



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSTGRADO**

UTN Instituto de
IBARRA - ECUADOR Postgrado

**MAESTRÍA EN GESTIÓN SUSTENTABLE EN RECURSOS NATURALES
RENOVABLES**

**“DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE FORMA EN *Cedrelinga cateniformis* D.
Duke (CHUNCHO), Y *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth (CEIBO), PARA EL
APROVECHAMIENTO FORESTAL SUSTENTABLE EN LA PROVINCIA DE
SUCUMBÍOS”**

Trabajo de Investigación previo a la obtención del Título de Magíster en Gestión
Sustentable de Recursos Naturales

DIRECTOR:

MSc. Hugo Orlando Paredes Rodríguez

AUTOR:

Ing. Jimmy Raúl Jaramillo Vallejos

IBARRA - ECUADOR

2021

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del Trabajo de Grado, “DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE FORMA EN *Cedrelinga cateniformis* D. Duke (CHUNCHO), Y *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth (CEIBO), PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL SUSTENTABLE EN LA PROVINCIA DE SUCUMBÍOS”, presentado por el ingeniero Jimmy Raúl Jaramillo vallejos, para optar por el título de Magister en Gestión Sustentable de Recursos Naturales, doy fe de que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación (pública) y evaluación por parte del Jurado Examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra a los 09 días del mes de abril del año 2020

Lo certifico.



MSc. Hugo Orlando Paredes Rodríguez

C.C. 1600285702

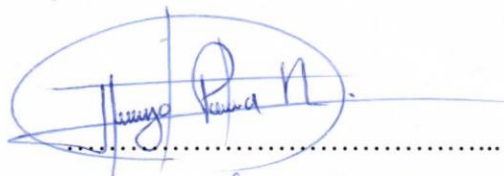
APROBACIÓN DEL JURADO

“DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE FORMA EN *Cedrelinga cateniformis* D. Duke (CHUNCHO), Y *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth (CEIBO), PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL SUSTENTABLE EN LA PROVINCIA DE SUCUMBÍOS”

Por: Ing. Jimmy Raúl Jaramillo Vallejos

Trabajo de grado aprobado en nombre de la Universidad Técnica del Norte por el siguiente jurado, a los 09 días del mes abril de 2020.

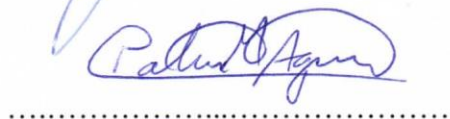
MSc. Hugo Orlando Paredes Rodríguez
Tutor del trabajo de titulación



MSc. José Gabriel Carvajal Benavides
Asesor del trabajo de titulación



PhD. Patricia Marlene Aguirre Mejía
Presidenta del Tribunal de titulación





UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1001784857		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Jaramillo Vallejos Jimmy Raúl		
DIRECCIÓN:	Otavalo, Barrio San Luis, Ciudadela Ángel Escobar		
EMAIL:	jimmyjaramillo@hotmail.es		
TELÉFONO FIJO:		TELÉFONO MÓVIL:	0989284602

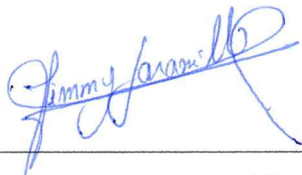
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE FORMA EN <i>Cedrelinga cateniformis</i> D. Duke (CHUNCHO), Y <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth (CEIBO), PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL SUSTENTABLE EN LA PROVINCIA DE SUCUMBÍOS”
AUTOR:	Jaramillo Vallejos Jimmy Raúl
FECHA:	09/04/2020
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input type="checkbox"/> PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Magíster en Gestión Sustentable de Recursos Naturales
TUTOR:	MSc. Hugo Orlando Paredes Rodríguez

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 24 días del mes de agosto de 2021

EL AUTOR:



Ing. Jimmy Raúl Jaramillo Vallejos

C.C.: 1001784857

REGISTRO DE POSGRADO

Guía: POSGRADO – UTN

Fecha: Ibarra, 09 de abril de 2020

JIMMY RAUL JARAMILLO VALLEJOS “DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE FORMA EN *Cedrelinga cateniformis* D. Duke (CHUNCHO), Y *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth (CEIBO), PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL SUSTENTABLE EN LA PROVINCIA DE SUCUMBÍOS”/ Trabajo de grado de Magíster en Gestión Sustentable de Recursos Naturales, Universidad Técnica del Norte “UTN”, Ibarra.

