

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE



TESIS

“Factor de forma de *Couratari macrosperma* A.C.Sm. en un bosque de terraza alta, sector Gamitana – Las Piedras, Madre de Dios”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**

AUTOR:

Bach. DIAZ VELA, Giancarlo Sinbad

ASESOR:

Ing. VELA DA FONSECA, Mauro

Puerto Maldonado, Diciembre

2022

UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZÓNICA DE MADRE
DE DIOS
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE



TESIS

“Factor de forma de *Couratari macrosperma* A.C.Sm. en un bosque de terraza alta, sector Gamitana – Las Piedras, Madre de Dios”

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
FORESTAL Y MEDIO AMBIENTE**

AUTOR:

Bach. DIAZ VELA, Giancarlo Sinbad

ASESOR:

Ing. VELA DA FONSECA, Mauro

Puerto Maldonado, Diciembre

2022

PRESENTACIÓN

Es un honor dar a conocer al mundo científico la siguiente investigación realizada con el fin de determinar como base principal el factor de forma de la especie *Couratari macrosperma* conocida localmente como Misa Colorada, teniendo por finalidad dar un aporte al sector forestal y poder realizar la titulación de mi persona como Ingeniero Forestal y Medio Ambiente, en la Universidad Nacional Amazónica Madre de Dios.

En los últimos años se dan muchas complejidades para poder obtener el volumen cuantificado que existe en los bosques de la región Madre de Dios, utilizando como una alternativa estándar el factor de forma 0,65, el cual arroja resultados imprecisos en las cubicaciones con respecto al volumen real, causando dificultades a los concesionarios dedicados a este rubro al momento de su planificación para su aprovechamiento.

La metodología en campo fue con mediciones cuantificadas de la manera más clara y objetiva para la determinación del volumen de la respectiva especie investigada, obteniendo la data en campo en la fase de aprovechamiento.

INTRODUCCIÓN

En el Perú, la región amazónica alberga más del 90% de los bosques, donde se calcula que existen más de 4 700 especies de árboles, 670 son especies forestales maderables; sin embargo solo 389 especies cuentan con información o están incluidas dentro de listas oficiales de especies forestales maderables (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre 2020, P. 7).

Para realizar el aprovechamiento del recurso forestal maderable, se requiere investigar sus características fundamentales como la forma del fuste que esta expresado como un coeficiente mórfico, información que nos permite ser más eficientes en la planificación del proceso de extracción maderable. Según el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre sugiere utilizar el factor de forma 0,65 para la estimación del volumen de árboles en pie, coeficiente que puede ser modificado o reemplazado con el sustento de investigaciones realizados por especialistas forestales (SERFOR 2016, P.19).

En el transcurso del tiempo se ha ido incrementando la extracción maderable de la especie *Couratari macrosperma* en la región Madre de Dios, aumentando la producción y así mejorando el desarrollo principalmente socioeconómico en la región. La producción de madera rolliza en el año 2017 a nivel nacional fue de 16 213,24 m³ y la producción de madera aserrada fue de 6 147,52 m³ (SERFOR 2017, P. 20).

Por consiguiente, uno de los grandes problemas en el sector forestal es el no contar con un factor de forma específico para todas las especies, de tal manera afecta en gran magnitud a las empresas madereras, dando la escasa coincidencia del volumen real con respecto al volumen estimado en campo, reflejándose incoherencias al momento de transitar por los puestos de controles forestales.

La metodología utilizada fue la del método destructivo que implica la tumba del árbol para la obtención de medidas de diámetros y longitud comercial

para la especie *Couratari macrosperma*, metodología que también fue utilizada en el estudio más reciente en la región de Madre de Dios de las especies (*Myroxylon balsamum* HARMS, *Hymenaea oblongifolia* HUBER y *Dipteryx odorata* (Jara y Fernandez 2019, P. 37).

La medición correcta de la madera es de suma importancia en todo proceso de transformación y comercialización, por lo que un técnico maderero calificado debe dominar estos conceptos, por que los encontrará en todas las etapas de producción empezando desde el inventario en campo hasta el despacho del producto transformado (Sanchez 2012, P. 13).

Por lo tanto, es muy importante conocer y usar adecuadamente un factor de forma y/o tablas volumétricas para cada especie, lo que contribuye a tener un mejor uso de las especies que se encuentran en los bosques naturales, promoviendo así un aprovechamiento eficiente de la madera.

TURNITIN_GIANCARLO DIAZ VARGAS

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unu.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	vsip.info Fuente de Internet	3%
3	repositorio.unia.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unamad.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	1library.co Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios Trabajo del estudiante	1%
7	repositorio.unapiquitos.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	

ÍNDICE

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Formulación del problema	2
1.3 Objetivos de investigación	2
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Variables de investigación	3
1.4.1 Operacionalización de variables.....	3
1.5 Hipótesis	5
1.5.1 Hipótesis general.....	5
1.5.2 Hipótesis Específicos	5
1.6 Justificación	5
1.7 Consideraciones éticas.....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1 Antecedentes de investigación	8
2.2 Revisión bibliográfica	12
2.2.1 <i>Couratari macrosperma</i>	12
2.2.2 Bosque de terraza alta	13
2.2.3 Inventarios forestales	13
2.2.4 Estimación del Volumen.....	13
2.2.5 Forma del fuste	16
2.2.6 Factor de forma.....	18
2.2.7 Métodos de medición del perfil del fuste	19
2.2.8 Marco conceptual	20
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	23
3.1 Tipo de estudio	23
3.2 Diseño del estudio	23
3.3 Delimitación espacial y temporal	23
3.3.1 Características fisiográficas y ecológicas.....	26
3.4 Población y muestra	26
3.4.1 Población	26
3.4.2 Muestra	27
3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27

3.5.1	Métodos y técnicas.....	27
3.5.2	Instrumentos	30
3.5.3	Procesamiento de datos y análisis estadístico	30
CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		40
4.1	Factor de forma por clase diamétrica.....	40
4.2	Ahusamiento.....	41
4.3	Modelos matemáticos	42
4.3.1	Prueba de análisis de varianza (ANOVA)	42
4.3.2	Análisis de las pruebas de precisión de los modelos evaluados	44
4.3.3	El valor ponderado de los resultados de los parámetros estadísticos utilizados	46
4.3.4	Residuos de los modelos matemáticos puestos a prueba ...	47
	47
4.3.5	Tabla de volumen.....	48
4.4	Factor de forma de <i>Couratari macrosperma</i>	50

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Factores de forma en diferentes especies.	10
<i>Figura 2.</i> Mediciones en los diferentes estados de aprovechamiento del fuste comercial.	14
<i>Figura 3.</i> Árbol con fuste comercial definido por sus características.	15
<i>Figura 4.</i> Tipos de árboles.	16
<i>Figura 5.</i> Formas geométricas o tipos dendrométricos.	17
<i>Figura 6.</i> Factor de forma del fuste de un árbol.	19
<i>Figura 7.</i> Ubicación de área de la investigación	24
<i>Figura 8.</i> Medición del variable diámetro en el fuste comercial.	29
<i>Figura 9.</i> Factor promedio de misa colorada	40
<i>Figura 10.</i> Comparación de los ahusamiento con diferentes estudios correspondiente a otras especies.	41
<i>Figura 11.</i> Residuos distribuidos de los modelos matemáticos (Schumacher, Spurr y factor de forma constante)	47
<i>Figura 12.</i> Comparación de factor de forma con antecedentes.	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	3
Tabla 2 <i>Coefficientes de forma según su geometría fustal.</i>	19
Tabla 3. <i>Información preliminar del área de estudio</i>	25
Tabla 4. <i>Ubicación geográfica</i>	25
Tabla 5. <i>Ubicación del área de manejo (PC-01)-MADERA</i>	25
Tabla 6. <i>Modelos matemáticos</i>	34
Tabla 7. <i>ANOVA para la tendencia lineal</i>	35
Tabla 8. <i>ANOVA para la tendencia curvilínea</i>	35
Tabla 9. Análisis de varianza de modelos matemáticos puestos a prueba para Couratari Macrosperma.	42
Tabla 10. Prueba de análisis de precisión de los modelos puestos a la evaluación.....	44
Tabla 11. Modelo ganador a través del ponderado selectivo o ganador..	46
Tabla 12. Presentación de los modelos matemáticos con sus respectivas ecuaciones.....	48

CAPÍTULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Descripción del problema

El Perú es uno de los países con mayor dimensión de bosques naturales del mundo y segundo en Sudamérica, posee una alta diversidad en la flora, por la cual existe diversas maderas de muy buena calidad y con gran demanda en el mercado local e internacional (Ministerio del Ambiente 2016, P. 29).

Hoy en día las entidades forestales vienen utilizando el factor de forma establecido por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre que es el 0,65 que de alguna manera u otra puede ser reemplazado por otro factor de forma para cada especie en específico debidamente justificado con estudios científicos, siendo muy fundamental para que exista una mejor gestión de la madera que es extraída de los bosques naturales (SERFOR 2016, P.19).

La existencia de un factor de forma específico para cada especie genera sobrestimaciones o subestimaciones de madera al momento de planificar la extracción en campo, ocasionando también problemas de pase en los puestos de controles de madera rolliza y aserrada, debido a que cada especie arbórea posee una forma distinta de su fuste a las demás siendo en algunas más pronunciadas el ahusamiento y otras menos.

Realizar una estimación fiable en los trabajos de campos por los profesionales especializados en inventarios forestales es de suma importancia, ya que permite tener una mejor estimación de volumen de los árboles en pie que posteriormente serán aprovechados en los aserraderos.

Actualmente existen deficiencias en los inventarios forestales por la sub y/o sobrestimación de volumen de los árboles en pie, creando descuadres o no coincidencias cuando el árbol se encuentra aserrado, lo cual es un problema tanto para las entidades forestales que controlan el transporte de los productos maderables y como también para el concesionario siendo en muchas ocasiones el más afectado.

Esto nos muestra que existe una necesidad urgente de realizar diversos estudios con las especies forestales comerciales, para determinar el factor de forma adecuado que permita realizar un mejor manejo forestal.

Por tal motivo la investigación que se realizó para la determinación del Factor de forma de la especie *Couratari macrosperma*, siendo una de las especies empleadas para la construcción, carpintería y acabados por la calidad de su madera y que en los últimos años se ha intensificado la extracción de esta especie en la región Madre de Dios (SERFOR 2017, P. 20).

1.2 Formulación del problema

General

¿Cuál es el factor de forma de *Couratari macrosperma* A.C.Sm. en un bosque de terraza alta, sector Gamitana – Las Piedras, Madre de Dios?

Específico

¿Cuál es el factor de forma por clase diamétrica de *Couratari macrosperma*?

¿Cuál es el ahusamiento de los árboles de *Couratari macrosperma*.

¿Cuál es la mejor ecuación para estimar el volumen de la especie *Couratari macrosperma*.

1.3 Objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo general

Determinar el factor de forma de *Couratari macrosperma* A.C.Sm. en un bosque de terraza alta, sector Gamitana – Las Piedras, Madre de Dios.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Calcular el factor de forma por clase diamétrica de *Couratari macrosperma*.
- ✓ Determinar el ahusamiento de los árboles de *Couratari macrosperma*.
- ✓ Comparar y determinar la mejor ecuación para estimar el volumen de la especie *Couratari macrosperma*.

1.4 Variables de investigación

Variables independientes: Especie, Altura comercial y Diámetro del fuste.

Variables dependientes: Factor de forma, Volumen y Ahusamiento

1.4.1 Operacionalización de variables

A continuación, se muestran la operacionalización de las variables:

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
<p>Independientes:</p> <p>Especie.- Unidad básica de la clasificación biológica de las plantas.</p> <p>Altura comercial.- Son medidas de longitud que se usó en campo de un árbol tumbado desde un extremo al otro.</p> <p>Diámetro de fuste.- Medición del diámetro de las trozas divididas en varias secciones de 2 metros.</p>	<p>Especie.- Muestra de una especie arbórea identificada correctamente por especialistas de la botánica.</p>	D1. Especie	Nombre científico	12
	<p>Altura comercial.- medida directa obtenida del inicio del fuste hasta el final, dicho fuste es lo más aprovechado en el campo por poseer una forma apta para la transformación expresada en metros.</p>	D2. Altura comercial	HC	21
	<p>Diámetro de fuste.- medida directa cubriendo la circunferencia total del ancho del fuste para saber el ancho o grosor expresado en metros o centímetros.</p>	D3. Diámetro de fuste	Diámetro en Secciones (D 1, 2,3,..)	30

DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS
<p>Dependientes:</p> <p>Volumen.- espacio ocupado por un cuerpo geométrico.</p> <p>Factor de Forma.- El coeficiente mórfico es la relación que existe entre el volumen real de un fuste y el volumen de un cuerpo geométrico convencional.</p> <p>Ahusamiento.- Es la reducción de la conicidad del árbol por cada unidad de longitud.</p>	<p>Volumen real.- Es el procedimiento de medir diámetros equidistantes a lo largo del tronco que generalmente la distancia utilizada es de 2 metros.</p> <p><i>Fórmula de Smalian:</i></p> $Vm^3 = \frac{(AB_1m^2 + AB_2m^2)}{2} * L$ <p>Volumen del Cilindro.- Volumen obtenido a través de las medidas de área basal con la longitud expresada en metros cúbicos.</p> $VCm^3 = ABm^2 * Lm$	D1. Volumen	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen real • Volumen del Cilindro • Volumen en función de modelos matemáticos (Schumacher, Spurr, Factor de forma constante) 	<p>32</p> <p>33</p> <p>35</p>
	<p>Volumen en función de Modelos matemáticos.- Modelos o ecuaciones volumétricas que predicen el volumen de un árbol a partir del DAP, altura y en ocasiones el factor de forma.</p> $V = \ln V = a + b \ln D + c \ln H$ $V = a + b(D^2 \cdot H)$ $V = a + b \cdot \ln (Ff \cdot D^2 \cdot H)$ <p>Factor de Forma.- factor de forma es obtenido a través de la reducción del fuste a través de la ecuación:</p> $Ff = \frac{\text{Volumen del árbol}}{\text{Volumen del cilindro}}$	D2. Factor de forma	<ul style="list-style-type: none"> • Ff 	31
	<p>Ahusamiento.- obtenida mediante la medición del diámetro inicio con respecto al diámetro final:</p> $AHUS = \frac{D_i cm - D_f cm}{HC - HA}$	D3.- Ahusamiento	<ul style="list-style-type: none"> • AHUS 	34

1.5 Hipótesis

1.5.1 Hipótesis general

Ho: La determinación del factor de forma no influye directamente en la estimación de volumen comercial de la especie *Couratari macrosperma*.

H1: La determinación del factor de forma si influye directamente en la estimación de volumen comercial de la especie *Couratari macrosperma*.

1.5.2 Hipótesis Específicos

Ho: En las clases diamétricas de la especie *Couratari macrosperma*, no existe diferencias en los factores de forma.

H1: En las clases diamétricas de la especie *Couratari macrosperma*, si existe diferencias en los factores de forma.

Ho: En la especie *Couratari macrosperma*, no existe un ahusamiento en los fustes comerciales.

H1: En la especie *Couratari macrosperma*, si existe un ahusamiento en los fustes comerciales.

Ho: El volumen de las especies forestales de un bosque de terraza alta en el sector Gamitana no tiene un ajuste a un modelo matemático para la especie *Couratari macrosperma*.

H1: El volumen de las especies forestales de un bosque de terraza alta en el sector Gamitana tiene un ajuste a un modelo matemático para la especie *Couratari macrosperma*.

1.6 Justificación

Los bosques proporcionan un amplio abanico de beneficios sociales, económicos y medioambientales, ya se refieran al empleo, a la mejora de la calidad de vida de una población, a los beneficios generados por la transformación y comercialización de los productos forestales o a las

inversiones en el sector forestal. Se realiza aperturas y mejoramiento de carreteras donde se beneficia a muchos agricultores y castañeros para que logren comercializar sus productos a la carretera Interoceánica o mercado más cercano, dando la posibilidad de dar ingresos a las familias que forman parte directamente o indirectamente de las actividades forestales.

Las ventajas de realizar un aprovechamiento responsable en un bosque manejado de acuerdo a las normas establecidas por las autoridades forestales, nos permite reducir la tala masiva descontrolada, siendo uno de los aspectos ambientales fundamentales para la regeneración de los bosques 5 para las generaciones futuras y así manteniendo la actividad forestal en el transcurso del tiempo (Imaña 1998, P. 68).

La especie *Couratari macrosperma* en estos últimos años se ha incrementado la extracción de los bosques naturales en la región Madre de Dios, aportando el incremento de la producción y así mejorando el desarrollo social y económico en la región. La producción de madera rolliza en el año 2017 a nivel nacional fue de 16 213,24 m³ y la producción de madera aserrada fue de 6 147,52 m³ (SERFOR 2017, P. 20).

En la actualidad ya existen varios estudios realizados de factor de forma en la región de Madre de Dios, en el Perú y también en el hermano país del Ecuador. Es por ello, que se considera este estudio relevante por cuanto los resultados beneficiarán a concesiones forestales maderables a nivel nacional y concesionario en Madre de Dios, en donde los resultados de esta investigación serán utilizados para facilitar las complejidades en la gestión de nuestros recursos maderables extraídos de los bosques naturales.

La investigación es fundamental para las instituciones ya sea directamente o indirectamente el cual dará un mejor control de la madera transportada desde el bosque hasta el mercado final, también es de gran importancia el factor de forma para investigaciones ambientales para la cuantificación de madera y acumulación de CO₂ en los fustes de los arboles tropicales. La investigación es de utilidad para las instituciones como el Servicio Nacional Forestal y de

Fauna Silvestre (SERFOR), Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales (OSINFOR), Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), Sistema Nacional de Gestión Forestal y de Fauna Silvestre (SINAFOR), Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), Sistema Nacional de Información Forestal y de Fauna Silvestre (SNIFFS), Sistema Nacional de Control y Vigilancia Forestal y de Fauna Silvestre (SNCVFFS) , entre otros.

Por tal motivo, la presente investigación buscó determinar el factor de forma de *Couratari macrosperma* y demostrar que el factor de forma 0,65 está siendo utilizada erróneamente, ya que en muchas de las especies maderables sobrestima volumen y en otras subestima, esto se debe a que cada especie presenta sus propias características morfológicas.

1.7 Consideraciones éticas

Se cumplió con el Reglamento vigente de grados y títulos de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. Además, se dio facilidades para la obtención de datos de campo y procesamiento de los mismos que se informó en su momento sobre los resultados obtenidos al concesionario donde se realizó la investigación. Para el reconocimiento de la especie se cumplió los pasos de recolección para su posterior identificación con el especialista botánico del herbario para tener una mejor acreditación.

El trabajo de recolección de información fue únicamente mediciones de los árboles tumbados por el concesionario, se respetará el bosque evitando contaminación alguna hacia el suelo y cuerpos de agua como quebradas, de tal forma también se cumplió el protocolo sanitario del COVID-19 cuando sea necesario para evitar la dispersión de la enfermedad.

