	0,07	0,08
141	A- 221	2,9	72,5	0,23	0,08	0,08
142	A- 224	2,6	83,6	0,27	0,10	0,08
143	A- 225	2,4	91	0,29	0,10	0,08
Total volumen					16,50	16,50

Anexo 10. Estimación de volumen (Ecuación 3)

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
1	A- 01	3,65	65	0,21	0,08	0,08
2	A-02	3,75	69	0,22	0,09	0,09
3	A-03	5,67	72	0,23	0,15	0,10
4	A- 05	2,25	86	0,27	0,08	0,13
5	A- 08	2,29	53	0,17	0,03	0,05
6	A- 09	2,3	77	0,25	0,07	0,11
7	A- 10	2,1	72	0,23	0,06	0,10
8	A- 12	4	53	0,17	0,06	0,05
9	A- 13	2,44	59	0,19	0,04	0,07
10	A- 14	3,8	110	0,35	0,24	0,22
11	A- 16	3,3	67	0,21	0,07	0,08
12	A- 17	2,2	82	0,26	0,08	0,12
13	A- 19	3,2	90	0,29	0,14	0,15
14	A- 20	2,2	56	0,18	0,04	0,06
15	A- 23	2,5	54	0,17	0,04	0,05
16	A- 24	3,4	78	0,25	0,11	0,11
17	A- 25	3,5	96	0,31	0,17	0,17
18	A- 26	2,8	81	0,26	0,10	0,12
19	A- 28	4,2	100	0,32	0,22	0,18
20	A- 30	2,2	100	0,32	0,12	0,18
21	A- 31	5,2	85	0,27	0,19	0,13
22	A- 33	3,2	57	0,18	0,05	0,06
23	A- 34	3,4	96	0,31	0,17	0,17
24	A- 35	3,8	66	0,21	0,09	0,08
25	A- 36	4,1	99	0,32	0,21	0,18
26	A- 37	3,9	120	0,38	0,29	0,26
27	A- 38	5,4	88	0,28	0,22	0,14
28	A- 43	2,3	94,5	0,3	0,11	0,16
29	A- 45	3,3	105,2	0,33	0,18	0,20
30	A- 47	5,6	65,3	0,21	0,13	0,08
31	A- 48	2,6	90,9	0,29	0,11	0,15
32	A- 50	3,9	56,4	0,18	0,06	0,06
33	A- 52	2,8	70,4	0,22	0,07	0,09
34	A- 55	4,5	53,8	0,17	0,07	0,05
35	A- 60	3,5	77,2	0,25	0,11	0,11
36	A- 63	4,7	72,6	0,23	0,13	0,10
37	A- 64	5,6	53,6	0,17	0,08	0,05
38	A- 66	3,8	59,5	0,19	0,07	0,07
39	A- 67	2,9	110	0,35	0,18	0,22
40	A- 68	4,1	67,9	0,22	0,10	0,09
41	A- 69	2,9	82,8	0,26	0,10	0,12
42	A- 71	4,5	90,3	0,29	0,19	0,15
43	A- 78	2,8	56,7	0,18	0,05	0,06
44	A- 80	2,1	78,2	0,25	0,07	0,11
45	A- 82	2,9	96,3	0,31	0,14	0,17
46	A- 84	3,2	81,8	0,26	0,11	0,12
47	A- 85	2,8	74,2	0,24	0,08	0,11
48	A- 86	3,8	79,3	0,25	0,12	0,11
49	A- 87	4,3	85	0,27	0,16	0,13
50	A- 88	3,4	57,3	0,18	0,06	0,06
51	A- 89	4,2	96,2	0,31	0,21	0,17
52	A- 90	3,9	115,4	0,37	0,27	0,24
53	A- 92	3,6	88,6	0,28	0,14	0,14
54	A- 93	2,9	74,3	0,24	0,09	0,11
55	A- 94	3,8	49,5	0,16	0,05	0,05
56	A- 96	4,3	62,8	0,2	0,09	0,07