DIRECTOR DE TESIS: MSc. Hugo Orlando Paredes Rodríguez

El principal objetivo de la presente investigación fue: Determinar el factor de forma mejorado para las especies *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke (Chuncho), y *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth (Ceibo) con un criterio de aprovechamiento sostenible; determinar el volumen de las especies con parámetros dasométricos tomados en árboles en pie; determinar el volumen de las especies con parámetros dasométricos medidos en árboles apeados; Determinar el factor de forma ajustado para las especies *Cedrelinga cateniformis* (Ducke) Ducke (Chuncho), y *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.

Fecha: Ibarra, 09 de abril de 2020

.....
MSc. Hugo Orlando Paredes Rodríguez
Director

.....
Ing. Jimmy Raúl Jaramillo Vallejos
Autor

DEDICATORIA

Agradecimiento primordial a Dios por su bendición y haberme permitido llegar hasta este momento en mi vida profesional, a mi familia por ser el pilar más importante no solo en el estudio sino durante todo el tiempo siendo mi soporte para poder llegar a mis metas trazadas.

RECONOCIMIENTO

Son muchas las personas que han contribuido y aportado al proceso de elaboración de este trabajo de titulación. Agradeciendo a todos y cada uno de los profesores que han compartido sus conocimientos durante este proceso de formación.

Al Ing Hugo Paredes tutor quien ha demostrado empeño e interés en la culminación de este trabajo.

Al Ing. Gabriel Carvajal asesor quien aportó su tiempo y conocimiento.

Gracias a la Universidad técnica del norte por permitirme convertirme en profesional de cuarto nivel.

Y a todas aquellas personas que demuestran interés en adquirir información para mejorar sus conocimientos y solicitan y leen el trabajo desarrollado.

ABREVIATURAS

DAP	Diámetro a la altura del pecho
HC	Altura comercial
H	Altura
V	Volumen
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
SAF	Sistema de Administración Forestal
MAE	Ministerio del ambiente del Ecuador
PCAR	Programa de corta de árboles relictos
PMFSI	Programa de Manejo Forestal Simplificado
PMFSu	Programa de Manejo Forestal Sustentable
Dm	Diámetro medio
ff	Factor de forma

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT	xiv
CAPITULO I.....	1
INTRODUCCION	1
1.1. Problema de investigación	2
1.2. Hipótesis.....	3
1.2.2. Hipótesis alternativa.....	3
1.3. Objetivos de la investigación	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.1.1. Objetivos específicos	3
2. Justificación	4
CAPITULO II	5
MARCO REFERENCIAL	5
2. Antecedentes	5
2.1. Referentes teóricos	6
2.1.1. Dasonomía	6
2.1.2. Dasometría	6
2.1.3. Factor de forma	7
2.1.4. Forma de los árboles	8
2.1.5. Métodos de Cálculo de Volumen.....	8
2.1.6. Fórmulas aplicadas.....	9
2.1.7. Clases de factores o coeficientes de forma	9
2.1.8. Fórmulas de Smalian y Huber.....	10
2.1.9. Variables de la sección transversal de un árbol	12
2.1.10. Medición de alturas	13