Por otra parte también se respeta a los autores secundarios por la información recopilada para la presente investigación, siendo de suma importancia las fuentes para que sea posible todo tipo de investigaciones a nivel mundial para el desarrollo de la humanidad.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de investigación

Internacional

Aguilar (2017, P. 83), realizó el estudio de factor de forma para la especie *Tectona grandis* en la Región Autónoma Costa Caribe Norte de la nacionalidad de Nicaragua, con la unidad de muestra de 255 árboles en la finca de plantaciones, en las cuales determinaron un factor de forma promedio de 0,55 demostrando la forma por la cual se le denomina especies coníferas.

Sánchez (2012, P. 49), determinó que el factor de forma para las especies maderables en la provincia de Orellana- Ecuador son: 0,8 para *Cedrelinga cateniformes*, 0,7 *Ceiba samauma*, 0,7 *Nectandra sp.*, 0,9 *Otoba sp.* y 0,6 para *Cordia alliodora*. Tomando de muestra 50 árboles por especie y realizando las mediciones en árboles en suelo talados.

Dauber (1997, P. 14), realizó una investigación para la determinación del factor de forma de diversas especies del bosque natural en Bolivia, utilizando el método no destructivo, tomando medidas dasométricas de árboles en pie con la ayuda de un relascopio de Bitterlich, de tal manera que obtuvieron un factor de forma de 0,78 para *Amburana cearensis*.

Nacional

Rojas (2021, P. 10), en su estudio de factor de forma de las especies *Allantoma decandra* y *Brosimum utile* en la Comunidad Nativa Santa Rosa de la región Ucayali, con un tamaño de muestra de 14 y 30 individuos respectivamente, utilizaron el método destructivo para la recolección de datos, por consiguiente obtuvieron un factor de forma de 0,72 para *Allantoma decandra* y 0,82 *Brosimum utile*.

Chasquero (2019, P. 10), ejecutó su investigación en plantaciones manejadas de la especie *Pinus patula* ubicado en la provincia de San Pablo de la región de Cajamarca, con un tamaño muestral de 78 individuos arbóreos de la especie respectiva, utilizando el método de tumbado de árbol, determinando un factor de forma 0,4394 para *Pinus patula* demostrando así que dicha especie posee una forma cónica.

Valderrama (2018, P. 12), en su investigación en la provincia de Coronel Portillo- región Ucayali, determinó el factor de forma para *Ormosia aff excelsa* Benth (huayruro) es 0,70 utilizando el método no destructivo con tecnología Field Map en 257 individuos.

Figuroa (2018, P. 59), en su investigación realizada en la provincia de Atalaya, región Ucayali, utilizando para la recolección de datos el método no destructivo con tecnología Field Map con 201 individuos, determinaron que el factor de forma para *Caryocar amygdaliforme* Ruiz & Pav. ex G. Don es 0,75 con un ahusamiento de 2,13 cm/m.

Ruiz (2007, P. 54), realizó un estudio en la región Huánuco, en donde determinaron los factores de forma (Figura 1) para 17 especies con un total de 100 individuos, utilizando el método no destructivo con la ayuda de un relascopio de Bitterlich.

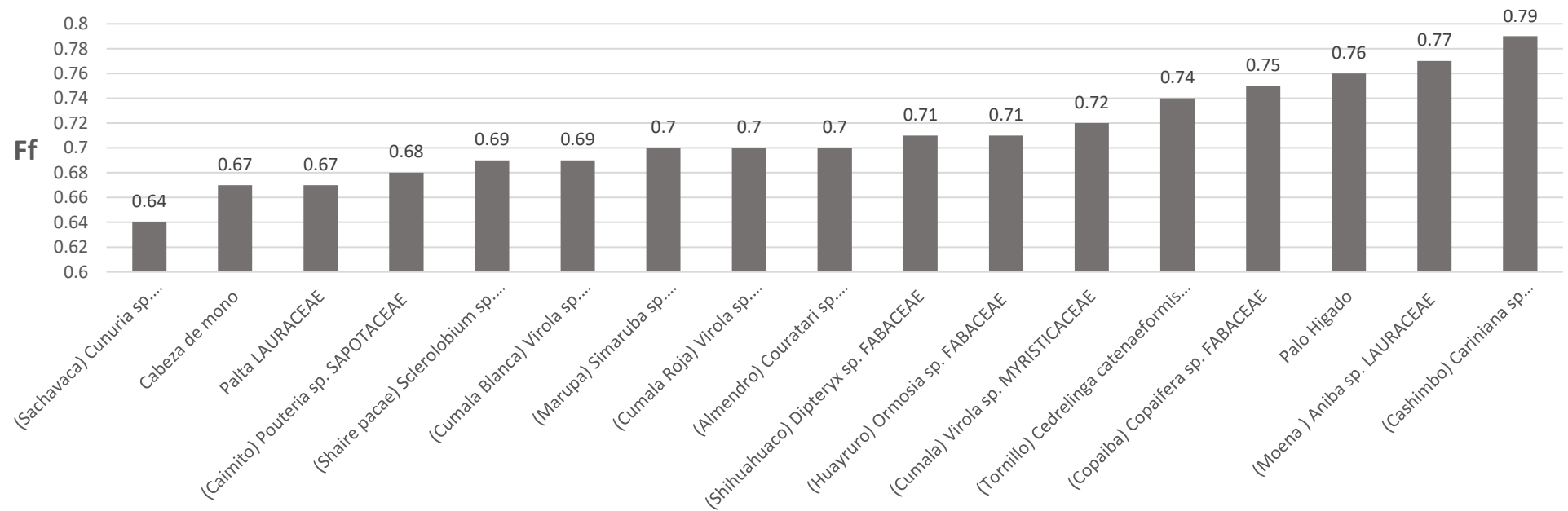


Figura 1. Factores de forma en diferentes especies.

Fuente: (Ruiz 2007).

Del Águila (2013, P. 67), realizó un estudio en la comunidad nativa de Santa Mercedes- Perú, en donde utilizaron el método destructivo para la obtención de las medidas de 116 árboles tumbados, determinando que el factor de forma para *Hymenaea palustris*, *Dipteryx odorata*, *Cedrelinga cateniformis* y *Anaueria brasiliensis* es de 0,72.

Ojeda (2000, P. 23), desarrolló una investigación en los bosques de la zona de Iquitos-Nauta, sobre el cálculo del factor de forma de seis familias, donde se utilizó 90 árboles tumbados que están distribuidos por familias y clases diamétricas, se obtuvo el factor de forma con corteza para las familias; 0,53 Lauraceae, 0,61 Lecythidaceae, 0,71 Leguminosae, 0,64 Moraceae, 0,60 Myristicaceae y 0,68 Sapotáceas, se ha determinado que existe diferencia significativa entre el factor de forma de las familias.

Local

Jara y Fernandez (2019, P. 7), determinaron el factor de forma de *Myroxylon balsamum*, *Hymenaea oblongifolia* y *Dipteryx odorata* en la provincia del Tahuamanu en el consolidado Otorongo, utilizando el método destructivo con una muestra de 80, 90 y 100 respectivamente; donde obtuvieron un factor de forma de 0,73, 0,75 y 0,80 para las especies mencionadas, de igual manera el modelo Spurr presentó mejores ajustes estadísticos para *Myroxylon balsamum* y el modelo (Schumacher-Hall) para *Hymenaea oblongifolia* y *Dipteryx odorata*.

Estremadoyro (2014, P. 4), desarrolló un estudio en el consolidado Otorongo-ubicado en la provincia del Tahuamanu, utilizaron el método destructivo con un total de 120 individuos como muestra, de tal manera se determinó que el factor de forma para *Manilkara bidentata* es 0,82 y un ahusamiento de 0,95 cm/m, teniendo como mejor modelo matemático la de Schumacher-Hall por presentar mejores ajustes estadísticos.

Escobar (2018, P. 5), investigación realizada con el método no destructivo con un relascopio de Bitterlich en las concesiones Maderija-Maderacre ubicadas en la provincia del Tahuamanu, determinó un factor de forma de 0,73 para *Swietenia macrophylla*, utilizando 120 individuos como muestra.

Ovalle (2008, P. 5), determinó que el factor de forma para la especie *Dipteryx micrantha* es de 0,79 y un ahusamiento de 1,30 cm/m; utilizaron el método destructivo con 140 árboles ubicados en el consolidado Otorongo provincia del Tahuamanu, también determinaron que el mejor modelo que presento mejores ajustes estadísticos fue la de Schumacher-Hall.

2.2 Revisión bibliográfica

2.2.1 *Couratari macrosperma*

La especie *Couratari macrosperma* A.C. Sm. perteneciente a la familia Lecythidaceae, más conocido comúnmente como misa o cachimbo blanco; es una especie estiófita que se encuentra en bosques primarios sobre suelos ácidos, fértiles, bien drenados, de arcillosos a limosos, de baja a alta pedregosidad (Reynel 2003, P. 41).

En el año 2017 el Perú tuvo una producción de misa 16 213,24m³ de madera rolliza, de igual manera en la producción de madera aserrada se tuvo 6 147,52 m³ (SERFOR 2017, P. 20).

La distribución de la especie, donde se encuentra con mayor representatividad es en los departamentos de Loreto, Ucayali, Huánuco y Madre de Dios en altitud entre 0 y 500 msnm. La especie existe en cantidades medias a altas en la Amazonía norte del Perú (MINAGRI 2010, P. 7).

El dosel superior del bosque está dominado por árboles caducifolios altos y esbeltos con troncos de más de 90 centímetros de diámetro y alturas de más de 30 metros. Estos árboles tienen una copa irregular y ramificación simpodial. Fuste adaptado con aletas tabulares altas y delgadas en su base y un perfil generalmente cilíndrico. Escamas de Ritidoma de color negruzco papiracea (MINAGRI 2010, P. 34).

La madera es de alta calidad, blanda y ligera con veteado definitivo por anillos de crecimiento; se utiliza en construcción rural y carpintería, sobre todo para interiores, en tableros contrachapados, cajas, y por su buena resistencia al ataque de perforadores, es apta para pilotes marinos (Reynel 2003, P. 76).

2.2.2 Bosque de terraza alta

Este tipo de bosque se localiza en una plataforma compuesta por agrupación fluvial antigua con pendiente de 0 a 15 % y aproximadamente sobre los 10 m de altura con referencia al nivel de las aguas; también existen terrazas de origen tectónico, muchas de ellas alejadas de los ríos y pueden ser planas, onduladas o disectadas. Esta última, representa el segundo proceso erosivo causado por la precipitación pluvial, la cual produce disecciones en diferentes grados de intensidad (MINAM 2015, P. 34).

2.2.3 Inventarios forestales

Escobar (2018, P. 11), explica con más detalle que el procedimiento para realizar un inventario requiere fundamentalmente una buena planificación de las actividades de inventario, reconociendo que un inventario requiere formación para optimizar los recursos humanos y financieros.

El inventario forestal es un método útil para obtener los datos necesarios para tomar decisiones de gestión y aprovechamiento forestal. En el pasado, inventario forestal se utilizaba indistintamente como método para estimar los recursos madereros comerciales contenidos en un bosque (Orozco y Brumér 2002, P. 14).

2.2.4 Estimación del Volumen

Las empresas miden y cubican la madera para verificar el volumen recibido e indicado en la factura o el albarán, programar la producción, medir la producción de la máquina o la línea de producción, fabricar un producto, controlar la calidad y enviar los productos. Para ello se utilizan sobre todo la cinta métrica y el pie metro (Sanchez 2012, P. 21).

Tal como mencionan los diferentes autores, el poder estimar el volumen es muy importantes en el campo como también en el proceso de transformación

del recurso madera para que exista una mejor gestión del recurso forestal, ver figura 2:

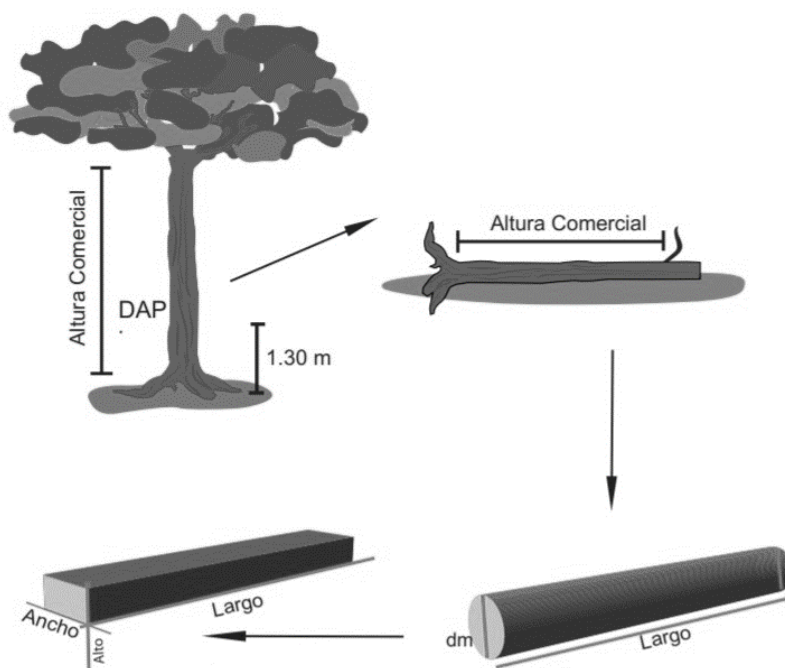


Figura 2. Mediciones en los diferentes estados de aprovechamiento del fuste comercial.

Fuente: (Gutiérrez 2013).

Volumen de trozas

Para la estimación de volumen comercial de fustes o troncos, se han mejorado las metodologías con procedimientos más simples a comparación de las fórmulas de volumen de tipos dendrométricos, con diferentes grados de precisión, pero que son muy suficientes al momento de su utilización, siendo las fórmulas de Huber, Newton y Smalian las que tienen una mayor precisión (Romahn y Ramírez 2010, P. 36).

Lo único que ocurre cuando se "cubica" la madera en rollo o transportada es que se mide, ya sea en los lugares donde se procesa, en los vehículos que la trasladan o en los lugares donde se vende. Los pasos sugeridos se basan en simples criterios técnicos que no tienen en cuenta de qué tipo de árbol procede la madera (Sanchez 2012, P. 22).

Estandarizar las unidades de medida y calcular cuánta madera se está trasladando tiene mucho que ver con el buen uso y gestión de las guías de transporte de madera en rollo, especialmente en los detalles del inventario físico de la madera que se traslada.

Volumen de árboles en pie

Delgado (2005, P. 28), “menciona que la cubicación de un árbol en pie, es decir, el cálculo de la madera que almacena en ella, es una operación que depende de varios factores, como la especie, dimensiones y forma de ese árbol”, tal como se puede apreciar en la figura 3 en donde el árbol presenta diferentes partes, en algunos casos influyen en la definición del fuste comercial.

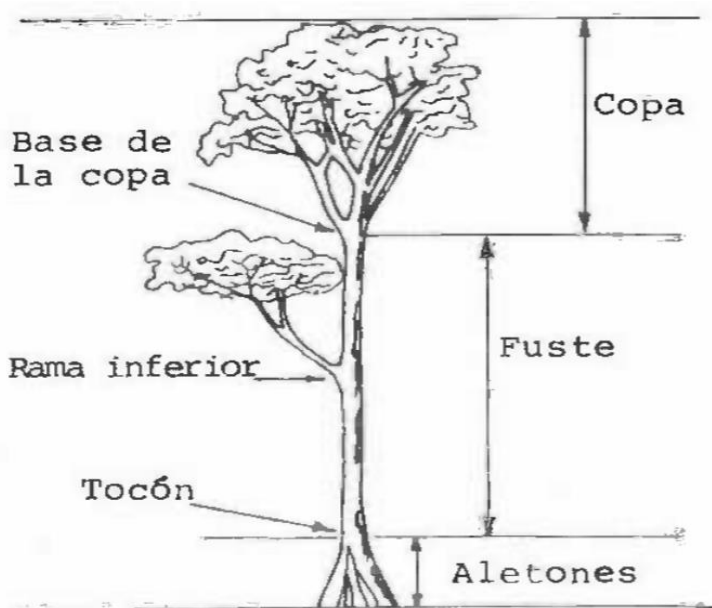


Figura 3. Árbol con fuste comercial definido por sus características.

Fuente: (Delgado 2005).

El volumen es la cuantificación del espacio del cuerpo geométrico, en este caso es el espacio que ocupa un determinado árbol en el bosque, como también es el volumen maderable o más conocido como volumen comercial en los términos forestales que son expresados a través de la altura comercial y el diámetro del fuste (Cancino 2012, P. 50).

2.2.5 Forma del fuste

Según Prodan (1997, P. 32), menciona que muchos árboles, sobre todo las coníferas, se distinguen por un fuste central bien definido; este tipo de fuste se conoce como excurrente. Las frondosas, por el contrario, sólo tienen un fuste definido en la parte inferior hasta el inicio de la copa, pero esta característica está distorsionada debido a la extensa ramificación del árbol. Esto se conoce como "delisquescencia". Todos los árboles tienen una forma de fuste típica que varía de una especie a otra, así como en función de la ubicación y la densidad de la masa.

Por su parte Imaña (1998, P. 15), sostiene que las necesidades naturales del entorno y el impacto de los sistemas de gestión son la causa directa del crecimiento y la fisonomía de los árboles. Gracias a su adaptabilidad, las especies forestales pueden plantarse y cuidarse de muy diversas maneras para obtener resultados muy variados, tal como se puede apreciar en la figura 4.

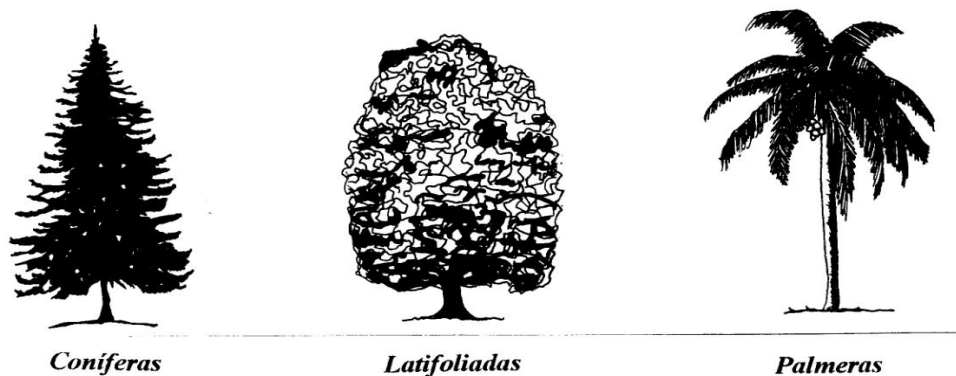


Figura 4. Tipos de árboles.

Fuente: (Imaña 1998).