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
57	A- 98	5,9	74,7	0,24	0,17	0,11
58	A- 100	4,6	62,2	0,2	0,09	0,07
59	A- 102	3,9	93,7	0,3	0,18	0,16
60	A- 103	2,6	98,6	0,31	0,13	0,17
61	A- 104	2,4	82,5	0,26	0,08	0,12
62	A- 105	4,2	56,3	0,18	0,07	0,06
63	A- 106	4,3	89,2	0,28	0,17	0,14
64	A- 107	5,4	56,8	0,18	0,09	0,06
65	A- 109	2,7	48,7	0,16	0,04	0,05
66	A- 110	2,9	78,9	0,25	0,09	0,11
67	A- 112	2,4	98,3	0,31	0,12	0,17
68	A- 113	3,8	67,2	0,21	0,09	0,08
69	A- 114	3	47,5	0,15	0,03	0,04
70	A- 115	5,3	88,4	0,28	0,21	0,14
71	A- 116	3	85,7	0,27	0,11	0,13
72	A- 117	3,7	79,3	0,25	0,12	0,11
73	A- 119	2,3	90,2	0,29	0,10	0,15
74	A- 120	4,6	85,92	0,27	0,17	0,13
75	A- 123	2,1	77,9	0,25	0,07	0,11
76	A- 124	3,5	49	0,16	0,05	0,05
77	A- 125	3,4	38,4	0,12	0,02	0,03
78	A- 126	4,2	90,5	0,29	0,18	0,15
79	A- 128	3,6	110,8	0,35	0,23	0,22
80	A- 130	2,7	78,9	0,25	0,09	0,11
81	A- 132	3,8	69,3	0,22	0,09	0,09
82	A- 133	4,5	80	0,25	0,14	0,11
83	A- 134	5,2	92	0,29	0,22	0,15
84	A- 135	4,9	86	0,27	0,18	0,13
85	A- 138	2,9	88,5	0,28	0,12	0,14
86	A- 139	3,9	78,2	0,25	0,12	0,11
87	A- 140	5,3	93,5	0,3	0,24	0,16
88	A- 143	4,2	90,45	0,29	0,18	0,15
89	A- 144	3,1	79,3	0,25	0,10	0,11
90	A- 145	3,9	89,5	0,28	0,16	0,14
91	A- 146	2,8	42,8	0,14	0,03	0,04
92	A- 148	2,4	37,9	0,12	0,02	0,03
93	A- 150	2,8	51,9	0,17	0,04	0,05
94	A- 151	3,7	65,9	0,21	0,08	0,08
95	A- 152	3,5	49	0,16	0,05	0,05
96	A- 153	5,3	90,52	0,29	0,23	0,15
97	A- 154	5,1	88,53	0,28	0,20	0,14
98	A- 155	3,4	74,9	0,24	0,10	0,11
99	A- 156	4,2	88,5	0,28	0,17	0,14
100	A- 158	3,5	92,5	0,29	0,15	0,15
101	A- 160	2,3	81,8	0,26	0,08	0,12
102	A- 162	5	80,2	0,26	0,17	0,12
103	A- 163	3,8	40,9	0,13	0,03	0,03
104	A- 165	2,6	89,9	0,29	0,11	0,15
105	A- 166	3,87	82,7	0,26	0,13	0,12
106	A- 167	2,45	75,9	0,24	0,07	0,11
107	A- 168	4,5	56,2	0,18	0,07	0,06
108	A- 170	2,7	82,8	0,26	0,09	0,12
109	A- 172	3,7	95,7	0,3	0,17	0,16
110	A- 174	2,4	90,3	0,29	0,10	0,15
111	A- 175	4,34	78,9	0,25	0,14	0,11
112	A- 176	3,4	96,3	0,31	0,17	0,17
113	A- 177	5,8	78,7	0,25	0,19	0,11
114	A- 178	4,3	65,9	0,21	0,10	0,08