2.1.11.	Aprovechamiento forestal	15
2.1.12.	Normas Forestales para el manejo Forestal.....	15
2.2.	Descripción de las especies	16
CAPITULO III.....		18
MARCO METODOLÓGICO		18
3.	Descripción del área de estudio	18
3.1.	Ubicación geográfica.....	18
3.1.1.	Aspectos socioeconómicos	19
3.1.2.	Factores bióticos y abióticos.....	19
3.2.	Diseño y tipo de investigación	21
3.2.1.	Diseño	21
3.2.2.	Tipo de investigación.....	21
3.3.	Fases de la investigación.....	21
3.3.1.	Fase I: Estimación del volumen árboles en pie.....	21
3.3.2.	Fase II: Determinación del volumen árboles apeados	23
3.3.3.	Fase III: Cálculo del factor de forma mejorado	24
CAPITULO IV		26
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		26
4.1.	Estimación del volumen con parámetros tomados en árboles en pie	26
4.1.2.	Volumen en pie de <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth	26
4.2.	Determinación del volumen árboles apeados.....	28
4.3.	Cálculo del factor de forma mejorado	37
4.3.1.	Comparación del volumen con la formula en pie y apeado.....	37
CAPITULO V		48
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		48
5.1.	CONCLUSIONES	48
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		49

ANEXOS.....	53
-------------	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio	18
Figura 2. Árbol apeado, Chuncho	53
Figura 3. Seccionamiento del árbol.....	53
Figura 4. Medición del diámetro mayor, Chuncho	54
Figura 5. Medición del diámetro menor, Chuncho	54
Figura 6. Medición del diámetro mayor, Ceibo	55
Figura 7. Árbol apeado, Ceibo	55
Figura 8. Árbol aprovechado, Ceibo	56
Figura 9. Seccionamiento del árbol, Ceibo	56
Figura 10. Árbol aprovechado, Chuncho	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Especies heliófitas.....	19
Tabla 2. Especies esciófitas.....	19
Tabla 3. Programas seleccionados para la especie <i>Cedrelinga cateniformis</i> D. Duke	21
Tabla 4. Programas seleccionados para la especie <i>Ceiba pentandra</i>	22
Tabla 5. <i>Volumen en pie, Cedrelinga cateniformis</i> D. Duke.....	26
Tabla 6. <i>Volumen en pie, Ceiba pentandra</i>	27
Tabla 7. Volumen de árboles apeados, especie <i>Cedrelinga cateniformis</i> D. Duke	28
Tabla 8. Volumen de árboles apeados, especie <i>Ceiba pentandra</i>	32
Tabla 9. Comparación del volumen en pie y apeado, <i>Cedrelinga cateniformis</i> D. Duke ...	37
Tabla 10. Comparación del volumen en pie y apeado, <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth	38
Tabla 11. Factor de forma verdadero, <i>Cedrelinga cateniformis</i> D. Duke (Chuncho)	39
Tabla 12. Factor de forma verdadero, <i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaerth (Ceibo).....	43

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA

“DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE FORMA EN *Cedrelinga cateniformis* D. Duke (CHUNCHO), Y *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth (CEIBO), PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL SUSTENTABLE EN LA PROVINCIA DE SUCUMBÍOS”

Autor: Ing. Jimmy Raúl Jaramillo Vallejos

Tutor: Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez M.sC

Año: 2020

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo evaluar el factor de forma mejorado para *Cedrelinga cateniformis* D Duke) (Chuncho), y *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth (Ceibo), cuya investigación está ubicada en la provincia de Sucumbíos, con un criterio de aprovechamiento forestal sustentable. Entre los referentes teóricos destacan CIFOR (2013); ITTO (2012); Castillo (2010); FAO (2010). La metodología es cuantitativo-analítico directo, enmarcada en la fórmula de Smalian y Huber. La técnica empleada es de medición directa de los parámetros del fuste, a una longitud de 2.40 metros con medición inicial y final del diámetro por sección, calculando el volumen por troza. En conclusión, se calculó el nuevo factor de forma para estas dos especies forestales, con la finalidad de determinar el volumen preciso de madera total calculado, y mitigar el impacto en volumen desde el punto de vista ambiental, y el impacto de esta diferencia en términos de valor económico por la tasa de pie de monte para el fisco. El Ministerio del Ambiente del Ecuador a través del acuerdo ministerial 039, ~~que~~ mediante registro oficial 399 de 16 de agosto del 2004, publica la normativa para el manejo forestal de madera de bosque húmedo, en el cual determina el factor de forma de 0.7, para el cálculo del volumen para todas las variedades de árboles de latifoliadas en el bosque húmedo, el mismo que es generalizado para todos los individuos forestales.