Según Cancino (2012, p. 70), la forma del tronco de los árboles es muy variable, y “la disminución del diámetro del tronco, conocida como ahusamiento, varía en función de la especie, la edad y el tamaño de los árboles, así como de la gestión de la masa y las condiciones del lugar”.

Son diversos los factores que según Imaña (1998, P. 15), diversos factores influyen en el desarrollo de la altura y el diámetro del tronco de un árbol. Explica, por ejemplo, que dentro de una misma especie, el crecimiento que

experimentan los árboles cuando se desarrollan en un matorral difiere del que producen cuando se desarrollan de forma aislada; del mismo modo, la calidad de la estación o factores genéticos, entre otros, influyen en la forma del árbol

En términos simples la forma natural o espontanea es cuando un árbol se desarrolla sin obstáculos con tronco y ramas de buen diámetro y sin darle mucha importancia a otros árboles que se encuentran sobre él, la silvicultura, por su parte, es la forma que se da a los árboles en entornos densos, donde unos árboles dominan a otros debido a la competencia por los nutrientes, la luz y el espacio. Son sometidos a podas naturales, que les proporcionan mejores condiciones en su tronco o fuste, dan mejor forma a sus copas y evitan la formación de ramas gruesas y nudos que degradan la calidad de la madera (Lema 1995, P. 274).

La forma que un árbol adquiere se debe a muchos aspectos, la copa es una de las partes del árbol que se convierte en un factor determinante de la forma del fuste, cuanto más grande es la copa más pesado es esta y por lo tanto tiene a desarrollar mayor grosor del fuste para aumentar la resistencia, mejorando así la estabilidad del árbol a los diversos factores ambientales (Cancino 2012, P. 62).

En la figura 5 se muestra las formas más comunes o básicas que puede llegar a adquirir un árbol de una determinada especie.

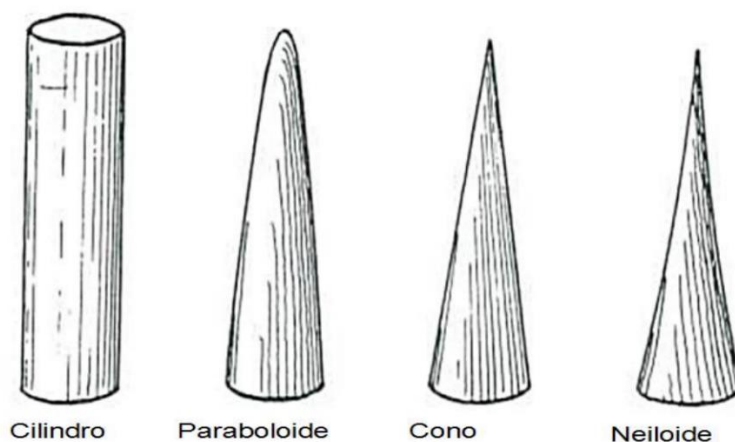


Figura 5. Formas geométricas o tipos dendrométricos.

Fuente: (Figuroa 2018).

2.2.6 Factor de forma

Según Ugalde (1981, P. 12), afirma que la geometría de la forma de un árbol es la base principal para calcular su volumen, Esta tendencia permite comparar el volumen de un árbol con el de un sólido geométrico o determinar la diferencia entre dos diámetros del mismo tallo, de la siguiente manera da a conocer la ecuación del factor de forma que se presenta a continuación (ver ecuación 1):

$$Ff = \frac{\text{volumen del árbol}}{\text{volumen del sólido geométrico}} = Ff \quad (1)$$

El factor de forma según Cancino (2012, P. 62), afirma que el factor de forma puede calcularse dividiendo el volumen real del árbol por el volumen de un cuerpo geométrico de referencia cuyas dimensiones sean las mismas que las dimensiones totales del árbol (dap, altura). El volumen aparente es lo mismo que el volumen del sólido de referencia.

Dado que en el campo se realizan mediciones directas, como el diámetro a la altura del pecho (DAP), e indirectas, como la altura del tronco, cuya precisión se debe a la gran experiencia del profesional en el campo, el cálculo del factor de forma es muy importante para el correcto tratamiento de los datos del inventario forestal, tal y como argumenta Ojeda (2000, P. 55).

El factor de forma más común es la relación entre el volumen del cilindro y el de un árbol de una especie determinada. Otros factores de forma se basan en paraboloides, conos y otros sólidos de revolución (figura 6)., de tal manera como se puede observar en la tabla 2, las diferentes formas fustales poseen articulares coeficientes de forma según su geometría fustal (Corvalán y Hernández 2015, P. 1).

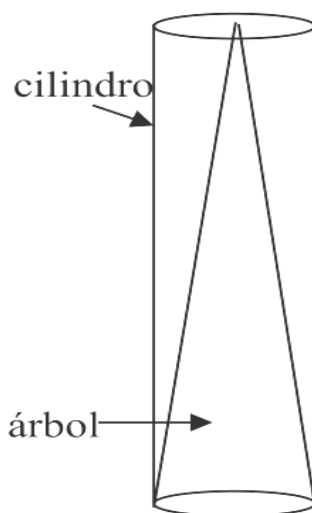


Figura 6. Factor de forma del fuste de un árbol.

Fuente: (Corvalán y Hernández 2015).

Tabla 2 Coeficientes de forma según su geometría fustal.

Tipo de conoide	Volumen	Factor de forma
Cilindro	$\pi /4 * D^2 * H$	1
Paraboloide	$\pi /4 * D^2 * H * 1/2$	0,5
Cono	$\pi /4 * D^2 * H * 1/3$	0,33
Neiloide	$\pi /4 * D^2 * H * 1/4$	0,25

Fuente: Corvalán y Hernández (2015).

2.2.7 Métodos de medición del perfil del fuste

Según Instituto de Investigación de Ecosistemas Forestales (como se citó en Figueroa 2018, P. 12), menciona que se puede definir en dos posibles mediciones:

Método no destructivo

Son mediciones que se realizan al árbol en pie sin necesidad de ser talados con la ayuda de un instrumento que permita obtener datos confiables, una de ellas el relascopio de Bitterlich y/o tecnología Field Map que permiten las mediciones de diámetros a diferentes alturas del árbol.

Método destructivo

En este método las mediciones se realizan cuando el árbol está talado permitiendo una cubicación rigurosa del perfil fustal, tomando medidas directamente con cinta diamétrica y/o forcípulas. Generalmente el fuste comercial es fraccionado en trozas de iguales diámetros donde varios investigadores recomiendan fraccionar cada 2 m de longitud.

De tal manera que los dos métodos tienen ventajas y desventajas, donde una investigación de factor de forma realizada por Jara y Fernández (2019, P. 92), sugiere utilizar el método destructivo en los bosques como la del Tahuamanu por la alta densidad de árboles y por la presencia de *Guadua* sp (paca), ya que es el método que más se adecua al tipo de bosques y a la realidad de la zona.

Como también muchos autores que realizaron investigaciones en la región de Madre de Dios sobre factor de forma utilizaron el método destructivo como son (Ovalle 2008) y (Estremadoyro 2014).

2.2.8 Marco conceptual

Según Gutiérrez (2013, P. 35), los términos forestales se describen a continuación:

Ahusamiento.- El concepto de "ahusamiento" supone que la forma del árbol cambia a medida que crece en altura, con un diámetro del tallo que se reduce gradualmente a medida que se asciende desde la base hacia el ápice útil del árbol.

Altura comercial.- La altura comercial de un árbol es la distancia desde su base o tocón hasta su altura práctica máxima, su diámetro comercial mínimo o el punto en el que la copa del árbol comienza a ramificarse.

Altura total.- La distancia vertical desde el suelo hasta la copa del árbol es su altura total.

Aprovechamiento.- Cuando se talan los árboles y se desembran sus troncos u otras partes aprovechables, este proceso se conoce como tala. La tala abarca todas las actividades implicadas en este procedimiento, desde la planificación inicial hasta la evaluación final.

Árbol en pie.- Cuando un árbol se deja en pie, es capaz de desempeñar su función ecológica como organismo vivo.

Cubicación.- Método estándar de recuento de troncos midiendo su volumen cúbico (en madera de pequeño tamaño, también por peso; esto último es normal en el caso de la madera para pasta; en este caso, el pesaje se realiza en el centro de transformación).

Factor de forma.- El factor de forma es el coeficiente que explica la reducción de un árbol, cuanto más se aproxime al valor 1 se dice que tiende a tener una forma de fuste cilíndrica.

Fuste.- Los fustes son las porciones comercialmente viables de los árboles que se extienden desde la base del árbol hasta el punto en el que las primeras ramas emergen de la copa.

Madera en rollo.- La madera en rollo es una sección de un árbol derribado que ha sido desramada y separada de su copa. Es ideal para su uso en la industria manufacturera y se presenta en forma de troncos o fustes, y puede estar desnuda o cubierta de corteza.

Madera aserrada.- se refiere a una pieza de madera que ha sido cortada utilizando una máquina con discos de corte metálicos giratorios para dividir el fuste en cuatro piezas iguales

Manejo forestal.- Con el fin de garantizar la viabilidad a largo plazo de la producción de bienes, la prestación de servicios y la conservación de la diversidad biológica, la gestión forestal incluye las siguientes acciones: identificar, evaluar, investigar, planificar, cosechar, reintroducir, repoblar, enriquecer, proteger y gestionar las poblaciones silvestres y sus hábitats.

Plan operativo.- En el ámbito de la planificación forestal a corto plazo, el plan operativo es la herramienta principal. El censo forestal es la principal fuente de datos, ya que produce mapas y listas de especies que se utilizan ampliamente en la tala y en las inspecciones visuales; estos datos suelen ser válidos durante uno a tres años operativos.

Tocón.- es la sección del tronco de un árbol que yace en el suelo después de haber sido cortado, todavía unido a la raíz.

Troza.- Sección del tronco del árbol que ha sido cortado transversalmente para eliminar las ramas.

Volumen.- un bloque, una tabla, un tablón, un trozo de madera o un árbol en pie se mide en metros cúbicos (m^3), aunque varía en función del método de evaluación utilizado.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo de estudio

El tipo de estudio que se ha utilizado para la investigación es de tipo correlacional de variables independientes y dependientes, El propósito principal de la investigación es saber cómo se puede comportar una variable según la otra variable correlacionada con respaldo a través de las pruebas estadísticas en los modelos matemáticos (Arias 2021, P. 71).

3.2 Diseño del estudio

El diseño que se realizó en el presente informe de investigación es de tipo no experimental transversal con enfoque cuantitativo, el cual consiste en medir las determinadas características de nuestra muestra en un tiempo concreto o pocos días (Galindo 2020, P. 22).

3.3 Delimitación espacial y temporal

En la figura 7 se muestra la ubicación del área de estudio, concesión 17-TAM/C- OPB-J- 273-03; perteneciente a la ZAFRA 2019-2020/2020-2021/2021-2022 de la titular Aidina Marina Dea Huesembe. Asimismo, en la tabla 03 se indican la ubicación del consolidado.

El área de estudio se encuentra ubicado en el Distrito Las Piedras, Provincia de Tahuamanu, región de Madre de Dios en el País del Perú.

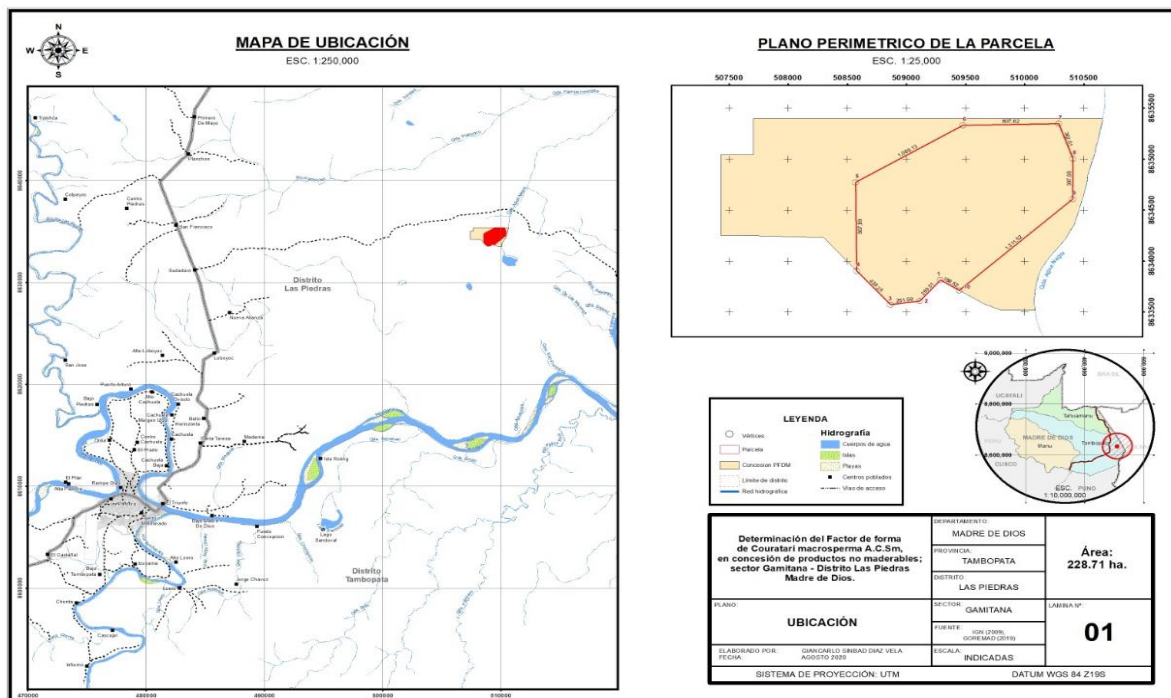


Figura 7. Ubicación de área de la investigación

Tabla 3. Información preliminar del área de estudio

Del Titular del Contrato :					
Nombre del Titular:			AIDINA MARINA DEA HUESEMBE		
Nombre del Representante Legal:			AIDINA MARINA DEA HUESEMBE		
Potencial maderable (m ³ totales)			781,705		
N°. Contrato			17-TAM/C-OPB-J- 273-03		
Departamento:	Madre de Dios	Provincia:	Tambopata	Distrito:	Las Piedras
Área de la Parcela de corta (ha):	228,70		Área de la Concesión forestal (ha):	450,04	

Tabla 4. Ubicación geográfica

Coordenada UTM (Zona 19, Datum UTM)					
Vértice	Este	Norte	Vértice	Este	Norte
V1	510086	8633527	V8	507600	8634253
V2	509800	8633520	V9	507430	8634253
V3	509661	8633576	V10	507430	8635045
V4	509286	8633814	V11	507705	8635045
V5	509113	8633608	V12	507705	8635400
V6	508864	8633572	V13	510659	8635400
V7	508300	8634230	Superficie (ha): 450,04		

Tabla 5. Ubicación del área de manejo (PC-01)-MADERA

Coordenadas UTM PMCA (Zona 19 WGS 84)					
Vértice	Este	Norte	Vértice	Este	Norte
V1	509286	8633814	V6	509478	8635333
V2	509113	8633608	V7	510286	8635347
V3	508864	8633572	V8	510407	8635006
V4	508579	8633905	V9	510403	8634608
V5	508568	8634773	V10	509445	8633713
Superficie (ha) PC N° 1			228,70 ha		

3.3.1 Características fisiográficas y ecológicas

De acuerdo a las zonas de vida de Holdridge las UFM de la concesión corresponde a un bosque de terraza alta, consideradas aptas al desarrollo de actividades forestales.

La temperatura media anual oscila entre 22 y 26 grados centígrados, con temperaturas más cálidas en septiembre y abril y más frescas en mayo y agosto. Según datos históricos, la zona tiene un breve periodo seco entre junio y agosto, y un periodo húmedo más largo (la estación invernal) entre octubre y mayo. Para obtener esta cifra se han promediado los datos de precipitaciones de cuatro estaciones meteorológicas (Asís, Brasilea, Iapari e Iberia).

Las rocas sedimentarias (como pizarras, limonitas y areniscas) se forman por factores hídricos en la mayor parte de las regiones montañosas del área consolidada. Además de una baja fertilidad y una elevación no superior a 200 metros sobre el nivel del mar, esta formación geológica también presenta suelos moderadamente profundos.

La concesión especifica los tipos de cursos de agua que pueden utilizarse, como ríos, arroyos, lagunas y pantanos. El río Madre de Dios es uno de los más importantes por su estratégica navegabilidad. Durante todo el año, los lugareños pueden utilizarlo para el transporte y la pesca. Además del Madre de Dios, hay otros ríos que desembocan en él.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Está agrupada por los individuos de *Couratari macrosperma* provenientes de las Parcelas Permanentes de muestreo establecidas en una parcela de la señora Aidina Marina Dea Huesembe con una población de 50 individuos perteneciente a la ZAFRA 2019-2020/2020-2021/2021-2022.

3.4.2 Muestra

Está conformada por los individuos de *Couratari macrosperma* que cumplen con los criterios de selección. Por lo tanto para el presente estudio se realizó un censo, el cual no requería un cálculo de muestra debido a que la población es mínima, por lo que solo se contaban con 50 individuos en el área de estudio. En donde la muestra está en base a otros estudios de factor de forma como la de Ruiz (2007) en donde utilizaron muestras más pequeñas con 2 individuos hasta 55 individuos, por lo tanto se demuestra también que una muestra grande no precisa la alta confiabilidad de los resultados, lo que se busca en los estudios es la calidad de la toma de datos en campo.

3.5 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.5.1 Métodos y técnicas

Se adoptó la misma metodología de investigaciones anteriores que hicieron en la misma región Madre de Dios anteriormente con respecto al factor de forma, siendo la última investigación de Jara y Fernandez (2019, P. 37), en donde fraccionaron el fuste en longitudes de 2 metros para tener mayor rigurosidad en la toma de datos en campo, demostrando y sugiriendo la utilización de 2 metros, ya que se optimiza el tiempo y costo de la investigación para la obtención de datos con calidad para la determinación del factor de forma en bosques tropicales.

Para la identificación de las especies se tomaron muestras botánicas de los árboles en la concesión, siguiendo las normas de recolección de herbario para su identificación con un especialista y así tener una mejor precisión o exactitud de la especie en estudio.

Primeramente se elaboró un formato de campo (ver anexo 2) en donde estén incluidos los datos o las variables independientes el cual permitió determinar el factor de forma promedio de los árboles de *Couratari macrosperma*.

La localización de los árboles se dio mediante un mapa de dispersión para poder ubicar con certeza y también nos permitía tener una mejor planificación

al momento de la recolección de datos en campo, de tal manera se procedió a realizar aperturas de escape para la seguridad del personal ante la posibilidad de cualquier peligro que hubiera en ese momento y ejecutar el método destructivo para proceder a tomar las medidas de diámetros en las diferentes secciones del fuste.