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
115	A- 180	4,58	88,4	0,28	0,18	0,14
116	A- 182	2,6	99,8	0,32	0,14	0,18
117	A- 184	4,1	57,8	0,18	0,07	0,06
118	A- 185	3,8	65,2	0,21	0,09	0,08
119	A- 186	3,2	90,4	0,29	0,14	0,15
120	A- 187	5,8	68,9	0,22	0,14	0,09
121	A- 190	2,5	77,4	0,25	0,08	0,11
122	A- 193	3,4	89,3	0,28	0,14	0,14
123	A- 194	4,2	82,3	0,26	0,14	0,12
124	A- 196	2,6	91,3	0,29	0,11	0,15
125	A- 197	3	72,4	0,23	0,08	0,10
126	A- 198	3,8	56,3	0,18	0,06	0,06
127	A- 200	4,6	69,3	0,22	0,11	0,09
128	A- 203	2,7	101,4	0,32	0,14	0,18
129	A- 204	3,4	47,4	0,15	0,04	0,04
130	A- 205	2,5	57,5	0,18	0,04	0,06
131	A- 207	3,2	73,8	0,23	0,09	0,10
132	A- 208	4,6	74,5	0,24	0,14	0,11
133	A- 209	2,6	85,4	0,27	0,10	0,13
134	A- 211	3,5	92,6	0,29	0,15	0,15
135	A- 212	3,7	85,4	0,27	0,14	0,13
136	A- 215	4,6	72,9	0,23	0,12	0,10
137	A- 216	2,5	82,7	0,26	0,09	0,12
138	A- 217	2,9	80,3	0,26	0,10	0,12
139	A- 219	2,8	56,3	0,18	0,05	0,06
140	A- 220	3,6	60,2	0,19	0,07	0,07
141	A- 221	2,9	72,5	0,23	0,08	0,10
142	A- 224	2,6	83,6	0,27	0,10	0,13
143	A- 225	2,4	91	0,29	0,10	0,15
Total Volumen					16,50	16,50

Anexo 11. Estimación de volumen (Ecuación 4)