Palabras clave: Factor de forma, evaluar, aprovechamiento forestal, sustentable, impacto.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

INSTITUTO DE POSGRADO

PROGRAMA DE MAESTRÍA

“DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE FORMA EN *Cedrelinga cateniformis* D. Duke (CHUNCHO), Y *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth (CEIBO), PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL SUSTENTABLE EN LA PROVINCIA DE SUCUMBÍOS”

Autor: Ing. Jimmy Raúl Jaramillo Vallejos

Tutor: Ing. Hugo Orlando Paredes Rodríguez MsC

Año: 2020

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate the improved form factor for *Cedrelinga Cateniformis* (Chuncho), and *Ceiba Pentandra* (Ceibo), whose research is located in the province of Sucumbíos, with a criterion for sustainable forest use. Among the theoretical reference points are CIFOR (2013); ITTO (2012); Castle (2010); FAO (2010). The methodology is direct quantitative-analytical, framed in the formula of Smalian and Huber. The technique used is to direct measurement of the parameters of the shaft, to a length of 2.40 meters with initial measurement and end of the diameter by section, calculating the volume by log. In conclusion, the new form factor was calculated for these two forest species, in order to determine the precise volume of total wood calculated, and mitigate the impact on volume from the environmental point of view, and the impact of this difference in terms of economic value by the footing rate of Monte for the Treasury. The Ministry of the Environment of Ecuador through the Ministerial Agreement 039, which by official registration 399 of August 16, 2004, publishes the rules for forest management of humid forest, which determines the form factor of 0.7, for the calculation of Volumen for all varieties of hardwood trees in the humid forest, the same that is widespread for all forest individuals.

Keys words: Form factor, evaluate, forest use, sustainable, impact.

CAPITULO I

INTRODUCCION

En el mundo entero los bosques húmedos tropicales juegan un papel muy importante con las comunidades, siendo los bosques ecosistemas muy complejos que proveen de múltiples beneficios entre ellos ambientales, medicinales, económico, sociales y maderables en beneficio directo de las personas que poseen este recurso, siendo el recurso maderable el de mayor importancia desde el punto de vista económico, para ello es necesario tener conocimiento de la dimensión de sus existencias volumétricas, conocer en cuanto al volumen real existente en dicho ecosistema y poder aplicar el Programa de Manejo adecuado (FAO, 2001, 2014).

Para el manejo de los bosques y aprovechamiento de productos forestales, el régimen forestal del Ecuador ha elaborado las normas forestales en las que se determinan los aspectos técnicos y administrativos para aprovechar los productos maderables y no maderables de las diferentes formaciones boscosas (FAO, 2001); buscando asegurar la permanencia de los bosques y garantizar la provisión de bienes y servicios a mediano y largo plazo (MAE, 2010).

Por esta razón el Ministerio del Ambiente expidió en diciembre del 2009 el Acuerdo Ministerial Nro. 139, con las normas de procedimientos administrativos que regulan el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales maderables que pueden tener su origen en: 1) los bosques naturales (húmedo, andino y seco), 2) los bosques cultivados (plantaciones forestales), 3) sistemas agroforestales (árboles plantados y árboles de la regeneración natural en cultivos); y 4) las formaciones pioneras. Para los productos forestales diferentes de la madera deben elaborarse planes y programas de aprovechamiento y corta, según sea el caso.

En el caso de las especies de estudio son provenientes de bosques húmedos tropicales, por lo tanto, en el Acuerdo Ministerial 039 publicado mediante Registro Oficial 399 de 16 de agosto del 2004 determina un método de cubicación de madera y el factor de forma para las especies provenientes de bosques húmedos, en el cual se estableció un factor de forma de 0.7 para el cálculo del volumen para especies latifoliadas.

El factor de forma establecido en la normativa para Ceibo y Chuncho no se ajusta al volumen real que en realidad se obtiene por lo tanto en los inventarios forestales realizados, y de la emisión de Licencias de aprovechamiento forestal emitidos en la provincia de Sucumbíos se ha detectado que cuyo factor debe tomar en consideración las características propias del fuste, por lo que se requiere calcular el factor de forma para ciertas especies forestales comerciales en la Provincia de Sucumbíos, para disminuir el blanqueo de madera de origen ilegal y el desperdicio (MAE, 2014) (Mogrovejo, P. 2017).