Para la recolección de los datos independientes se fraccionó el fuste comercial en longitudes de 2 metros para tener mejores resultados en la presente investigación, los diámetros de cada troza se midió con la corteza incluida con una cinta diamétrica; la altura o longitud comercial fueron medidos con una cinta métrica (ver figura 8).

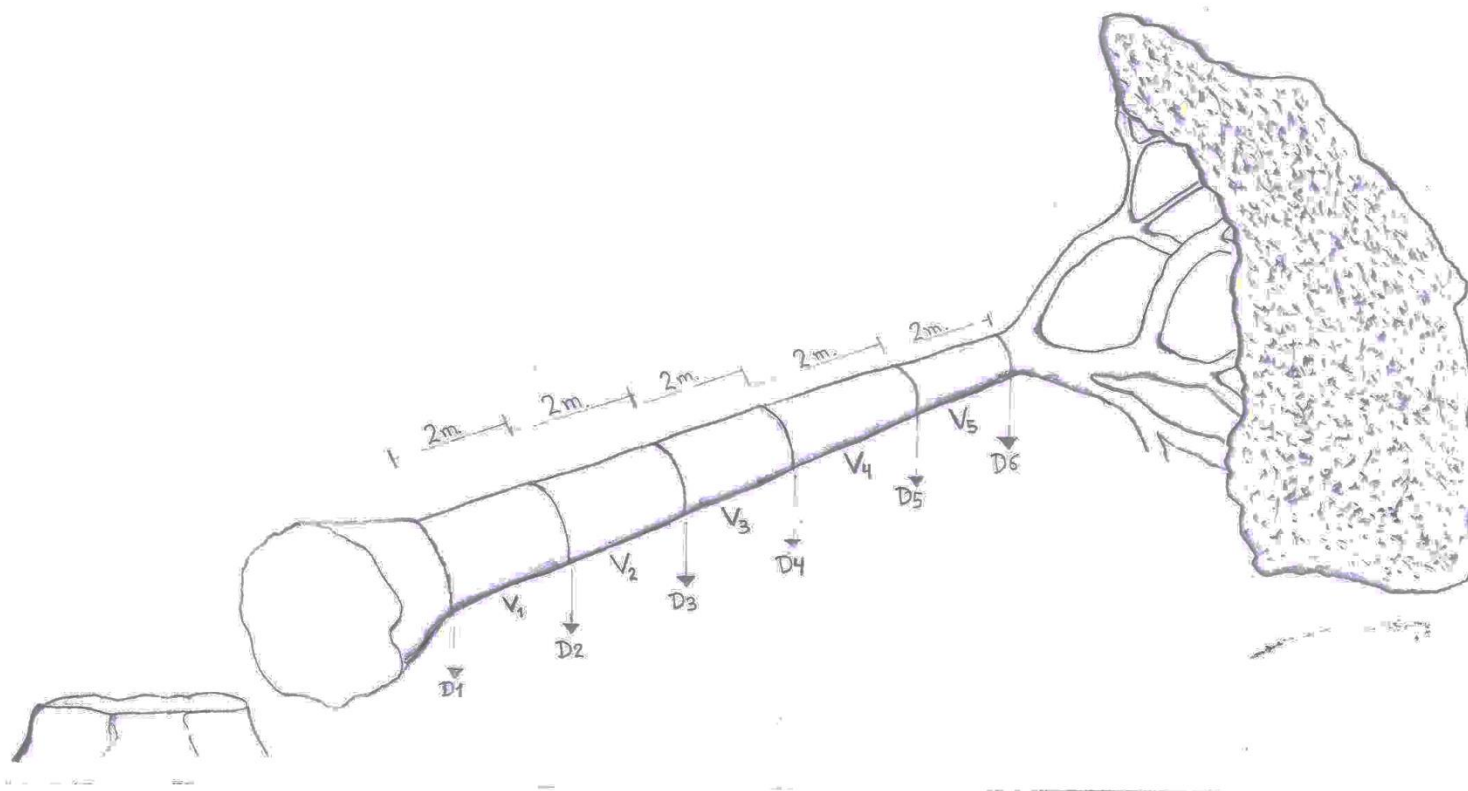


Figura 8. Medición del variable diámetro en el fuste comercial.

Fuente: (Jara y Fernandez 2019)

3.5.2 Instrumentos

Los instrumentos que se utilizó para la investigación se detallan a continuación:

- Equipos: Motosierra Still, cinta diamétrica de 10 m, machete, brújula Suunto, Wincha de 5 m, laptop, cámara digital y Gps Garmin 64s.
- Programas: ArcGis versión 10,5, Microsoft Office Word 2013, Microsoft Office Excel 2013 y Minitab versión18.

3.5.3 Procesamiento de datos y análisis estadístico

Una vez finalizada la recolección de información en campo o variables independientes, se procedió a digitar y procesar la información en los programas de Excel 2013 con Minitab versión18 para posteriormente así poder calcular el factor de forma promedio y por clase diamétrica de la especie en estudio, como también se calculó el ahusamiento que viene siendo una variable de reducción cónica del fuste por metro. Se utilizó ArcGis versión 10,5 para el sistema de información geográfica de la concesión.

a) Factor de forma

Para la determinación del factor de forma se utilizará la ecuación 2 y 3 (Da Silva y Neto 1979, P. 97):

$$Ff = \frac{VCR m^3}{VC m^3} \quad (2)$$

La sumatoria de la media de razones es:

$$Ff = \frac{\Sigma \left(\frac{VCRm^3}{VCm^3} \right)}{n} \quad (3)$$

Donde:

Ff = Factor de forma

VCR m³ = Volumen real del árbol con la corteza

VC m³ = Volumen del cilindro

n = Tamaño de la muestra

b) Determinación del volumen real

Para hallar el volumen real es recomendable usar un método riguroso, para utilizar el método riguroso se debe tener los árboles tumbados o talados, seguidamente hacer divisiones del fuste en longitudes de 2 metros y tomar medidas de diámetros de todas las trozas (Imaña 1998, P. 48).

Para la estimación del volumen real del fuste se utilizó como base la ecuación de Smalian (4), tomando en cuenta la longitud de las secciones del fuste y el área basal (Imaña 1998, P. 48).

$$Vm^3 = \frac{(AB_1m^2 + AB_2m^2)}{2} * L \quad (4)$$

Fórmula de Smalian ecuación 5 para hallar el volumen total de las secciones de longitudes iguales (Imaña 1998, P. 49):

$$V_t m^3 = \frac{(AB_1m^2 + AB_2m^2)}{2} * L + \frac{(AB_2m^2 + AB_3m^2)}{2} * L + \frac{(AB_3m^2 + AB_4m^2)}{2} * L + \frac{(AB_4m^2 + AB_5m^2)}{2} * L \quad (5)$$

Formula de Smalian (ecuación 6) para hallar el volumen total cuando la última sección es menor a las anteriores (Imaña 1998, P. 50):

$$V_t m^3 = \frac{(AB_1 m^2 + AB_2 m^2)}{2} * L + \frac{(AB_2 m^2 + AB_3 m^2)}{2} * L + \frac{(AB_3 m^2 + AB_4 m^2)}{2} * L + \frac{(AB_4 m^2 + AB_5 m^2)}{2} * \ell \quad (6)$$

Donde:

$V_t m^3$ = Volumen total

$V m^3$ = Volumen

$AB_1 m^2, AB_2 m^2$ = Área basal de las secciones

L = Longitud

ℓ = Longitud de la última troza

c) Determinación del volumen del cilindro

Se utilizó la fórmula matemática (ecuación 7) para hallar el volumen de un cilindro (Imaña 1998, P. 50):

$$VC m^3 = AB m^2 * L m \quad (7)$$

Donde:

$VC m^3$ = Volumen del cilindro

$AB m^2$ = Área basal

$L m$ = Longitud

d) Fórmula para determinar el área basal

Para hallar el área basal del fuste comercial se utilizó la ecuación 8 (Imaña 1998, P. 50):

$$AB = \frac{D^2 * \pi}{4} \rightarrow AB = 0,7854 * D^2 \quad (8)$$

Donde AB = Área basal

D = Diámetro de la troza

e) Determinación del ahusamiento

Para hallar el ahusamiento de las especies en estudio se utilizó la ecuación 9:

$$AHUS = \frac{D_i cm - D_f cm}{HC - HA} \quad (9)$$

Donde:

AHUS = Ahusamiento (cm/m)

D_i = Diámetro de inicio de la primera sección

D_f = Diámetro final

HC = Altura comercial

HA = Adición de la altura de sección con presencia de aletas y/o altura del tocón.

f) Prueba de los tres modelos matemáticos que se utilizaron en la presente investigación para la elaboración de tablas volumétricas.

Los tres modelos matemáticos mencionados en la tabla 6 se pusieron a prueba mediante el análisis de regresión y el método de mínimos cuadrados para su selección, elaborando así tablas de volumen que permitan predecir el volumen comercial de los árboles en el bosque natural.

Tabla 6. *Modelos matemáticos*

Modelos matemáticos	Ecuación
Ecuación logarítmica Schumacher	$V = \ln V = a + b \ln D + c \ln H$
Ecuación de las variables combinadas Spurr	$V = a + b (D^2 * H)$
Factor de forma constante	$V = a + b * \ln (Ff * D^2 * H)$

Fuente: (Jara y Fernandez 2019).

V = Volumen en m³

D = DAP en cm.

H = Altura comercial en m.

a,b,c = Coeficientes.

Ff = Factor de forma.

g) Análisis estadístico y selección del modelo matemático

Los pasos para lograr determinar el mejor modelo matemático sometido a regresión lineal y no lineal, se tuvo como base las cifras de las bondades de ajuste que se determinaron para los tres modelos evaluados.

- **Prueba de análisis de varianza regresión lineal y no lineal (ANOVA)**

Según Spiegel (citado por Ovalle 2008), la prueba se realizó con la intención de verificar la tendencia lineal o curvilínea de los datos

sometidos a prueba de ajuste con los modelos propuestos en la tabla 7 y 8.

Tabla 7. ANOVA para la tendencia lineal

FV	GL	SC	CM	F
Regresión	1	$\frac{(SPCxy)^2}{SCCx}$	$\frac{SCC}{G.L.}$	$\frac{CMR}{CME}$
Residuo	$n-2$	$SCC - bSPCxy$	$\frac{SCC}{G.L.}$	
Total	$n-2$	$SCCy$		

Fuente: (Ovalle 2008).

Tabla 8. ANOVA para la tendencia curvilínea

FV	GL	SC	CM	F
Regresión	$n-2$	$SCCy - bSPCxy$		$\frac{CMR}{CME}$
Residuo	$n-3$	$\frac{SCCy - bSPCxy}{CSPCzy}$	$\frac{SCC}{G.L.}$	
Total	1	Por sustracción	$\frac{SCC}{G.L.}$	

Fuente: (Ovalle 2008).

Donde:

FV = Fuente de la varianza.

GL = Grado libertad.

SC = Suma de cuadrados.

CM = Media cuadrática.

F = Coeficiente.

Y = variable dependiente.

- ZX = Variables independientes.
- a, b, c = Coeficientes de regresión.
- SPC = Suma de productos corregidos de variables analizados.
- SCC = Suma de cuadrados corregidos de variables analizados.
- N = Numero de datos.

h) Evaluación de la bondad de ajuste de los modelos

La evaluación de bondad de ajuste de los modelos matemáticos se utilizó como base la distinción entre el valor observado y predicho, los criterios que serán determinantes para la selección del modelo ganado son lo siguiente:

➤ **Coeficiente de determinación (R^2)**

Varía entre 0 y 1, el coeficiente de determinación indica qué fracción de la variación de los valores de y puede explicar la ecuación de regresión. Si todos los puntos de datos caen sobre la recta ajustada, entonces el valor de la ecuación es 1, ya que $Y = y$, o lo que es lo mismo Y , es cierto. Cuanto más se acerque la ecuación a cero, más se dice que esta ecuación no explica la variación de la variable dependiente y $\sum(\hat{y}-\bar{y})^2 = \sum(\hat{y}-\bar{y})^2$ y la ecuación de ajuste explica totalmente la variación en los valores de "y" (Novales 2010, P. 37).

➤ **Alto coeficiente de determinación ajustado (R^2 -ajustado)**

El valor del R^2 -ajustado es una variable que esta enlazado con el R^2 que porque reduce su valor cuando se añaden nuevas variables independientes al modelo, no siempre mejora cuando se añaden otras nuevas. Incluir una variable en un modelo sólo tiene sentido si tiene un impacto significativo, el R^2 -ajustado será cercano al R^2 ; caso contrario el R^2 -ajustado disminuirá respecto al R^2 . Cuanto el valor del R^2 -ajustado tenga una aproximación cercana a 1, se dice que el ajuste del modelo será mayor.

➤ **Error estándar de la estimación o raíz del cuadrado medio del error (RCME):**

Este criterio estadístico se calcula utilizando la ecuación 10, el modelo que tenga menor valor de RCME con respecto a los otros modelos, tendrá un mayor ajuste (Segura y Andrade 2008, P. 93).

$$RCME = \sqrt{SCR/(n - p)} \quad (10)$$

Donde:

SCR = Suma del cuadrado de los residuos

n = Numero de observaciones

p = Numero de parámetros del modelo

➤ **El índice de PRESS**

La suma de cuadrados de los residuos de los predichos, se calcula con la ecuación 11 que no es más que la sumatoria de los residuos elevados al cuadrado (Segura y Andrade 2008, P. 93).

$$PRESS = \sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_{ip})^2 \quad (11)$$

Donde:

Y_i = Valor observado

\hat{Y}_{ip} = Valor predicho

➤ **Valor de la distribución F de Snedecor**

El valor de F adquirido a través del análisis de varianza (ecuación 12), porque reduce su valor cuando se añaden nuevas variables independientes al modelo, no siempre mejora cuando se añaden otras nuevas. Incluir una variable en un modelo sólo tiene sentido si tiene un impacto significativo (Da Cunha y Guimarães 2012, P. 9):

$$F_{calculado} = \frac{CMR}{CME} \quad (12)$$

Donde:

CMR = Cuadrado medio de la regresión.

CME = Cuadrado medio del error.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_{ip})^2}{n}$$

➤ **Coefficiente de variación**

·El coeficiente de variación (CV %) es la expresión del error relativo de la media· y es obtenido por la ecuación 13 (Da Cunha y Guimarães 2012, P. 8).

$$CV\% = \frac{RCME}{Y} * 100 \quad (13)$$

Donde:

CV % = Coeficiente de variación en porcentaje

RCME = Error estándar de la estimación de los residuos.

Y = Media aritmética de la variable dependiente

➤ **Valor ponderado**

Se ha llegado al valor ponderado de la ecuación 14 asignando valores, o pesos, a las estadísticas calculadas; en este proceso, las estadísticas se ordenarán según su eficacia, dando peso 1 a la ecuación más eficaz y pesos crecientes a la menos eficaz. (Da Cunha y Guimarães 2012, P. 9).

$$VP = \sum_{i=1}^n Nr_i * P_i \quad (14)$$

Donde:

P_i = Peso del i-ésimo puesto.

Nr_i = Número de registro que obtuvieron el i-ésimo puesto.

VP = Valor ponderado de la ecuación.

➤ **Análisis de la distribución grafica de los residuos**

El método consiste en trazar los valores atípicos en un par de ejes ortogonales, con la variable dependiente calculada a lo largo del eje x y las desviaciones en torno a cero a lo largo del eje Y (Da Cunha y Guimarães 2012, P. 14).

El valor de los residuos fue calculado por medio de la ecuación 15:

$$\hat{e}_i = y_i - \hat{y}_i \quad (15)$$

Donde:

\hat{e}_i = Residuo de la i-ésima observación.

y_i = Variable dependiente observada.

\hat{y}_i = Variable dependiente estimada por la regresión.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

4.1 Factor de forma por clase diamétrica

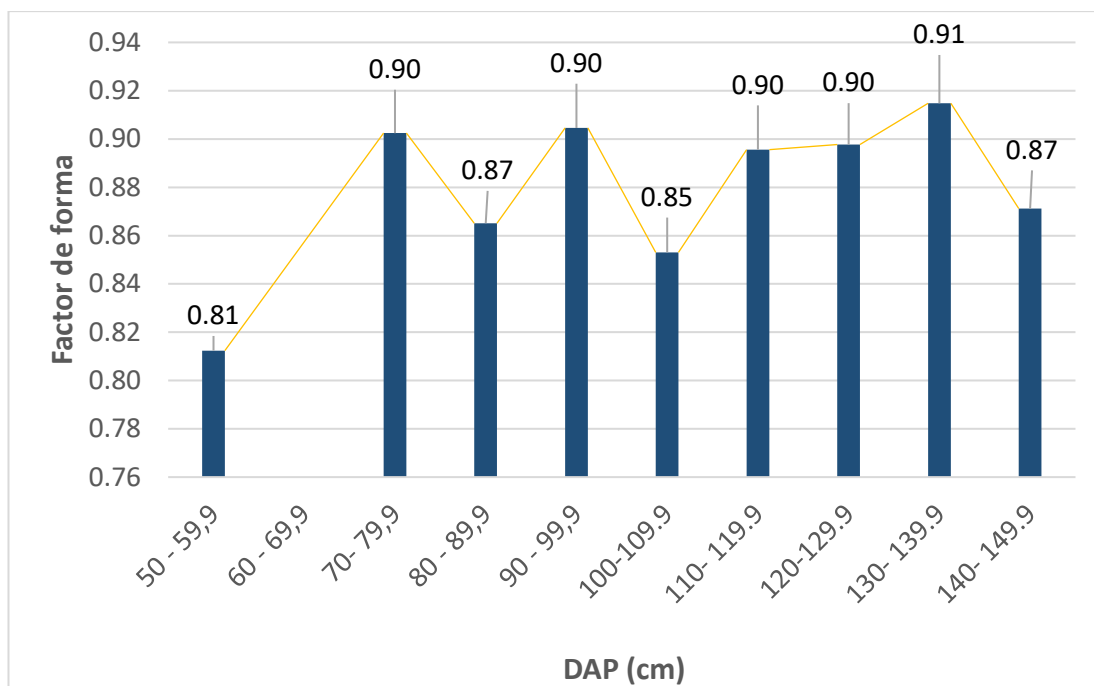


Figura 9. Factor promedio de misa colorada

Tal como se aprecia en la figura 9, los diferentes coeficientes de factor en las categorías o clases diamétricas tienden a estar en el rango de 0,81 a 0,91, donde hay una variabilidad entre las categorías, por tal manera existe un incremento notable desde el DAP 110 cm y 140 cm, siendo una de las etapas o edad del árbol en donde toma más forma cilíndrica progresivamente, por otro lado en los diámetros de 50 a 60 cm son la etapa en donde adoptan una

forma más cónica para la especie específica; siendo mayores factores con respecto a la especie *Myroxylon balsamum*, similares a las especies *Hymenaea oblongifolia* y *Dipteryx odorata* correspondientes a los estudios realizados por (Jara y Fernandez 2019, P. 69).