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
1	A- 01	3,65	65	0,21	0,08	0,08
2	A-02	3,75	69	0,22	0,09	0,09
3	A-03	5,67	72	0,23	0,15	0,15
4	A- 05	2,25	86	0,27	0,08	0,08
5	A- 08	2,29	53	0,17	0,03	0,03
6	A- 09	2,3	77	0,25	0,07	0,07
7	A- 10	2,1	72	0,23	0,06	0,06
8	A- 12	4	53	0,17	0,06	0,06
9	A- 13	2,44	59	0,19	0,04	0,04
10	A- 14	3,8	110	0,35	0,24	0,24
11	A- 16	3,3	67	0,21	0,07	0,07
12	A- 17	2,2	82	0,26	0,08	0,08
13	A- 19	3,2	90	0,29	0,14	0,14
14	A- 20	2,2	56	0,18	0,04	0,04
15	A- 23	2,5	54	0,17	0,04	0,04
16	A- 24	3,4	78	0,25	0,11	0,11
17	A- 25	3,5	96	0,31	0,17	0,17
18	A- 26	2,8	81	0,26	0,10	0,10
19	A- 28	4,2	100	0,32	0,22	0,22
20	A- 30	2,2	100	0,32	0,12	0,12
21	A- 31	5,2	85	0,27	0,19	0,19
22	A- 33	3,2	57	0,18	0,05	0,05
23	A- 34	3,4	96	0,31	0,17	0,17
24	A- 35	3,8	66	0,21	0,09	0,09
25	A- 36	4,1	99	0,32	0,21	0,21
26	A- 37	3,9	120	0,38	0,29	0,29
27	A- 38	5,4	88	0,28	0,22	0,22
28	A- 43	2,3	94,5	0,3	0,11	0,11
29	A- 45	3,3	105,2	0,33	0,18	0,18
30	A- 47	5,6	65,3	0,21	0,13	0,13
31	A- 48	2,6	90,9	0,29	0,11	0,11
32	A- 50	3,9	56,4	0,18	0,06	0,06
33	A- 52	2,8	70,4	0,22	0,07	0,07
34	A- 55	4,5	53,8	0,17	0,07	0,07
35	A- 60	3,5	77,2	0,25	0,11	0,11
36	A- 63	4,7	72,6	0,23	0,13	0,13
37	A- 64	5,6	53,6	0,17	0,08	0,08
38	A- 66	3,8	59,5	0,19	0,07	0,07
39	A- 67	2,9	110	0,35	0,18	0,18
40	A- 68	4,1	67,9	0,22	0,10	0,10
41	A- 69	2,9	82,8	0,26	0,10	0,10
42	A- 71	4,5	90,3	0,29	0,19	0,19
43	A- 78	2,8	56,7	0,18	0,05	0,05
44	A- 80	2,1	78,2	0,25	0,07	0,07
45	A- 82	2,9	96,3	0,31	0,14	0,14
46	A- 84	3,2	81,8	0,26	0,11	0,11
47	A- 85	2,8	74,2	0,24	0,08	0,08
48	A- 86	3,8	79,3	0,25	0,12	0,12
49	A- 87	4,3	85	0,27	0,16	0,16
50	A- 88	3,4	57,3	0,18	0,06	0,06
51	A- 89	4,2	96,2	0,31	0,21	0,21
52	A- 90	3,9	115,4	0,37	0,27	0,27
53	A- 92	3,6	88,6	0,28	0,14	0,14
54	A- 93	2,9	74,3	0,24	0,09	0,09
55	A- 94	3,8	49,5	0,16	0,05	0,05
56	A- 96	4,3	62,8	0,2	0,09	0,09

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
57	A- 98	5,9	74,7	0,24	0,17	0,17
58	A- 100	4,6	62,2	0,2	0,09	0,09
59	A- 102	3,9	93,7	0,3	0,18	0,18
60	A- 103	2,6	98,6	0,31	0,13	0,13
61	A- 104	2,4	82,5	0,26	0,08	0,08
62	A- 105	4,2	56,3	0,18	0,07	0,07
63	A- 106	4,3	89,2	0,28	0,17	0,17
64	A- 107	5,4	56,8	0,18	0,09	0,09
65	A- 109	2,7	48,7	0,16	0,04	0,04
66	A- 110	2,9	78,9	0,25	0,09	0,09
67	A- 112	2,4	98,3	0,31	0,12	0,12
68	A- 113	3,8	67,2	0,21	0,09	0,09
69	A- 114	3	47,5	0,15	0,03	0,03
70	A- 115	5,3	88,4	0,28	0,21	0,21
71	A- 116	3	85,7	0,27	0,11	0,11
72	A- 117	3,7	79,3	0,25	0,12	0,12
73	A- 119	2,3	90,2	0,29	0,10	0,10
74	A- 120	4,6	85,92	0,27	0,17	0,17
75	A- 123	2,1	77,9	0,25	0,07	0,07
76	A- 124	3,5	49	0,16	0,05	0,05
77	A- 125	3,4	38,4	0,12	0,02	0,02
78	A- 126	4,2	90,5	0,29	0,18	0,18
79	A- 128	3,6	110,8	0,35	0,23	0,23
80	A- 130	2,7	78,9	0,25	0,09	0,09
81	A- 132	3,8	69,3	0,22	0,09	0,09
82	A- 133	4,5	80	0,25	0,14	0,14
83	A- 134	5,2	92	0,29	0,22	0,22
84	A- 135	4,9	86	0,27	0,18	0,18
85	A- 138	2,9	88,5	0,28	0,12	0,12
86	A- 139	3,9	78,2	0,25	0,12	0,12
87	A- 140	5,3	93,5	0,3	0,24	0,24
88	A- 143	4,2	90,45	0,29	0,18	0,18
89	A- 144	3,1	79,3	0,25	0,10	0,10
90	A- 145	3,9	89,5	0,28	0,16	0,16
91	A- 146	2,8	42,8	0,14	0,03	0,03
92	A- 148	2,4	37,9	0,12	0,02	0,02
93	A- 150	2,8	51,9	0,17	0,04	0,04
94	A- 151	3,7	65,9	0,21	0,08	0,08
95	A- 152	3,5	49	0,16	0,05	0,05
96	A- 153	5,3	90,52	0,29	0,23	0,23
97	A- 154	5,1	88,53	0,28	0,20	0,20
98	A- 155	3,4	74,9	0,24	0,10	0,10
99	A- 156	4,2	88,5	0,28	0,17	0,17
100	A- 158	3,5	92,5	0,29	0,15	0,15
101	A- 160	2,3	81,8	0,26	0,08	0,08
102	A- 162	5	80,2	0,26	0,17	0,17
103	A- 163	3,8	40,9	0,13	0,03	0,03
104	A- 165	2,6	89,9	0,29	0,11	0,11
105	A- 166	3,87	82,7	0,26	0,13	0,13
106	A- 167	2,45	75,9	0,24	0,07	0,07
107	A- 168	4,5	56,2	0,18	0,07	0,07
108	A- 170	2,7	82,8	0,26	0,09	0,09
109	A- 172	3,7	95,7	0,3	0,17	0,17
110	A- 174	2,4	90,3	0,29	0,10	0,10
111	A- 175	4,34	78,9	0,25	0,14	0,14
112	A- 176	3,4	96,3	0,31	0,17	0,17
113	A- 177	5,8	78,7	0,25	0,19	0,19
114	A- 178	4,3	65,9	0,21	0,10	0,10