Esta variación de diámetros con respecto al factor de forma de se debe a que existen hay una serie de factores que pueden afectar al crecimiento del tronco de un árbol, tanto en altura como en diámetro. La teoría afirma que los árboles de la misma especie crecen a diferentes ritmos de grosor en función de su proximidad entre sí, y que la calidad de la estación y los factores genéticos, entre otras cosas, también afectan a la forma del árbol (Diéguez 2003, P. 87).

Por tal razón la especie *Couratari macrosperma* varía su factor de forma en sus diferentes clases diamétricas por la zona en que se encuentra, siendo una selva tropical donde existen temporadas de clima y humedades muy variadas.

4.2 Ahusamiento

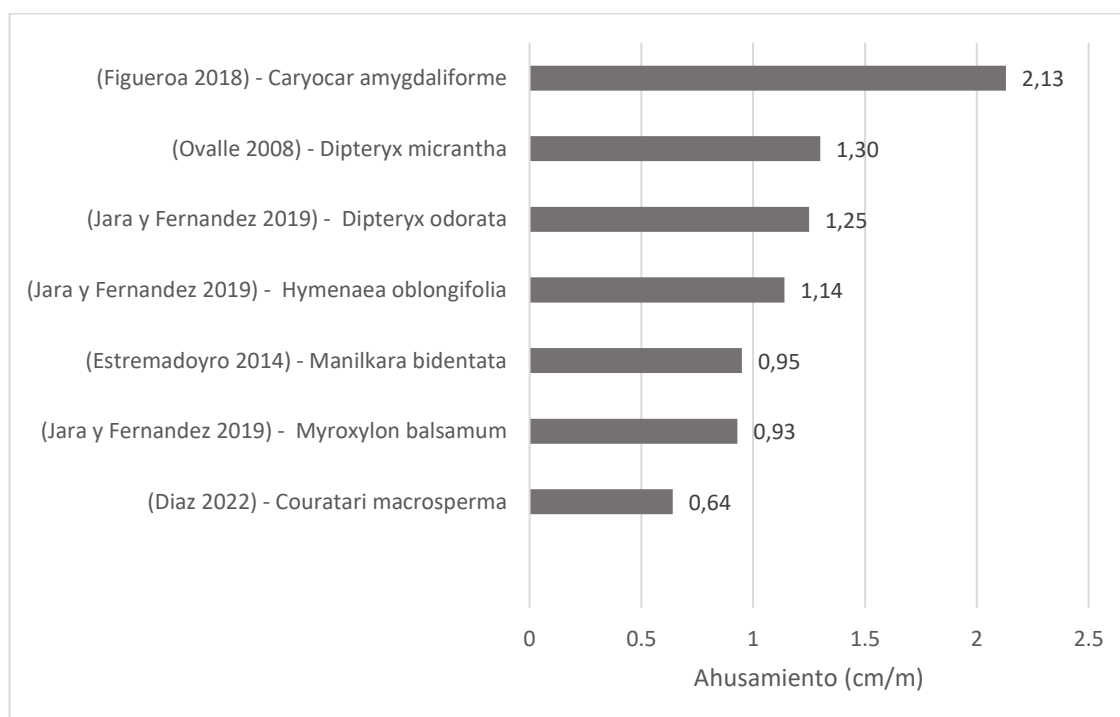


Figura 10. Comparación de los ahusamiento con diferentes estudios correspondiente a otras especies.

En la figura 10 nos da a conocer una comparación del ahusamiento de la especie *Couratari macrosperma* con respecto a sus similares especies tropicales, lográndose apreciar una variabilidad de reducciones distintas que se dan en cada una de las especies, siendo la especie *Couratari macrosperma* con una menor reducción por cada metro, y por otro lado la especie *Caryocar amygdaliforme* tiene una alta reducción de fuste por metro.

Corroborando así la teoría mencionada por Cancino (2012, P. 50), en donde explica que la forma del fuste se debe en gran parte al tamaño de la copa que posee cada especie, adquiriendo mayor grosor de fuste a mayor tamaño de copa. También estas variaciones se debe a la dominancia de los arboles con respecto a otros por la competencia de la luz, teniendo mayor desarrollo los que dominan o alcanzan la luz solar (Lema 1995, P. 274).

4.3 Modelos matemáticos

4.3.1 Prueba de análisis de varianza (ANOVA)

Tabla9. Análisis de varianza de modelos matemáticos puestos a prueba para *Couratari Macrosperma*.

Ecuación		GL	SC	CM	F	Valor p
Schumacher	Regresión	2	13,38	6,69	3 016,74	0,00
	Residuos	49	0,11	0,00		
	Total	51	13,49			
Spurr	Regresión	1	2 546,84	2 546,84	6 614,53	0,00
	Residuos	50	19,25	0,39		
	Total	51	2 566,09			
Factor de Forma Constante	Regresión	1	13,48	13,48	109 837,33	0,00
	Residuos	50	0,01	0,00		
	Total	51	13,49			

En la tabla 9, se visualiza el F calculado en el programa estadístico de los tres modelos matemáticos puestos en la tabla respectiva de *Couratari macrosperma*, son valores muy altos de influencia arrojando una relación

lineal altamente significativa entre la variable dependiente con las independientes, así también los coeficientes son significativos a un 5 % ($p=0,05$) de nivel de confianza; simplificando de manera concreta los resultados nos muestran que el volumen de las especie forestales de un bosque de terraza alta del sector Gamitana en el distrito Las Piedras de la región Madre de Dios posee ajuste los modelo matemáticos puestos a prueba para la especie *Couratari Macrosperma* más conocido localmente como misa colorada.

4.3.2 Análisis de las pruebas de precisión de los modelos evaluados

Tabla 10. Prueba de análisis de precisión de los modelos puestos a la evaluación.

Especie	Ecuación	Coeficientes de regresión estimados			R2 Aj.	CV%	REMC	PRESS	F
		a	b	c					
<i>Couratari macrosperma</i>	Schumacher $V = a + b \ln D + c \ln H$	-0,104847314	2,032946961	0,916777685	99,16	4,50	0,63	19,29	3 016,74
	Spurr $V = a + b (D2 * H)$	-0,016707166	0,704961367		99,23	4,44	0,62	19,25	6 614,53
	Factor de forma constante $V = a + b * \ln (Ff * D2 * H)$	-0,208721639	0,993817171		99,95	1,15	0,16	1,29	109 837,33

los coeficientes de determinación ajustados de los tres modelos son muy elevados (99,16 y 99,95%), lo que indica un ajuste muy bueno. Y las estimaciones del coeficiente de variación residual se sitúan entre 1,15 y 4,44. Esto demuestra que las variables independientes empleadas en este estudio adquieren un valor significativo en la descripción de la variable dependiente (volumen) para la especie *Couratari macrosperma* conocido comúnmente como misa colorada en la región Madre de Dios.

Resultados que tiene similitud con los obtenidos en el estudio de Jara y Fernandez (2019, P. 57), en donde los datos procesados reflejaron tener también valores significativos en los mismos criterios estadísticos, demostraron que las variables dependientes guardan relación significativamente ya que son explicadas por las variables independientes en la especies de *Myroxylon balsamum*, *Hymenaea oblongifolia* y *Dipteryx odorata*.

Por otro lado también coincide con el estudio de Ovalle (2008, P. 56), usaron para sus ajustes la ecuación logarítmica con sus coeficientes de regresión R^2 acompañado del R y F , para ambos modelos la prueba t-Student 95% representada por su nivel crítico de significancia, aplicada a cada uno de los coeficientes, para verificar la presencia de coeficientes de regresión no significativos; resultó 0.000, lo que indica que igualmente existe relación lineal significativa entre la variable dependiente y las variables independientes en ambos modelos para la especie *Dipteryx micrantha*.

4.3.3 El valor ponderado de los resultados de los parámetros estadísticos utilizados

Tabla 11. Modelo ganador a través del ponderado selectivo o ganador

Especie	Modelo	R2 Aj.	CV%	REMC	PRESS	F	Valor Ponderado
<i>Couratari macrosperma</i>	Schumacher	1	3	3	3	3	13
	Spurr	2	2	2	2	2	10
	Factor de forma constante	3	1	1	1	1	7

En la tabla 11 se puede visualizar los datos ponderados de cada una de las ecuaciones puestos a prueba con sus correspondientes criterios estadísticos, donde el valor ponderado estuvo evaluado desde los números 1 a 3 en donde el modelo ganador presenta el menor número de todos, de tal manera que la ecuación de factor de forma constante mostro valores ganadores atribuyendo un valor de 7 para la especie *Couratari Macroesperma*.

4.3.4 Residuos de los modelos matemáticos puestos a prueba

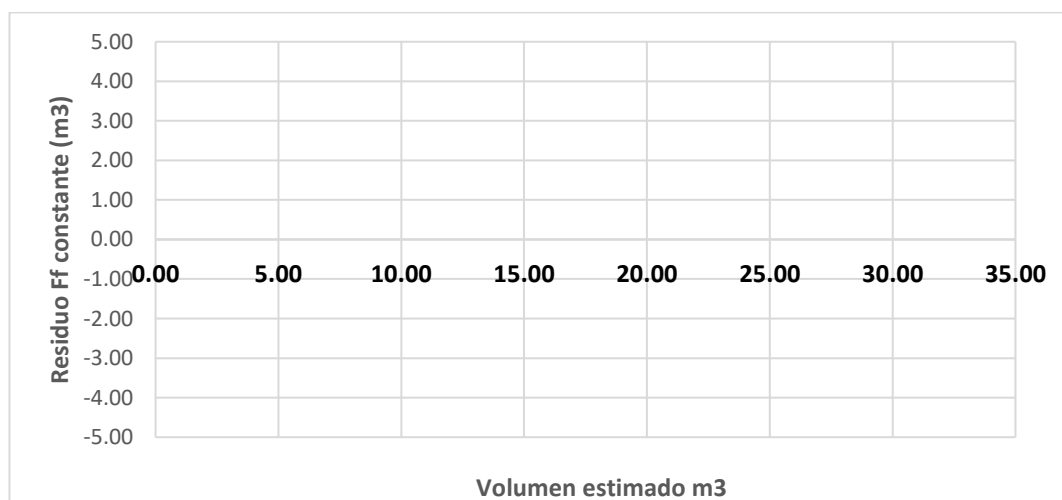
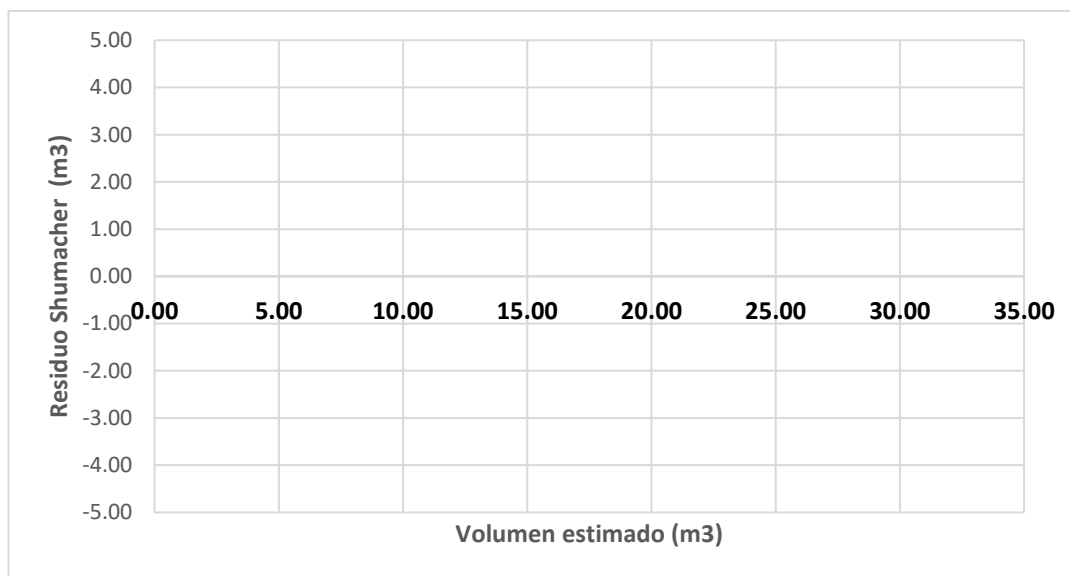


Figura 11. Residuos distribuidos de los modelos matemáticos (Schumacher, Spurr y factor de forma constante)

En la figura 11 se dan a conocer los gráficos residuales del volumen comercial con corteza calculados por el modelo considerado por Schumacher, Spurr y factor de forma constante donde muestran la dispersión espacial de los residuos, lo cual está sumamente relacionado con el error estándar de cálculo, a medida que aumenta el residuo al cuadrado, el error estándar de estimación dará su incremento; también se observa con precisión que el modelo matemático de factor de forma constante es el mejor debido a que sus residuos no sobrepasan los ± 1 m³ en cambio los otros modelos si pasan ese límite pero tampoco se descarta solo que en ese aspecto tienen resultados inferior en influencia positiva para la elección del modelo ganador.

4.3.5 Tabla de volumen

Tal como se puede verificar en la tabla 12 los diferentes modelos o ecuaciones matemáticas con sus respectivos valore para poder reemplazar los datos y poder realizar la estimación mediante tablas volumétricas.

Tabla 12. Presentación de los modelos matemáticos con sus respectivas ecuaciones.

Modelo matemático	Ecuación
Spurr	$V = -0,0167071659064284 + 0,704961366765848 (D^2H)$
Schumacher	$V = 0,90046200034093 * D^{2,03294696120004} * H^{0,916777684520356}$
Factor de forma constante	$V = 0,811621128000507 * (Ff * D^2 * H)^{0,99381717142479}$

A través de uno de los objetivos que es comparar y determinar la mejor ecuación para estimar el volumen de *Couratari Macrosperma*, los resultados arrojados en la tabla 11 sugieren que todos los modelos presentan un buen ajuste, con coeficientes de determinación con ajustes entre valor alto de 99,95 y el mínimo de 99,16 con cifras para el Coeficiente de Variación de los residuos entre el máximo 4,50 y el mínimo 1,15. Esto nos da a entender que las variables independientes utilizadas tienen un valor significativo en los detalles de la variable dependiente denominada volumen para *Couratari macrosperma*; pero para dar sugerencias o recomendaciones de su uso se utilizó el valor ponderado (tabla 12) a los modelos puestos a prueba, en donde el modelo de factor de forma constante concretó ganador para la especie *Couratari macrosperma*, resultados que difieren con lo investigado por (Ovalle 2008, P. 64), modelo logarítmico Schumacher que dio como ganador por expresar mejores ajustes en los distintos criterios estadísticos evaluados en *Dipteryx micrantha*. De igual forma distinto con el estudio de *Manilkara bidentata* donde el mejor modelo seleccionado fue Schumacher (Estremadoyro 2014, P. 59).

También salió diferente al estudio ejecutado en la región Madre de Dios de factor de forma acompañado de modelos matemáticos de las especies con sus respectivos ecuaciones ganadoras como *Myroxylon balsamum* (estoraque) que ganó Spurr, *Hymenaea oblongifolia* (azúcar huayo) ganando Schumacher y por último la especie *Dipteryx odorata* (shihuahuaco) donde de igual forma dio mejores resultados estadístico el Schumacher (Jara y Fernandez 2019, P. 73).

Por otro lado también difiere con lo hallado por Da Cunha y Guimarães (2012, P. 15), donde fue seleccionado el modelo de Spurr por presentar ajustes favorables en los distintos criterios estadísticos de la especie *Pinus taeda* que fueron puestos a prueba rigurosamente.

Con estos resultados arrojados se evidencia que el volumen de las especies forestales de un bosque tiene o se ajusta a los modelos matemáticos

propuestos, teniendo en algunos mejor estimación y en otros baja precisión, pero se define o deduce que ambos modelos son sumamente útil cuando se quiere acelerar la cubicación de árboles en pie.

Resultando el modelo ganador dicho factor de forma constante por presentar coeficientes positivos para el modelo, también es el modelo con mejor precisión de cálculo, asemejándose más al volumen real calculado directamente ya que utiliza una variable adicionalmente que es el coeficiente mórfico específico de la especie, resultando así una mejor precisión.

4.4 Factor de forma de *Couratari macrosperma*

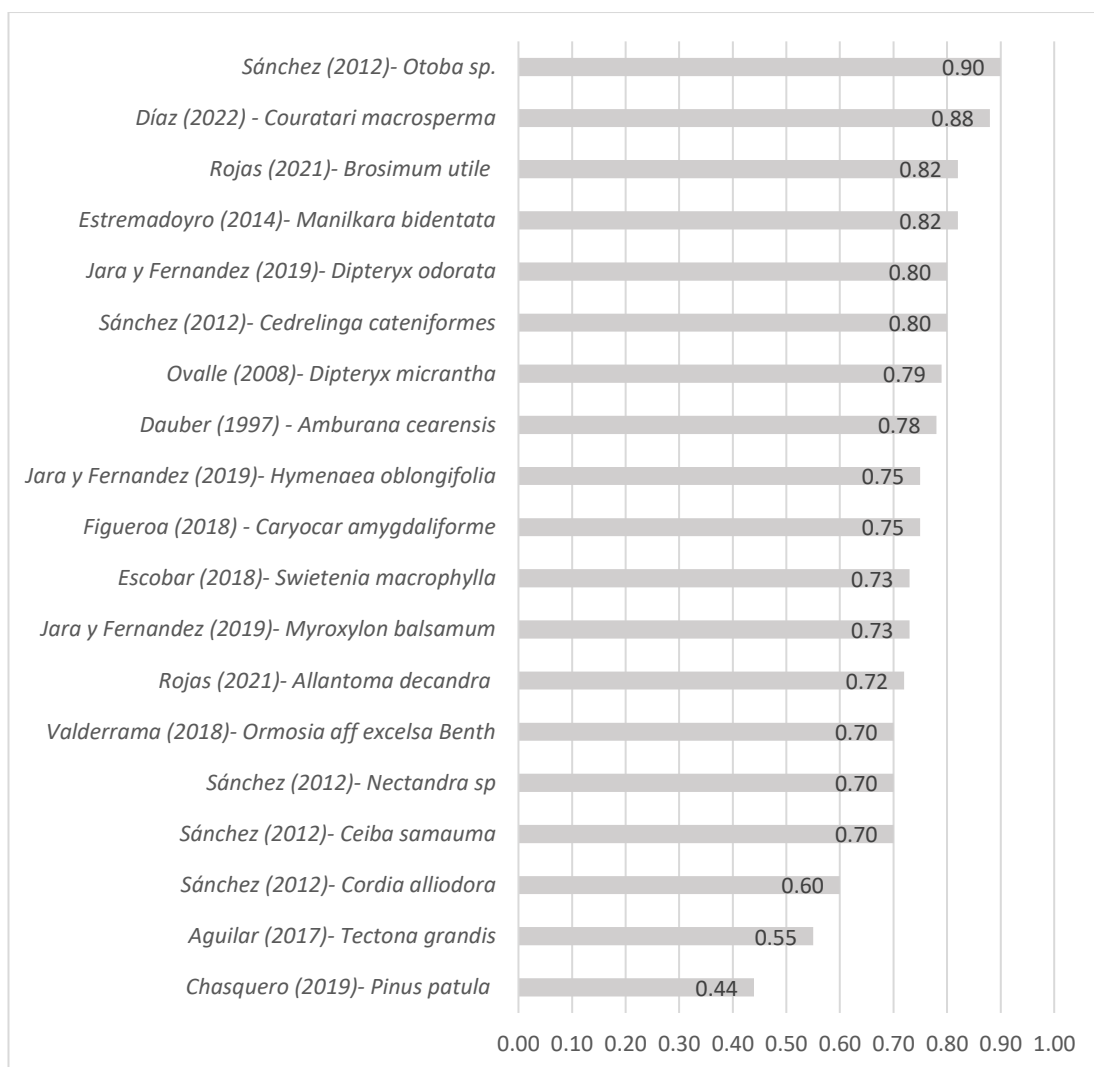


Figura 12. Comparación de factor de forma con antecedentes.