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
115	A- 180	4,58	88,4	0,28	0,18	0,18
116	A- 182	2,6	99,8	0,32	0,14	0,14
117	A- 184	4,1	57,8	0,18	0,07	0,07
118	A- 185	3,8	65,2	0,21	0,09	0,09
119	A- 186	3,2	90,4	0,29	0,14	0,14
120	A- 187	5,8	68,9	0,22	0,14	0,14
121	A- 190	2,5	77,4	0,25	0,08	0,08
122	A- 193	3,4	89,3	0,28	0,14	0,14
123	A- 194	4,2	82,3	0,26	0,14	0,14
124	A- 196	2,6	91,3	0,29	0,11	0,11
125	A- 197	3	72,4	0,23	0,08	0,08
126	A- 198	3,8	56,3	0,18	0,06	0,06
127	A- 200	4,6	69,3	0,22	0,11	0,11
128	A- 203	2,7	101,4	0,32	0,14	0,14
129	A- 204	3,4	47,4	0,15	0,04	0,04
130	A- 205	2,5	57,5	0,18	0,04	0,04
131	A- 207	3,2	73,8	0,23	0,09	0,09
132	A- 208	4,6	74,5	0,24	0,14	0,14
133	A- 209	2,6	85,4	0,27	0,10	0,10
134	A- 211	3,5	92,6	0,29	0,15	0,15
135	A- 212	3,7	85,4	0,27	0,14	0,14
136	A- 215	4,6	72,9	0,23	0,12	0,12
137	A- 216	2,5	82,7	0,26	0,09	0,09
138	A- 217	2,9	80,3	0,26	0,10	0,10
139	A- 219	2,8	56,3	0,18	0,05	0,05
140	A- 220	3,6	60,2	0,19	0,07	0,07
141	A- 221	2,9	72,5	0,23	0,08	0,08
142	A- 224	2,6	83,6	0,27	0,10	0,10
143	A- 225	2,4	91	0,29	0,10	0,10
Total volumen					16,50	16,50

Anexo 12. Estimación de volumen (Ecuación 5)