En la figura 12 se visualiza la comparación y diferencias que existe de la especie investigada con otros estudios el cual se puede apreciar claramente que la especie *Couratari macrosperma* está ubicado entre los 2 árboles que tienden a tener una forma más cilíndrica, en otras palabras, existe una menor reducción de fuste con respecto a la altura del árbol.

A través del objetivo general, se determinó que el factor de forma para *Couratari macrosperma* es 0,88 resultados que salen totalmente diferente al factor de forma 0,65 que actualmente es utilizada de manera muy genérica por la autoridad forestal (SERFOR 2016, P.19).

El factor de forma determinado para la especie *Couratari macrosperma* es 0,88, este factor posee similitud a los resultados arrojados en relación a otras especies como se muestran a continuación, es similar al determinado en *Manilkara bidentata* donde obtuvieron un coeficiente mórfico de 0,82 en la provincia del Tahuamanu, región de Madre de Dios (Estremadoyro 2014, P. 4), y 0,82 en la especie *Brosimum utile* determinado en la provincia Comunidad Nativa Santa Rosa de la región Ucayali (Rojas 2021, P. 10),

También el factor de forma del estudio de *C. macrosperma* tiene semejanza a la especie *Otoba sp* en donde obtuvieron un factor de forma de 0,90 y 0,8 en *Cedrelinga cateniformes* en la provincia de Orellana- Ecuador (Sánchez 2012, P. 49).

Por otra parte el factor de forma 0,88 obtenido en el presente estudio difiere al factor de forma obtenido en las especies *Myroxylon balsamum* 0,73 y *Hymenaea oblongifolia* 0,75, asimismo el método de la investigación fue también el destructivo ya que se obtiene resultados más próximos a lo real.

Asimismo nos da a comprender mejor la teoría de Prodan (1997, P. 32), definiendo que la diferencia de forma entre arboles latifoliadas de los bosques tropicales con respecto a las coníferas generalmente en plantaciones, en la latifoliada de *Couratari macrosperma* posee una altura comercial desde la base hasta el inicio de copa, en cambio las coníferas adquieren un fuste comercial bien centrado y definido en el tiempo.

Con estos datos de investigación se da a conocer que la determinación del factor de forma influye directamente en la estimación de volumen comercial de *Couratari macrosperma*, además según Imaña (1998, P. 15), en su sustentación teórica de la forma del fuste, indica que esta variación se debe a que cada especie en particular presenta diversas formas a las demás, ya sea por las características específicas propia de la especie, edad o la calidad de la zona en que se encuentre el árbol, teoría que acredita también con Ruiz (2007, P. 12) y Figueroa (2018, P. 25).

CONCLUSIONES

En el factor de forma por clase diamétrica se acepta la hipótesis alterna demostrando que si existe diferencias con respecto a los diámetros, por lo tanto no se puede mencionar en la especie *Couratari macrosperma* que hay relación del diámetro con los factores de forma.

Se acepta la hipótesis alterna de ahusamiento, dado el caso que si existe un ahusamiento para *Couratari macrosperma*, siendo una de las especie con menor reducción de fuste explicando que por cada metro en altura se reduce 0,63 cm/m en la selva tropical de la región Madre de Dios hasta la actualidad.

Se demostró para la especie *Couratari Macrosperma* que si tiene un ajuste a los modelos matemáticos, aceptándose la hipótesis alterna en donde el modelo de factor de forma constante ecuación $V = 0,811621128 * (Ff * D^2 * H)^{0.993817171}$ fue el mejor modelo de cálculo volumétrico de fuste comercial para el campo con una aceptable precisión, dando a conocer que el bosque de terraza alta en la región Madre de Dios si se ajusta a un modelo matemático.

Con respecto al factor de forma se demostró que si influye directamente en la estimación de volumen comercial en la especie *Couratari macrosperma*, aceptándose la hipótesis alterna con un coeficiente mórfico de 0,88. Finalmente el factor de forma será de gran aporte en el sector forestal para mejorar la gestión de la materia prima para impulsar el desarrollo productivo maderable en la región de Madre de Dios de una manera sostenible.

SUGERENCIAS

Se recomienda a la autoridad forestal SERFOR que se dé una norma establecida para que se aplique la utilización del factor de forma 0,88 en la especie *Couratari macrosperma* y otras especies más debido a que ya se cuenta con varias investigaciones de especies comerciales que aún no son aplicadas en la actualidad por las autoridades competentes en el sector forestal de La región Madre de Dios y en el Perú.

Ejecutar estudios de la misma especie de *Couratari macrosperma* en diferentes tipos de bosque para fortalecer las investigaciones y tener mejor resultados para su adecuado y preciso utilización en campo.

Realizar investigaciones que puedan mejorar la estimación de la altura comercial de árboles en pie de una manera eficiente y precisa cuando se realice los inventarios forestales, ya que es una variable sumamente importante para cuantificar el volumen del árbol.

Realizar estudios para determinar el volumen de duramen y albura en el fuste comercial para complementar el rendimiento de la madera rolliza, ya que hay especies que poseen presencia considerable de albura en el fuste.

REFERENCIAS

AGUILAR, César. Factor de forma para la *Tectona grandis* L.F, empresa MLR-Forestal, Siuna, Costa Caribe Norte de Nicaragua. Revista ciencia e interculturalidad, Volumen 21, No. ISSN: 2223-6260

CANCINO, Jorge. Dendrometría básica. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento Manejo de Bosques y Medio Ambiente, 2012. 163 pp. ISBN: 9568029672.

CHASQUERO, Javiel. DETERMINACIÓN DE FUNCIONES DE AHUSAMIENTO Y DE VOLUMEN PARA *Pinus patula* Schiede ex Schltdl. et Cham POR SEGMENTOS DEL FUSTE EN CAJAMARCA – PERÚ. Tesis (Título en Ingeniería Forestal). Jaén: Universidad Nacional de Cajamarca, 2019. 171 pp.

CORVALÁN, Patricio y HERNÁNDEZ, Jaime. Apuntes de Dendrometría Factores y Coeficientes de Forma. Universidad de Chile, 2015. 7 pp.

DA CUNHA, Thiago y GUIMARÃES, César. Modelo de regresión para estimar el volumen total con corteza de árboles de *Pinus taeda* L. en el sur de Brasil. Revista Forestal Mesoamericana Kurú, (16): 26-40, 2012. ISSN: 2215-2504

DAUBER, Erhard. Propuesta para la elaboración de tablas volumétricas y/o factores de forma. Proyecto BOLFOR, Santa Cruz Bolivia Contrato USAID, 1997. 16 pp.

DEL AGUILA, Carol. ecuaciones volumetricas para especies forestales aprovechadas de un bosque humedo tropical de la comunidad nativa santa mercedes, rio putumayo, peru, 2013. Tesis (Título en Ingeniería Forestal). Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2013. 73 pp.

DELGADO, Luz. Relaciones alométricas y patrones de crecimiento para especies de árboles de la reserva forestal Imataca, Venezuela: Caracas, 2005. 46 pp.

ESCOBAR, Maggie. Volumetría de árboles en pie de caoba (*Swietenia macrophylla* King) en el departamento de Madre de Dios, Perú. Tesis (Título en Ingeniería Forestal). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2018. 79 pp.

ESTREMADOYRO, Javier. Determinación del Factor de Forma o Coeficiente Mórfico de *Manilkara bidentata* (Quinilla Colorada) en el Consolidado Otorongo-Provincia de Tahuamanu. Tesis (Título en Ingeniería Forestal y Medio Ambiente). Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios, 2014. 105 pp.

FIGUEROA, Adderly. Factor de forma de *Caryocar amygdaliforme* Ruiz & Pav. ex G. Don (Almendro) en bosques de terraza de la amazonia peruana. Tesis (Título en Ingeniería Forestal). Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali, 2018. 60 pp.

GUTIERREZ, Ediesummer. Guía de cubicación de madera. Corporación Autónoma Regional de Risaralda (CARDER). Colombia, 2013. 44 pp. ISBN: 9789588370422.

IMAÑA, J. Dasometria practica. Editora da Universidade de Brasília, Brasília, Facultad de Tecnologia, 1998. 117 pp. ISBN 978-85-87599

JARA, Abel y Fernandez, Duverly. Determinación del factor de forma de *Myroxylon balsamum* Harms, *Hymenaea oblongifolia* Huber y *Dipteryx odorata* Willd en el consolidado Otorongo - provincia de Tahuamanu. Tesis (Título en Ingeniería Forestal y Medio Ambiente). Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios, 2019. 149 pp.

LEMA, Alvaro. Dasometría algunas aproximaciones estadísticas a la medición forestal. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de ciencias Forestales, 1995. 401 pp.

Ministerio del Ambiente (MINAM). Conservación de Bosques en el Perú (2011-2016). Ambiente en Acción, 2016. 177 pp.

Ministerio del Ambiente (MINAM). Mapa nacional de cobertura vegetal. Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural, 2015. 108 pp.

Ministerio de Agricultura (MINAGRI). Manual dendrocronológico de las principales especies de interés comercial actual y potencial de la zona del Alto Huallaga, 2010. 82 pp.

NOVALES, Alfonso. Analisis de regresion. Madrid: Departamento de Economía Cuantitativa, Universidad Complutense, 2010. 116 pp.

OJEDA, Wilfredo. Factor de forma preliminar para seis familias de especies forestales tropicales. Revista forestal del Perú, (11):1-6, 2000.

OROZCO, Lorenza y BRUMER, Cecilia. Medición y cálculo de bosque. Inventario forestal para bosques latifoliados en América Central. Serie técnica (CATIE) No 50 Turrialba (Costa Rica), 2002. 278 pp. ISBN: 9977573840

OVALLE, David. Determinación del factor de forma de *Dixpteryx micranta* Harms (shihuahuaco) en el consolidado Otorongo-provincia de Tahuamanu. Tesis (Título en Ingeniería Forestal y Medio Ambiente). Puerto Maldonado: Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios, 2008. 124 pp.

PRODAN, Michail. Mensura forestal. San jose: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Edtion ed.: Agroamerica, 1997. 586 pp. ISBN: 9290393041.

REYNEL, Carlos. Árboles útiles de la Amazonía Peruana y sus usos. Manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Perú, 2003. 509 pp.

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

Acuícola). Yarinacocha: Universidad Nacional Intercultural de la Amazonia, 2021. 96 pp.

RUIZ, Essber. Elaboración de una ecuación de volumen para un bosque de terrazas alta en el Codo del Pozuzo, Puerto Inca, Huánuco. Tesis (Título en Ingeniería Forestal). Lima: Universidad Nacional Agraria la Molina, 2007. 62 pp.

SÁNCHEZ , Yadira. Elaboración de Tablas de Volúmenes y determinación de factores de forma de las Especies Forestales: Chuncho (*Cedrelinga cateniformes*), Laurel (*Cordia alliodora*), Sangre de Gallina (*Otoba sp.*), Ceibo (*Ceiba samauma*) y Canelo (*Nectandra sp.*), en la provincia de Orellana. Tesis (Ingeniería Forestal). Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2012. 106 pp.

Schumacher, F. X. and S. H. Hall. Logarithmic expression of timber tree volume .. Journal of Agr. Research 47. ISBN: 1933. 719-724.

SEGURA, Milenia y ANDRADE, Hernán. ¿ Cómo construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes?. Agroforestería en las Américas (CATIE) no. 46 p. 89 - 96, 2008.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). Manual para la identificación botánica de especies forestales de la amazoná peruana. Lima-Peru: 2020. 288 pp.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). Anuario Forestal. Lima-Peru: 2016. 105 pp.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). Resolución de Dirección Ejecutiva N° 046. In.: Dirección de política y Regulación de la Dirección General de la Política y Competitividad Forestal y de fauna Silvestre, 2016. 90 pp.

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR). Anuario Forestal. Lima-Peru: 2017. 124 pp.

Spurr, S. Forestry inventory. Ronald Press. Co., New York: 1952. 416p.
ISBN: 0471074144

UGALDE, Luis. Conceptos básicos de dasometría. Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Programa de Recursos Naturales Renovables, 1981. 23 pp.
ISSN: 1857 – 7881

VALDERRAMA, Eduardo. Determinación de factor mórfico del fuste de *Ormosia aff excelsa* Benth (huayruro) por método no destructivo en bosques de terrazas, distrito de Tahuania, Provincia de Atalaya y distrito de Masisea, Provincia de Coronel Portillo, Región Ucayali. Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali, 2018. 59 pp.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de coherencia

<p>Título: Factor de forma de <i>Couratari macrosperma</i> A.C.Sm. en un bosque de terraza alta, sector Gamitana – Las Piedras, Madre de Dios.</p> <p>Nombre del tesista: DIAZ VELA, Giancarlo Sinbad</p>				
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuál es el factor de forma de <i>Couratari macrosperma</i> A.C.Sm. en un bosque de terraza alta, sector Gamitana – Las Piedras, Madre de Dios?</p> <p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cuál es el factor de forma por clase diamétrica de <i>Couratari macrosperma</i>?</p> <p>¿Cuál es el ahusamiento de los árboles de <i>Couratari macrosperma</i>?</p> <p>¿Cuál es la mejor ecuación para estimar el volumen de la especie <i>Couratari macrosperma</i>?</p>	<p>Objetivos General</p> <p>Determinar el factor de forma de <i>Couratari macrosperma</i> A.C.Sm. en un bosque de terraza alta, sector Gamitana – Las Piedras, Madre de Dios.</p> <p>Objetivo Específicos</p> <p>✓ Calcular el factor de forma por clase diamétrica de <i>Couratari macrosperma</i>.</p> <p>✓ Determinar el ahusamiento de los árboles de <i>Couratari macrosperma</i>.</p> <p>✓ Comparar y determinar la mejor ecuación para estimar el volumen de la especie <i>Couratari macrosperma</i>.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Ho: La determinación del factor de forma no influye directamente en la estimación de volumen comercial de la especie <i>Couratari macrosperma</i>.</p> <p>H1: La determinación del factor de forma si influye directamente en la estimación de volumen comercial de la especie <i>Couratari macrosperma</i>.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <p>Ho: En las clases diamétricas de la especie <i>Couratari macrosperma</i>, no existe diferencias en los factores de forma.</p> <p>H1: En las clases diamétricas de la especie <i>Couratari macrosperma</i>, si existe diferencias en los factores de forma.</p> <p>Ho: En la especie <i>Couratari macrosperma</i>, no existe un ahusamiento en los fustes comerciales.</p>	<p>Variables independientes:</p> <p>Especie, Altura comercial y Diámetro del tronco.</p> <p>Variables dependientes:</p> <p>Factor de forma, Volumen y Ahusamiento.</p>	<p>Enfoque: Cuantitativo.</p> <p>Diseño: No experimental transversal.</p> <p>Nivel: Correlacional.</p> <p>Tipo: Correlacional de variables independientes y dependientes.</p> <p>Métodos: Destructivo.</p> <p>Técnicas instrumentales de muestreo: identificación de la especie con un especialista en botánica sistemática, se utilizó la muestra de la ZAFRA 2019-2020/2020-2021/2021-2022.</p> <p>De recolección de datos: Se utilizaron Equipos Motosierra Still, cinta diamétrica de 10 m, machete, brújula Suunto, Wincha de 5 m, laptop, cámara digital y Gps Garmin 64s.</p> <p>Las técnicas fueron de localización de los árboles, fraccionamiento de fuste en 2 metros de longitud y su posterior medición directa en cm el diámetro y en metros la longitud.</p>

		<p>H1: En la especie <i>Couratari macrosperma</i>, si existe un ahusamiento en los fustes comerciales.</p> <p>Ho: El volumen de las especies forestales de un bosque de terraza alta en el sector Gamitana no tiene un ajuste a un modelo matemático para la especie <i>Couratari macrosperma</i>.</p> <p>H1: El volumen de las especies forestales de un bosque de terraza alta en el sector Gamitana tiene un ajuste a un modelo matemático para la especie <i>Couratari macrosperma</i>.</p> <p>Justificación</p> <p>Se realizó la investigación debido a que no existe un factor de forma específico para la especie <i>Couratari macrosperma</i>, asimismo actualmente se viene utilizando el factor 0,65 el cual hay muchas dificultades o complejidades en la gestión de la especie con respecto al volumen.</p> <p>Importancia</p> <p>Será indispensable para una mejor gestión de la materia prima de la madera para <i>Couratari macrosperma</i>, permitiendo así reducir el tiempo en los controles, ya que uno de los problemas más continuos son la falta de coincidencia del volumen estimado en campo con respecto al volumen ya transformado o en rollizo.</p>	<p>De procesamiento de datos: se procesó en Excel 2013 con Minitab versión18 para así poder calcular el factor de forma promedio y el mejor modelo matemático de ajuste de la especie en estudio</p> <p>De análisis: ANOVA, Coeficiente de determinación (R^2), R^2-ajustado, Error estándar de la estimación o raíz del cuadrado medio del error (RCME), El índice de PRESS, Valor de la distribución F de Snedecor, Coeficiente de variación, Valor ponderado Y Análisis de la distribución grafica de los residuos.</p> <p>Población: Arboles de <i>Couratari macrosperma</i> provenientes de las Parcelas Permanentes de muestreo establecidas en una parcela con una población de 50 individuos de la ZAFRA 2019-2020/2020-2021/2021-2022. .</p> <p>Muestra: Para el presente estudio se realizó un censo no probabilística ya que solo se contaban con 50 individuos de <i>Couratari macrosperma</i> en el Área de estudio.</p> <p>Procedimiento: Procedimiento realizado en un bosque de terraza alta ubicado en el sector Gamitana de Las Piedras en la región de Madre de Dios.</p>
--	--	---	---