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
1	A- 01	3,65	65	0,21	0,08	0,12
2	A-02	3,75	69	0,22	0,09	0,12
3	A-03	5,67	72	0,23	0,15	0,18
4	A- 05	2,25	86	0,27	0,08	0,07
5	A- 08	2,29	53	0,17	0,03	0,08
6	A- 09	2,3	77	0,25	0,07	0,08
7	A- 10	2,1	72	0,23	0,06	0,07
8	A- 12	4	53	0,17	0,06	0,13
9	A- 13	2,44	59	0,19	0,04	0,08
10	A- 14	3,8	110	0,35	0,24	0,12
11	A- 16	3,3	67	0,21	0,07	0,11
12	A- 17	2,2	82	0,26	0,08	0,07
13	A- 19	3,2	90	0,29	0,14	0,10
14	A- 20	2,2	56	0,18	0,04	0,07
15	A- 23	2,5	54	0,17	0,04	0,08
16	A- 24	3,4	78	0,25	0,11	0,11
17	A- 25	3,5	96	0,31	0,17	0,11
18	A- 26	2,8	81	0,26	0,10	0,09
19	A- 28	4,2	100	0,32	0,22	0,13
20	A- 30	2,2	100	0,32	0,12	0,07
21	A- 31	5,2	85	0,27	0,19	0,17
22	A- 33	3,2	57	0,18	0,05	0,10
23	A- 34	3,4	96	0,31	0,17	0,11
24	A- 35	3,8	66	0,21	0,09	0,12
25	A- 36	4,1	99	0,32	0,21	0,13
26	A- 37	3,9	120	0,38	0,29	0,13
27	A- 38	5,4	88	0,28	0,22	0,17
28	A- 43	2,3	94,5	0,3	0,11	0,08
29	A- 45	3,3	105,2	0,33	0,18	0,11
30	A- 47	5,6	65,3	0,21	0,13	0,18
31	A- 48	2,6	90,9	0,29	0,11	0,09
32	A- 50	3,9	56,4	0,18	0,06	0,13
33	A- 52	2,8	70,4	0,22	0,07	0,09
34	A- 55	4,5	53,8	0,17	0,07	0,14
35	A- 60	3,5	77,2	0,25	0,11	0,11
36	A- 63	4,7	72,6	0,23	0,13	0,15
37	A- 64	5,6	53,6	0,17	0,08	0,18
38	A- 66	3,8	59,5	0,19	0,07	0,12
39	A- 67	2,9	110	0,35	0,18	0,09
40	A- 68	4,1	67,9	0,22	0,10	0,13
41	A- 69	2,9	82,8	0,26	0,10	0,09
42	A- 71	4,5	90,3	0,29	0,19	0,14
43	A- 78	2,8	56,7	0,18	0,05	0,09
44	A- 80	2,1	78,2	0,25	0,07	0,07
45	A- 82	2,9	96,3	0,31	0,14	0,09
46	A- 84	3,2	81,8	0,26	0,11	0,10
47	A- 85	2,8	74,2	0,24	0,08	0,09
48	A- 86	3,8	79,3	0,25	0,12	0,12
49	A- 87	4,3	85	0,27	0,16	0,14
50	A- 88	3,4	57,3	0,18	0,06	0,11
51	A- 89	4,2	96,2	0,31	0,21	0,13
52	A- 90	3,9	115,4	0,37	0,27	0,13
53	A- 92	3,6	88,6	0,28	0,14	0,12
54	A- 93	2,9	74,3	0,24	0,09	0,09
55	A- 94	3,8	49,5	0,16	0,05	0,12
56	A- 96	4,3	62,8	0,2	0,09	0,14

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
57	A- 98	5,9	74,7	0,24	0,17	0,19
58	A- 100	4,6	62,2	0,2	0,09	0,15
59	A- 102	3,9	93,7	0,3	0,18	0,13
60	A- 103	2,6	98,6	0,31	0,13	0,09
61	A- 104	2,4	82,5	0,26	0,08	0,08
62	A- 105	4,2	56,3	0,18	0,07	0,13
63	A- 106	4,3	89,2	0,28	0,17	0,14
64	A- 107	5,4	56,8	0,18	0,09	0,17
65	A- 109	2,7	48,7	0,16	0,04	0,09
66	A- 110	2,9	78,9	0,25	0,09	0,09
67	A- 112	2,4	98,3	0,31	0,12	0,08
68	A- 113	3,8	67,2	0,21	0,09	0,12
69	A- 114	3	47,5	0,15	0,03	0,10
70	A- 115	5,3	88,4	0,28	0,21	0,17
71	A- 116	3	85,7	0,27	0,11	0,10
72	A- 117	3,7	79,3	0,25	0,12	0,12
73	A- 119	2,3	90,2	0,29	0,10	0,08
74	A- 120	4,6	85,92	0,27	0,17	0,15
75	A- 123	2,1	77,9	0,25	0,07	0,07
76	A- 124	3,5	49	0,16	0,05	0,11
77	A- 125	3,4	38,4	0,12	0,02	0,11
78	A- 126	4,2	90,5	0,29	0,18	0,13
79	A- 128	3,6	110,8	0,35	0,23	0,12
80	A- 130	2,7	78,9	0,25	0,09	0,09
81	A- 132	3,8	69,3	0,22	0,09	0,12
82	A- 133	4,5	80	0,25	0,14	0,14
83	A- 134	5,2	92	0,29	0,22	0,17
84	A- 135	4,9	86	0,27	0,18	0,16
85	A- 138	2,9	88,5	0,28	0,12	0,09
86	A- 139	3,9	78,2	0,25	0,12	0,13
87	A- 140	5,3	93,5	0,3	0,24	0,17
88	A- 143	4,2	90,45	0,29	0,18	0,13
89	A- 144	3,1	79,3	0,25	0,10	0,10
90	A- 145	3,9	89,5	0,28	0,16	0,13
91	A- 146	2,8	42,8	0,14	0,03	0,09
92	A- 148	2,4	37,9	0,12	0,02	0,08
93	A- 150	2,8	51,9	0,17	0,04	0,09
94	A- 151	3,7	65,9	0,21	0,08	0,12
95	A- 152	3,5	49	0,16	0,05	0,11
96	A- 153	5,3	90,52	0,29	0,23	0,17
97	A- 154	5,1	88,53	0,28	0,20	0,16
98	A- 155	3,4	74,9	0,24	0,10	0,11
99	A- 156	4,2	88,5	0,28	0,17	0,13
100	A- 158	3,5	92,5	0,29	0,15	0,11
101	A- 160	2,3	81,8	0,26	0,08	0,08
102	A- 162	5	80,2	0,26	0,17	0,16
103	A- 163	3,8	40,9	0,13	0,03	0,12
104	A- 165	2,6	89,9	0,29	0,11	0,09
105	A- 166	3,87	82,7	0,26	0,13	0,12
106	A- 167	2,45	75,9	0,24	0,07	0,08
107	A- 168	4,5	56,2	0,18	0,07	0,14
108	A- 170	2,7	82,8	0,26	0,09	0,09
109	A- 172	3,7	95,7	0,3	0,17	0,12
110	A- 174	2,4	90,3	0,29	0,10	0,08
111	A- 175	4,34	78,9	0,25	0,14	0,14
112	A- 176	3,4	96,3	0,31	0,17	0,11
113	A- 177	5,8	78,7	0,25	0,19	0,18
114	A- 178	4,3	65,9	0,21	0,10	0,14