Anexo 2. Tabla de campo

N ^o	COD_CAMPO	COD_GPS	ESPECI E	DAP_ m	HF_ m	VOL_M ³	VOL_Ft	ESTE	NORTE
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									
21									
22									
23									
24									
25									
26									
27									
28									
29									
30									
	Total								

26	MC-127	508797	8633825	74,00	75,00	74,48	74,17	73,53	73,21	72,89	72,26	71,94	71,30	70,98	70,03					20,00
27	MC-138	509094	8634093	106,00	107,00	105,36	104,09	102,50	100,90	99,63	98,36	96,77	95,49	94,22	93,90					19,24
28	MC-171	509159	8633824	107,00	108,00	106,32	105,04	103,77	102,50	101,22	99,95	98,68	97,08	95,49	94,22	92,31	91,99			22,30
29	MC-176	508901	8633817	112,00	114,00	110,77	107,59	104,41	101,22	98,04	94,86	91,67	88,49	86,90						15,65
30	MC-181	508677	8634358	73,00	74,00	72,26	70,66	69,07	67,48	66,21	64,94	63,34	63,03							15,70
31	MC-190	509228	8634069	89,00	90,00	88,81	87,54	86,26	84,99	83,72	82,44	81,17	79,90	78,30	77,99					18,88
32	MC-201	509266	8634362	95,00	95,00	94,22	93,58	92,95	92,31	91,67	91,04	90,40	90,08							15,86
33	MC-219	509508	8634033	120,00	121,00	119,68	118,41	117,14	115,86	114,59	113,32	112,36	111,41	110,45	109,18	108,23	107,91			22,30
34	MC-220	509496	8634064	110,00	110,00	109,18	107,91	106,95	105,68	104,72	103,45	102,50	101,22	100,27	98,99	97,40	97,08			23,30
35	MC-221	509542	8634089	51,00	52,00	50,93	49,97	49,02	48,06	47,11	46,15	45,20	44,25	43,29	42,65	42,02				21,60
36	MC-224	509613	8634188	79,00	80,00	78,94	77,67	76,71	75,44	74,48	73,21	72,26	70,98	70,03	68,75	67,48	66,85			22,60
37	MC-226	509733	8634132	121,00	121,00	120,00	118,73	117,77	116,50	115,55	114,59	113,64	112,68	111,41	110,77	109,82	108,54	107,91		24,90
38	MC-232	509866	8634549	130,00	131,00	130,19	129,23	128,28	127,01	126,05	125,10	123,82	122,87	121,91	120,96	120,00	119,05	119,05		24,70
39	MC-233	509883	8634601	107,00	108,00	105,68	103,45	101,22	98,99	96,77	94,54	91,99	89,45	86,90	84,35	81,81	80,85			22,90
40	MC-234	509912	8634604	124,00	124,00	123,19	122,23	121,28	120,32	119,37	118,09	117,14	116,18	114,91	113,95	112,68	111,41	111,09		24,92
41	MC-238	509789	8634572	144,00	145,00	143,88	142,60	141,33	127,32	138,78	137,51	136,24	134,96	133,69	132,42	132,10				21,92
42	MC-239	509759	8634548	145,00	147,00	144,83	142,60	140,37	138,15	135,92	133,69	131,46	129,23	127,32	125,73	125,10				21,65
43	MC-250	509409	8634972	98,00	98,00	97,08	96,13	95,17	94,22	93,26	91,99	90,72	89,76	88,49	87,22	85,94	84,99			23,60
44	MC-251	509464	8634973	98,00	99,00	97,72	96,45	95,17	93,90	92,63	91,35	90,08	88,81	87,22	86,90					18,60
45	MC-252	509485	8635002	88,00	89,00	87,54	85,94	84,35	82,76	81,17	79,58	77,99	76,71	76,08						17,30
46	MC-308	509415	8633823	124,00	125,00	123,50	121,91	120,64	119,05	117,46	116,18	114,59	112,68	110,77	108,86	107,91				21,56
47	MC-325	509501	8634408	99,00	99,00	98,04	97,08	96,13	95,17	94,22	93,26	91,99	90,72	89,76	88,81	87,54	86,26	85,94		24,30
48	MC-346	510226	8634864	110,00	110,00	109,18	108,23	107,27	106,32	105,36	104,41	103,13	102,18	101,22	100,27	99,31	98,36	98,04		24,90
49	MC-361	509073	8634462	98,00	99,00	97,72	96,45	95,49	94,54	93,58	92,31	91,04	89,76	88,81	87,85	86,90	85,94			23,90
50	MC-368	509248	8634213	87,00	88,00	86,58	85,63	84,67	83,40	82,44	81,49	80,53	79,26	77,99	76,71	76,08				21,60
51	MC-369	509278	8634240	74,00	75,00	73,53	72,26	70,66	69,39	67,80	66,53	65,25	63,66	62,39	62,07					18,60
52	MC-383	5009232	8634439	105,00	106,00	103,13	100,27	98,36	95,49	93,26	90,40	90,08								12,40

Anexo 4. Calculo de factor de forma

N° arbol	v1	v2	v3	v4	v5	v6	v7	v8	v9	v10	v11	v12	v13	v14	v15	Volumen real total (m ³)	Área basal (m ²)	Volumen cilindro (m ³)	Factor de forma	% de reducción
1	1,12	1,09	1,06	1,04	1,01	0,98	0,95	0,92	0,45		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,63	0,57	10,78	0,80	19,97
2	1,19	1,15	1,11	1,07	1,03	0,99	0,95	0,91	0,44		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,85	0,61	11,52	0,77	23,13
3	1,15	1,12	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,95	0,92	0,82		0,00	0,00	0,00	0,00	10,11	0,58	11,51	0,88	12,17
4	1,55	1,50	1,46	1,41	1,36	1,31	1,26	0,61		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,45	0,78	11,77	0,89	11,18
5	1,47	1,45	1,41	1,39	1,38	1,37	1,36	1,34	1,30	1,25		0,00	0,00	0,00	0,00	13,70	0,74	13,97	0,98	1,90
6	0,99	0,97	0,94	0,92	0,89	0,87	0,85	0,82	0,28		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,53	0,50	8,39	0,90	10,25
7	2,05	1,99	1,93	1,87	1,81	1,76	1,70	0,25		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,35	1,04	14,85	0,90	10,12
8	1,62	1,60	1,58	1,56	1,54	1,52	1,50	1,48	1,46	0,87		0,00	0,00	0,00	0,00	14,73	0,82	15,69	0,94	6,09
9	1,50	1,48	1,46	1,44	1,42	1,40	1,39	1,37	1,35	1,33	1,31	0,07		0,00	0,00	15,51	0,75	16,67	0,93	6,93
10	0,81	0,80	0,78	0,77	0,76	0,75	0,19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,86	0,41	5,09	0,96	4,44
11	1,72	1,70	1,67	1,65	1,62	1,59	1,57	1,54	1,52	1,50	1,47	0,15		0,00	0,00	17,69	0,87	19,22	0,92	7,99
12	1,86	1,78	1,69	1,61	1,53	1,45	1,38	1,30	1,23	0,53		0,00	0,00	0,00	0,00	14,36	0,95	17,96	0,80	20,07
13	1,12	1,10	1,07	1,05	1,02	1,00	0,97	0,95	0,09		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,38	0,57	9,19	0,91	8,85
14	1,23	1,21	1,18	1,16	1,13	1,11	1,08	1,06	0,26		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,41	0,62	10,26	0,92	8,35
15	1,46	1,42	1,39	1,35	1,31	1,27	1,23	1,19	1,15	0,51		0,00	0,00	0,00	0,00	12,29	0,74	13,98	0,88	12,11
16	0,82	0,78	0,75	0,71	0,68	1,04	0,36		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,14	0,42	5,32	0,97	3,37
17	1,60	1,52	1,46	1,39	1,32	1,26	1,19	1,12	1,05	0,59		0,00	0,00	0,00	0,00	12,49	0,82	15,66	0,80	20,21
18	1,89	1,86	1,82	1,79	1,76	1,73	1,70	1,67	1,63	0,88		0,00	0,00	0,00	0,00	16,72	0,95	18,15	0,92	7,89
19	2,84	2,78	2,73	2,68	2,62	2,57	2,52	2,47	1,58		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	22,79	1,43	24,76	0,92	7,97
20	0,97	0,94	0,92	0,90	0,88	0,85	0,83	0,81	0,79	0,19		0,00	0,00	0,00	0,00	8,08	0,49	9,07	0,89	10,90
21	1,25	1,21	1,16	1,12	1,08	1,04	1,00	0,64		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,50	0,64	9,73	0,87	12,67
22	0,81	0,80	0,79	0,78	0,77	0,76	0,24		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,94	0,41	5,14	0,96	3,98
23	2,32	2,28	2,24	2,21	2,17	2,14	2,10	2,05	2,01	0,91		0,00	0,00	0,00	0,00	20,43	1,17	22,12	0,92	7,65
24	0,89	0,86	0,83	0,81	0,78	0,75	0,72	0,49		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,14	0,45	6,99	0,88	12,11
25	1,22	1,18	1,14	1,10	1,06	1,01	0,98	0,76		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	8,45	0,62	9,71	0,87	12,92

26	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,82	0,81	0,80	0,78		0,00	0,00	0,00	0,00	8,31	0,44	8,84	0,94	5,94
27	1,77	1,72	1,68	1,62	1,58	1,54	1,50	1,45	1,41	0,86		0,00	0,00	0,00	0,00	15,14	0,90	17,30	0,87	12,52
28	1,80	1,75	1,71	1,67	1,63	1,59	1,55	1,51	1,46	1,41	1,37	0,20		0,00	0,00	17,65	0,92	20,43	0,86	13,60
29	1,98	1,87	1,77	1,66	1,56	1,46	1,37	1,28	1,00		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,94	1,02	15,97	0,87	12,71
30	0,84	0,80	0,77	0,73	0,70	0,68	0,65	0,53		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,70	0,43	6,75	0,84	15,61
31	1,26	1,22	1,19	1,15	1,12	1,08	1,05	1,02	0,98	0,42		0,00	0,00	0,00	0,00	10,49	0,64	12,01	0,87	12,65
32	1,41	1,39	1,37	1,35	1,33	1,31	1,29	1,19		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	10,63	0,71	11,24	0,95	5,46
33	2,27	2,23	2,18	2,13	2,09	2,04	2,00	1,97	1,93	1,89	1,86	0,28		0,00	0,00	22,86	1,15	25,64	0,89	10,84
34	1,89	1,85	1,81	1,78	1,74	1,70	1,67	1,63	1,59	1,56	1,51	0,97		0,00	0,00	19,70	0,95	22,14	0,89	11,05
35	0,42	0,40	0,38	0,37	0,36	0,34	0,33	0,31	0,30	0,29	0,23		0,00	0,00	0,00	3,73	0,21	4,59	0,81	18,76
36	0,99	0,96	0,94	0,91	0,88	0,86	0,83	0,81	0,78	0,76	0,73	0,21		0,00	0,00	9,66	0,50	11,36	0,85	15,00
37	2,28	2,24	2,20	2,16	2,11	2,08	2,05	2,01	1,97	1,94	1,91	1,87	0,83		0,00	25,64	1,15	28,63	0,90	10,44
38	2,68	2,64	2,60	2,56	2,51	2,48	2,43	2,39	2,35	2,32	2,28	2,24	0,78		0,00	30,27	1,35	33,29	0,91	9,07
39	1,79	1,72	1,65	1,57	1,51	1,44	1,37	1,29	1,22	1,15	1,08	0,47		0,00	0,00	16,26	0,92	20,98	0,77	22,50
40	2,40	2,37	2,33	2,29	2,26	2,21	2,17	2,14	2,10	2,06	2,02	1,97	0,89		0,00	27,20	1,21	30,09	0,90	9,60
41	3,28	3,22	3,17	2,84	2,79	3,00	2,94	2,89	2,83	2,78	2,64		0,00	0,00	0,00	32,38	1,65	36,20	0,89	10,56
42	3,34	3,24	3,14	3,05	2,95	2,85	2,76	2,67	2,58	2,51	2,04		0,00	0,00	0,00	31,15	1,70	36,74	0,85	15,21
43	1,49	1,47	1,44	1,41	1,38	1,35	1,31	1,28	1,25	1,21	1,18	0,92		0,00	0,00	15,68	0,75	17,80	0,88	11,91
44	1,52	1,48	1,44	1,40	1,37	1,33	1,29	1,26	1,22	0,36		0,00	0,00	0,00	0,00	12,67	0,77	14,32	0,88	11,54
45	1,22	1,18	1,14	1,10	1,06	1,01	0,98	0,94	0,60		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,22	0,62	10,76	0,86	14,31
46	2,43	2,37	2,31	2,26	2,20	2,14	2,09	2,03	1,96	1,89	1,44		0,00	0,00	0,00	23,11	1,23	26,46	0,87	12,65
47	1,52	1,50	1,47	1,44	1,41	1,38	1,35	1,31	1,28	1,25	1,22	1,19	0,17		0,00	16,48	0,77	18,71	0,88	11,87
48	1,89	1,86	1,82	1,79	1,76	1,73	1,69	1,66	1,62	1,59	1,56	1,53	0,68		0,00	21,19	0,95	23,66	0,90	10,45
49	1,52	1,48	1,45	1,42	1,39	1,36	1,32	1,28	1,25	1,23	1,20	1,11		0,00	0,00	16,01	0,77	18,40	0,87	12,99
50	1,20	1,16	1,14	1,11	1,08	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,73		0,00	0,00	0,00	11,42	0,61	13,14	0,87	13,05
51	0,87	0,83	0,80	0,77	0,74	0,71	0,68	0,65	0,62	0,18		0,00	0,00	0,00	0,00	6,86	0,44	8,22	0,84	16,48
52	1,72	1,62	1,55	1,48	1,40	1,33	0,26		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,35	0,88	10,94	0,85	14,57
TOTAL																726,24	41,57	822,12		
PROMEDIO																13,97			0,88	11,63

Anexo 5. Análisis de residuo (SPURR)

N°	DAP (cm)	HC (m)	x	y	Volumen estimado (m ³)	Residuo (Vr-Ve) m ³	Residuo (Vr-Ve) ²
			D ² H	Volumen real (m ³)			
1	84	19	13,41	8,63	9,43	-0,81	0,65
2	87	19	14,38	8,85	10,12	-1,27	1,61
3	85	19,84	14,33	10,11	10,09	0,02	0,00
4	99	15	14,70	10,45	10,35	0,11	0,01
5	97	18,9	17,78	13,70	12,52	1,18	1,40
6	80	16,7	10,69	7,53	7,52	0,02	0,00
7	114	14,3	18,58	13,35	13,08	0,27	0,07
8	101	19,2	19,59	14,73	13,79	0,94	0,89
9	98	22,1	21,22	15,51	14,95	0,57	0,32
10	72	12,5	6,48	4,86	4,55	0,31	0,10
11	104	22,2	24,01	17,69	16,91	0,78	0,60
12	109	18,9	22,46	14,36	15,81	-1,46	2,12
13	85	16,2	11,70	8,38	8,23	0,14	0,02
14	89	16,5	13,07	9,41	9,20	0,21	0,04
15	96	18,92	17,44	12,29	12,28	0,01	0,00
16	72	12,7	6,58	5,14	4,62	0,51	0,26
17	100	19,16	19,16	12,49	13,49	-1,00	1,00
18	110	19,1	23,11	16,72	16,28	0,44	0,20
19	134	17,3	31,06	22,79	21,88	0,91	0,82
20	78	18,5	11,26	8,08	7,92	0,16	0,03
21	89	15,3	12,12	8,50	8,53	-0,03	0,00
22	72	12,63	6,55	4,94	4,60	0,34	0,11
23	121	18,92	27,70	20,43	19,51	0,91	0,84
24	75	15,4	8,66	6,14	6,09	0,05	0,00
25	88	15,6	12,08	8,45	8,50	-0,05	0,00
26	74	20	10,95	8,31	7,70	0,61	0,37
27	106	19,24	21,62	15,14	15,22	-0,09	0,01
28	107	22,3	25,53	17,65	17,98	-0,33	0,11
29	112	15,65	19,63	13,94	13,82	0,12	0,01
30	73	15,7	8,37	5,70	5,88	-0,18	0,03
31	89	18,88	14,95	10,49	10,53	-0,03	0,00
32	95	15,86	14,31	10,63	10,07	0,55	0,31
33	120	22,3	32,11	22,86	22,62	0,24	0,06
34	110	23,3	28,19	19,70	19,86	-0,16	0,03
35	51	21,6	5,62	3,73	3,94	-0,22	0,05
36	79	22,6	14,10	9,66	9,93	-0,27	0,07
37	121	24,9	36,46	25,64	25,68	-0,04	0,00
38	130	24,7	41,74	30,27	29,41	0,86	0,74
39	107	22,9	26,22	16,26	18,47	-2,21	4,88
40	124	24,92	38,32	27,20	27,00	0,21	0,04
41	144	21,92	45,45	32,38	32,03	0,35	0,12
42	145	21,65	45,52	31,15	32,07	-0,92	0,84
43	98	23,6	22,67	15,68	15,96	-0,28	0,08
44	98	18,6	17,86	12,67	12,58	0,09	0,01
45	88	17,3	13,40	9,22	9,43	-0,21	0,04
46	124	21,56	33,15	23,11	23,35	-0,24	0,06
47	99	24,3	23,82	16,48	16,77	-0,29	0,08
48	110	24,9	30,13	21,19	21,22	-0,03	0,00
49	98	23,9	22,95	16,01	16,16	-0,16	0,02
50	87	21,6	16,35	11,42	11,51	-0,09	0,01
51	74	18,6	10,19	6,86	7,16	-0,30	0,09
52	105	12,4	13,67	9,35	9,62	-0,27	0,07
TOTAL				726,24	726,24	0,00	19,25

Anexo 6. Análisis de residuo (SCHUMACHER)