ITEM	Código de árbol	Altura fustal (Hf)	CAP (cm)	DAP (m)	Volumen real	Estimación de volumen
115	A- 180	4,58	88,4	0,28	0,18	0,15
116	A- 182	2,6	99,8	0,32	0,14	0,09
117	A- 184	4,1	57,8	0,18	0,07	0,13
118	A- 185	3,8	65,2	0,21	0,09	0,12
119	A- 186	3,2	90,4	0,29	0,14	0,10
120	A- 187	5,8	68,9	0,22	0,14	0,18
121	A- 190	2,5	77,4	0,25	0,08	0,08
122	A- 193	3,4	89,3	0,28	0,14	0,11
123	A- 194	4,2	82,3	0,26	0,14	0,13
124	A- 196	2,6	91,3	0,29	0,11	0,09
125	A- 197	3	72,4	0,23	0,08	0,10
126	A- 198	3,8	56,3	0,18	0,06	0,12
127	A- 200	4,6	69,3	0,22	0,11	0,15
128	A- 203	2,7	101,4	0,32	0,14	0,09
129	A- 204	3,4	47,4	0,15	0,04	0,11
130	A- 205	2,5	57,5	0,18	0,04	0,08
131	A- 207	3,2	73,8	0,23	0,09	0,10
132	A- 208	4,6	74,5	0,24	0,14	0,15
133	A- 209	2,6	85,4	0,27	0,10	0,09
134	A- 211	3,5	92,6	0,29	0,15	0,11
135	A- 212	3,7	85,4	0,27	0,14	0,12
136	A- 215	4,6	72,9	0,23	0,12	0,15
137	A- 216	2,5	82,7	0,26	0,09	0,08
138	A- 217	2,9	80,3	0,26	0,10	0,09
139	A- 219	2,8	56,3	0,18	0,05	0,09
140	A- 220	3,6	60,2	0,19	0,07	0,12
141	A- 221	2,9	72,5	0,23	0,08	0,09
142	A- 224	2,6	83,6	0,27	0,10	0,09
143	A- 225	2,4	91	0,29	0,10	0,08
Total volumen					16,50	16,50

Anexo 13. Regresión de la ecuación 1

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.81478612
Coeficiente de determinación R ²	0.66387643
R ² ajustado	0.66149257
Error típico	0.0327429
Observaciones	143

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.298566975	0.298566975	278.48858	3.40541E-35
Residuos	141	0.151165781	0.001072098		
Total	142	0.449732756			

Anexo 14. Regresión de la ecuación 2

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.940277601
Coeficiente de determinación R ²	0.884121967
R ² ajustado	0.883300137
Error típico	0.019225085
Observaciones	143

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.397618609	0.397618609	1075.797	7.32801E-68
Residuos	141	0.052114147	0.000369604		
Total	142	0.449732756			

Anexo 15. Regresión de la ecuación 3

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.82020666
Coeficiente de determinación R ²	0.67273896
R ² ajustado	0.67041796
Error típico	0.03230836
Observaciones	143

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.302552747	0.302552747	289.84872	5.14305E-36
Residuos	141	0.147180009	0.00104383		
Total	142	0.449732756			

Anexo 16. Regresión de la ecuación 4

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	1
Coeficiente de determinación R ²	1
R ² ajustado	1
Error típico	2.9858E-17
Observaciones	143

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.449732756	0.449732756	5.0447E+32	0
Residuos	141	1.25701E-31	8.91498E-34		
Total	142	0.449732756			

Anexo 17. Regresión de la ecuación 5

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0.5228489
Coeficiente de determinación R ²	0.27337097
R ² ajustado	0.26821757
Error típico	0.04814199
Observaciones	143

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0.122943881	0.122943881	53.0467483	2.10378E-11
Residuos	141	0.326788875	0.002317652		
Total	142	0.449732756			

Anexo 18. Panel fotográfico



Fotos 1 y 2. Georreferenciación y codificación de los árboles de “acerillo” (*Aspidosperma polyneuron* Müll, Arg),



Fotos 3 y 4. Medición de diámetro de altura sobre pecho (DAP)



Fotos 5, 6, 7. Medición de altura total (Ht) y altura fustal (h)