N°	DAP (cm)	HC (m)	Y	X	X1	Volumen real (m³)	Volumen estimado m³	Residuo (Vr-Ve) m³	Residuo (Vr-Ve)²
			LnV	Ln DAP	Ln HC				
1	84	19	2,15	-0,17	2,94	8,63	9,39	-0,77	0,59
2	87	19	2,18	-0,14	2,94	8,85	10,09	-1,24	1,53
3	85	19,84	2,31	-0,16	2,99	10,11	10,01	0,10	0,01
4	99	15	2,35	-0,01	2,71	10,45	10,56	-0,11	0,01
5	97	18,9	2,62	-0,03	2,94	13,70	12,53	1,18	1,38
6	80	16,7	2,02	-0,22	2,82	7,53	7,56	-0,02	0,00
7	114	14,3	2,59	0,13	2,66	13,35	13,47	-0,12	0,01
8	101	19,2	2,69	0,01	2,95	14,73	13,80	0,94	0,88
9	98	22,1	2,74	-0,02	3,10	15,51	14,76	0,75	0,57
10	72	12,5	1,58	-0,33	2,53	4,86	4,68	0,19	0,03
11	104	22,2	2,87	0,04	3,10	17,69	16,73	0,96	0,93
12	109	18,9	2,66	0,09	2,94	14,36	15,88	-1,52	2,31
13	85	16,2	2,13	-0,16	2,79	8,38	8,31	0,06	0,00
14	89	16,5	2,24	-0,12	2,80	9,41	9,28	0,12	0,02
15	96	18,92	2,51	-0,04	2,94	12,29	12,28	0,01	0,00
16	72	12,7	1,64	-0,33	2,54	5,14	4,75	0,39	0,15
17	100	19,16	2,53	0,00	2,95	12,49	13,49	-1,00	1,00
18	110	19,1	2,82	0,10	2,95	16,72	16,33	0,39	0,15
19	134	17,3	3,13	0,29	2,85	22,79	22,28	0,51	0,26
20	78	18,5	2,09	-0,25	2,92	8,08	7,89	0,19	0,04
21	89	15,3	2,14	-0,12	2,73	8,50	8,66	-0,16	0,03
22	72	12,63	1,60	-0,33	2,54	4,94	4,72	0,22	0,05
23	121	18,92	3,02	0,19	2,94	20,43	19,65	0,77	0,60
24	75	15,4	1,81	-0,29	2,73	6,14	6,15	-0,01	0,00
25	88	15,6	2,13	-0,13	2,75	8,45	8,62	-0,17	0,03
26	74	20	2,12	-0,30	3,00	8,31	7,61	0,70	0,49
27	106	19,24	2,72	0,06	2,96	15,14	15,25	-0,11	0,01
28	107	22,3	2,87	0,07	3,10	17,65	17,79	-0,14	0,02
29	112	15,65	2,63	0,11	2,75	13,94	14,11	-0,17	0,03
30	73	15,7	1,74	-0,31	2,75	5,70	5,93	-0,23	0,05
31	89	18,88	2,35	-0,12	2,94	10,49	10,50	-0,01	0,00
32	95	15,86	2,36	-0,05	2,76	10,63	10,22	0,40	0,16
33	120	22,3	3,13	0,18	3,10	22,86	22,47	0,40	0,16
34	110	23,3	2,98	0,10	3,15	19,70	19,60	0,10	0,01
35	51	21,6	1,32	-0,67	3,07	3,73	3,83	-0,10	0,01
36	79	22,6	2,27	-0,24	3,12	9,66	9,72	-0,07	0,00
37	121	24,9	3,24	0,19	3,21	25,64	25,28	0,36	0,13
38	130	24,7	3,41	0,26	3,21	30,27	29,03	1,24	1,54
39	107	22,9	2,79	0,07	3,13	16,26	18,23	-1,98	3,90
40	124	24,92	3,30	0,22	3,22	27,20	26,59	0,61	0,38
41	144	21,92	3,48	0,36	3,09	32,38	32,04	0,34	0,11
42	145	21,65	3,44	0,37	3,08	31,15	32,12	-0,97	0,94
43	98	23,6	2,75	-0,02	3,16	15,68	15,68	0,00	0,00
44	98	18,6	2,54	-0,02	2,92	12,67	12,60	0,06	0,00
45	88	17,3	2,22	-0,13	2,85	9,22	9,48	-0,25	0,06
46	124	21,56	3,14	0,22	3,07	23,11	23,28	-0,17	0,03
47	99	24,3	2,80	-0,01	3,19	16,48	16,44	0,05	0,00
48	110	24,9	3,05	0,10	3,21	21,19	20,83	0,36	0,13
49	98	23,9	2,77	-0,02	3,17	16,01	15,86	0,15	0,02
50	87	21,6	2,44	-0,14	3,07	11,42	11,35	0,08	0,01
51	74	18,6	1,93	-0,30	2,92	6,86	7,12	-0,26	0,07
52	105	12,4	2,24	0,05	2,52	9,35	10,00	-0,65	0,42
Total						726,24	724,84	1,39	19,29


Anexo 7. Análisis de residuo (FACTOR DE FORMA CONSTANTE)

N°	DAP (cm)	HC (m)	Volumen real (m ³)	Ff Constante	Ff	(Ff*D ² *H)	X	Y	Volumen estimado (m ³)	Residuo (vr - ve) m ³	Residuo (vr - ve) ²
							Ln(Ff*D ² *H)	Ln V			
1	84,00	19,00	8,63	0,80	0,88	10,73	2,37	2,15	8,58	0,05	0,00
2	87	19	8,85	0,77	0,88	11,05	2,40	2,18	8,84	0,01	0,00
3	85	19,84	10,11	0,88	0,88	12,59	2,53	2,31	10,06	0,05	0,00
4	99	15	10,45	0,89	0,88	13,06	2,57	2,35	10,43	0,02	0,00
5	97	18,9	13,70	0,98	0,88	17,45	2,86	2,62	13,91	-0,21	0,04
6	80	16,7	7,53	0,90	0,88	9,59	2,26	2,02	7,68	-0,14	0,02
7	114	14,3	13,35	0,90	0,88	16,70	2,82	2,59	13,32	0,03	0,00
8	101	19,2	14,73	0,94	0,88	18,39	2,91	2,69	14,66	0,07	0,01
9	98	22,1	15,51	0,93	0,88	19,75	2,98	2,74	15,74	-0,22	0,05
10	72	12,5	4,86	0,96	0,88	6,19	1,82	1,58	4,97	-0,11	0,01
11	104	22,2	17,69	0,92	0,88	22,09	3,10	2,87	17,59	0,10	0,01
12	109	18,9	14,36	0,80	0,88	17,95	2,89	2,66	14,31	0,05	0,00
13	85	16,2	8,38	0,91	0,88	10,67	2,37	2,13	8,53	-0,15	0,02
14	89	16,5	9,41	0,92	0,88	11,98	2,48	2,24	9,57	-0,17	0,03
15	96	18,92	12,29	0,88	0,88	15,32	2,73	2,51	12,23	0,06	0,00
16	72	12,7	5,14	0,97	0,88	6,36	1,85	1,64	5,10	0,03	0,00
17	100	19,16	12,49	0,80	0,88	15,29	2,73	2,53	12,20	0,29	0,09
18	110	19,1	16,72	0,92	0,88	21,29	3,06	2,82	16,95	-0,23	0,06
19	134	17,3	22,79	0,92	0,88	28,59	3,35	3,13	22,73	0,06	0,00
20	78	18,5	8,08	0,89	0,88	10,03	2,31	2,09	8,02	0,06	0,00
21	89	15,3	8,50	0,87	0,88	10,58	2,36	2,14	8,47	0,03	0,00
22	72	12,63	4,94	0,96	0,88	6,29	1,84	1,60	5,04	-0,11	0,01
23	121	18,92	20,43	0,92	0,88	25,58	3,24	3,02	20,35	0,07	0,01
24	75	15,4	6,14	0,88	0,88	7,61	2,03	1,81	6,10	0,04	0,00
25	88	15,6	8,45	0,87	0,88	10,52	2,35	2,13	8,41	0,04	0,00
26	74	20	8,31	0,94	0,88	10,30	2,33	2,12	8,24	0,07	0,00
27	106	19,24	15,14	0,87	0,88	18,91	2,94	2,72	15,07	0,06	0,00
28	107	22,3	17,65	0,86	0,88	22,06	3,09	2,87	17,57	0,09	0,01
29	112	15,65	13,94	0,87	0,88	17,14	2,84	2,63	13,67	0,28	0,08
30	73	15,7	5,70	0,84	0,88	7,06	1,95	1,74	5,66	0,04	0,00
31	89	18,88	10,49	0,87	0,88	13,06	2,57	2,35	10,44	0,06	0,00
32	95	15,86	10,63	0,95	0,88	13,53	2,61	2,36	10,81	-0,18	0,03
33	120	22,3	22,86	0,89	0,88	28,63	3,35	3,13	22,76	0,10	0,01
34	110	23,3	19,70	0,89	0,88	25,08	3,22	2,98	19,95	-0,26	0,07
35	51	21,6	3,73	0,81	0,88	4,56	1,52	1,32	3,67	0,06	0,00
36	79	22,6	9,66	0,85	0,88	11,99	2,48	2,27	9,58	0,07	0,01
37	121	24,9	25,64	0,90	0,88	32,65	3,49	3,24	25,94	-0,29	0,08
38	130	24,7	30,27	0,91	0,88	37,96	3,64	3,41	30,12	0,15	0,02
39	107	22,9	16,26	0,77	0,88	20,32	3,01	2,79	16,19	0,07	0,01
40	124	24,92	27,20	0,90	0,88	34,64	3,54	3,30	27,50	-0,30	0,09
41	144	21,92	32,38	0,89	0,88	40,66	3,71	3,48	32,25	0,13	0,02
42	145	21,65	31,15	0,85	0,88	38,59	3,65	3,44	30,62	0,53	0,28
43	98	23,6	15,68	0,88	0,88	19,97	2,99	2,75	15,91	-0,23	0,05
44	98	18,6	12,67	0,88	0,88	15,80	2,76	2,54	12,61	0,06	0,00
45	88	17,3	9,22	0,86	0,88	11,48	2,44	2,22	9,18	0,04	0,00
46	124	21,56	23,11	0,87	0,88	28,96	3,37	3,14	23,02	0,09	0,01
47	99	24,3	16,48	0,88	0,88	20,99	3,04	2,80	16,72	-0,23	0,05
48	110	24,9	21,19	0,90	0,88	26,98	3,30	3,05	21,46	-0,27	0,07
49	98	23,9	16,01	0,87	0,88	19,97	2,99	2,77	15,91	0,10	0,01
50	87	21,6	11,42	0,87	0,88	14,22	2,65	2,44	11,35	0,07	0,01
51	74	18,6	6,86	0,84	0,88	8,51	2,14	1,93	6,81	0,05	0,00
52	105	12,4	9,35	0,85	0,88	11,68	2,46	2,24	9,34	0,01	0,00
TOTAL			726,24						726,15	0,09	1,29


ANEXO 7. Estimación de volumen con el Ff 0,65 y 0,88

N° árbol	Dap (cm)	Altura Comerc	VOLUMEN REAL TOTAL m3	volumen estimado (m3) con el Ff 0,65 SERFOR	Residuo ff (0,65)	volumen estimado (m3) con el Ff especie 0,88	Residuo 0,88
1	84,00	19,00	8,63	6,84	1,78	9,27	-0,64
2	87,00	19,00	8,85	7,34	1,51	9,94	-1,09
3	85,00	19,84	10,11	7,32	2,79	9,91	0,20
4	99,00	15,00	10,45	7,51	2,95	10,16	0,29
5	97,00	18,90	13,70	9,08	4,62	12,29	1,41
6	80,00	16,70	7,53	5,46	2,08	7,39	0,15
7	114,00	14,30	13,35	9,49	3,86	12,84	0,51
8	101,00	19,20	14,73	10,00	4,73	13,54	1,20
9	98,00	22,10	15,51	10,84	4,68	14,67	0,84
10	72,00	12,50	4,86	3,31	1,56	4,48	0,38
11	104,00	22,20	17,69	12,26	5,43	16,60	1,09
12	109,00	18,90	14,36	11,46	2,89	15,52	-1,16
13	85,00	16,20	8,38	5,98	2,40	8,09	0,29
14	89,00	16,50	9,41	6,67	2,74	9,03	0,38
15	96,00	18,92	12,29	8,90	3,39	12,05	0,24
16	72,00	12,70	5,14	3,36	1,78	4,55	0,59
17	100,00	19,16	12,49	9,78	2,71	13,24	-0,75
18	110,00	19,10	16,72	11,80	4,92	15,97	0,75
19	134,00	17,30	22,79	15,86	6,93	21,47	1,32
20	78,00	18,50	8,08	5,75	2,33	7,78	0,30
21	89,00	15,30	8,50	6,19	2,31	8,38	0,12
22	72,00	12,63	4,94	3,34	1,60	4,53	0,41
23	121,00	18,92	20,43	14,14	6,28	19,15	1,28
24	75,00	15,40	6,14	4,42	1,72	5,99	0,15
25	88,00	15,60	8,45	6,17	2,28	8,35	0,10
26	74,00	20,00	8,31	5,59	2,72	7,57	0,74
27	106,00	19,24	15,14	11,04	4,10	14,94	0,19
28	107,00	22,30	17,65	13,03	4,62	17,65	0,01
29	112,00	15,65	13,94	10,02	3,92	13,57	0,37
30	73,00	15,70	5,70	4,27	1,43	5,78	-0,08
31	89,00	18,88	10,49	7,63	2,86	10,34	0,16
32	95,00	15,86	10,63	7,31	3,32	9,89	0,73
33	120,00	22,30	22,86	16,39	6,47	22,19	0,67
34	110,00	23,30	19,70	14,39	5,30	19,49	0,21
35	51,00	21,60	3,73	2,87	0,86	3,88	-0,16
36	79,00	22,60	9,66	7,20	2,45	9,75	-0,09
37	121,00	24,90	25,64	18,61	7,03	25,20	0,45
38	130,00	24,70	30,27	21,31	8,96	28,85	1,42
39	107,00	22,90	16,26	13,38	2,87	18,12	-1,86
40	124,00	24,92	27,20	19,56	7,64	26,48	0,72
41	144,00	21,92	32,38	23,20	9,17	31,42	0,96
42	145,00	21,65	31,15	23,24	7,92	31,46	-0,31
43	98,00	23,60	15,68	11,57	4,11	15,67	0,02
44	98,00	18,60	12,67	9,12	3,55	12,35	0,32
45	88,00	17,30	9,22	6,84	2,38	9,26	-0,04
46	124,00	21,56	23,11	16,92	6,19	22,91	0,20
47	99,00	24,30	16,48	12,16	4,33	16,46	0,02
48	110,00	24,90	21,19	15,38	5,81	20,82	0,37
49	98,00	23,90	16,01	11,72	4,29	15,86	0,14
50	87,00	21,60	11,42	8,35	3,08	11,30	0,12
51	74,00	18,60	6,86	5,20	1,66	7,04	-0,18
52	105,00	12,40	9,35	6,98	2,37	9,45	-0,10
		total	726,24	526,55	199,69	712,86	13,38

Anexo 9. Constancia de identificación de especie.



UNIVERSIDAD NACIONAL AMAZONICA DE MADRE DE DIOS
 Centro Investigación del Herbario Alwyn Gentry
 "Madre de Dios, Capital de la Biodiversidad del Perú"
 Año del Fortalecimiento de la soberanía Nacional



CONSTANCIA

En mi calidad de Director del Centro de Investigación Herbario "Alwyn Gentry" de la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios,

HACE CONSTAR:

Que la muestra botánica ha sido presentadas en marco de la tesis de pregrado el Bach. **Giancarlo Sinbad. Diaz Vela** Titulado "**Factor de forma de *Couratari macrosperma* A.C.Sm en un bosque de terraza alta, sector Gamitana – Las Piedras, Madre de Dios**" para optar el título de Ingeniero Forestal y Medio Ambiente en la Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios.


El ejemplar ha sido entregado a la colección del herbario y constan de **03** especímen que proviene del sector Gamitana, ubicado en la Provincia Tambopata, distrito Las Piedras, región Madre de Dios, Las cuales fueron verificadas e identificadas en este Centro de enseñanza e Investigación HAG-UNAMAD. A continuación, se adjunta el cuadro de información de la especie.

Nº	Codigo de Colecta	Nombre científico	Familia Segun APG IV (2016)	Coordenada UTM 19L
1	G. Diaz - 001	<i>Couratari macrosperma</i> A.C.Sm	Lecythidaceae	E-508588 N-8634705
	G. Diaz - 002	<i>Couratari macrosperma</i> A.C.Sm	Lecythidaceae	E-508657 N-8634567
	G. Diaz - 003	<i>Couratari macrosperma</i> A.C.Sm	Lecythidaceae	E-509089 N-8634547

Se expide la presente constancia a solicitud de la interesada para los fines que considere conveniente.

Puerto Maldonado, 21 de diciembre de 2022.

Atentamente



Mg. Sufer Baet Quesada
DIRECTOR DEL HERBARIO

Cc.
Archivo

Ciudad Universitaria – Puerto Maldonado – Madre de Dios
Av. Jorge Chavez N° 1160

Anexo 9. Fotos de campo

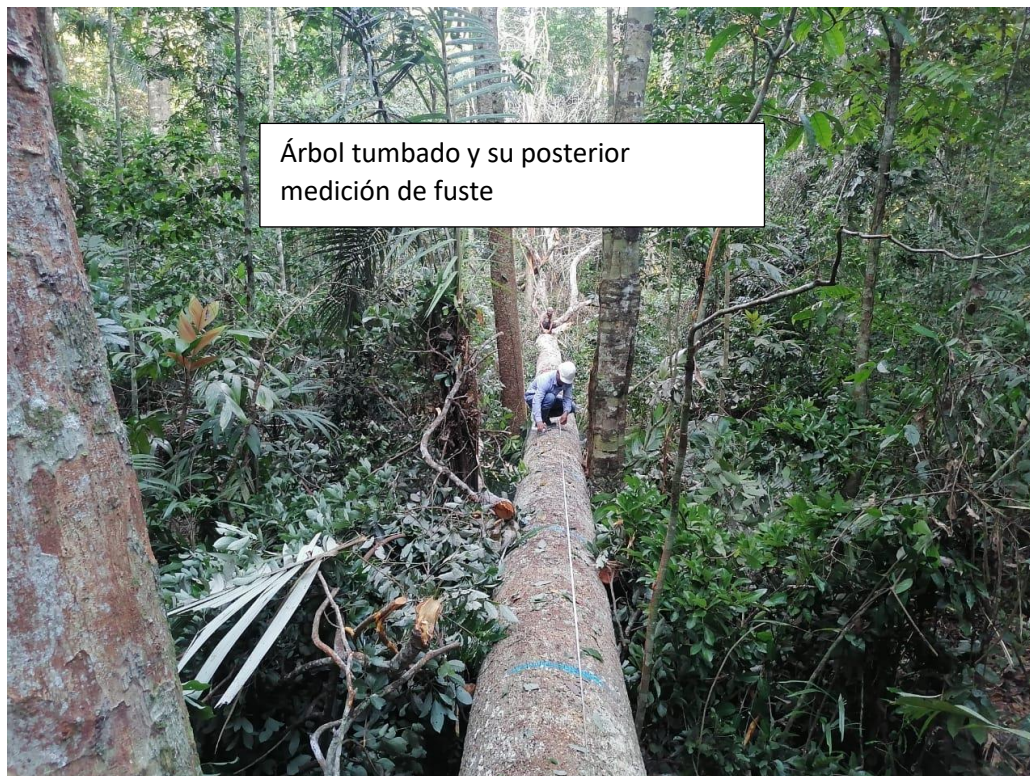


Tumbado de árbol para su cubicación



Área de estudio de factor de forma







Vista del fruto y hojas de *Couratari
Macrosperma*