Según FAO (2010, 2016) la magnitud del problema ha impulsado a los gobiernos que, con la ayuda de las organizaciones internacionales y las organizaciones no gubernamentales, así como del sector privado a intensificar sus análisis de las causas y consecuencias socioeconómicas de la explotación ilegal de la madera. Los estudios han indicado que las cuestiones para resolver comprenden:

- Marcos estratégicos y jurídicos deficientes;
- Incertidumbre acerca de la tenencia de los bosques;
- Escasa observancia de la legislación, información insuficiente sobre los recursos forestales, unida a la creciente demanda de productos forestales;
- Corrupción y falta de transparencia. Por ello, se hallan en ejecución varios procesos a nivel regional, nacional e internacional para combatir los delitos forestales y mejorar el cumplimiento de las leyes.

1.1. Problema de investigación

El factor de forma establecido en la normativa vigente no se ajusta al volumen de aprovechamiento real, por lo tanto este factor no es el adecuado para las especies antes mencionadas debido a que este factor corresponde a individuos con fuste cónico y las especies en estudio poseen un forma cilíndrica, por tal razón el volumen estimado en pie no se acerca al volumen aserrado, lo que ha implicado que exista un producto forestal sobrante que no puede ser movilizado, conllevando a la circulación de producto forestales ilegales.

El factor de forma para el cálculo del volumen de madera rolliza establecido es de 0.7, el mismo que se ha generalizado para todas las especies forestales, pero se conoce que este factor es diferente y no han existido estudios para determinar el factor de forma correspondiente a cada especie aprovechable en bosque nativo. En el país se ha asumido este

factor de forma aparentemente técnica, lo cual ha causado errores en el cálculo del volumen por especie, lo que ha conllevado a que el volumen autorizado sea incorrecto, llevando a que los usuarios del bosque usen la diferencia de este error para la movilización de madera de origen ilegal, provocando el incremento del aprovechamiento ilegal (MAE, 2010). Para el Chuncho (*Cedrelinga cateniformis* D. Duke), Ceibo (*Ceiba pentandra* (L.) Gaerth), que son especies con fuste casi cilíndrico, superando el factor establecido ha provocado que exista un alto porcentaje de desperdicio del recurso forestal, provocando un inadecuado manejo forestal, por esta razón se pretende calcular el factor de forma que más se ajuste a estas especies permitiendo el aprovechamiento legal de las especies de alto valor comercial.

1.2. Hipótesis

1.2.1. Hipótesis Nula

El factor de forma propuesto por la normativa forestal elaborada por el MAE es similar a la calculada en esta investigación

1.2.2. Hipótesis alternativa

El factor de forma propuesto por la normativa forestal elaborada por el MAE no es similar a la calculada en esta investigación

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Evaluar el factor de forma mejorado para las especies *Cedrelinga cateniformis* D. Duke (Chuncho), y *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth (Ceibo) con un criterio de aprovechamiento forestal.

1.1.1. Objetivos específicos

- Determinar el volumen de las especies con parámetros tomados en árboles en pie.
- Determinar el factor de forma con parámetros medidos en árboles apeados.
- Definir el factor de forma mejorado par las especies *Cedrelinga cateniformis* D. Duke y *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.
- Aportar con factores de forma mejorado para el cálculo del volumen en el aprovechamiento forestal que contribuya a la gestión sustentable de los recursos forestales.

2. Justificación

La estimación de volumen de los árboles o individuos de un bosque nativo siempre han llevado a diversos criterios profesionales al ser utilizadas inadecuadamente, por lo que es necesario poner énfasis en el factor de forma de especies comerciales predominantes en el bosque húmedo tropical, ya que su comercialización implica de cierta manera la trazabilidad desde el inventario forestal hasta el destino final siendo esta comercializada en madera rolliza y madera aserrada en donde el volumen comercial es el indispensable, porque se puede estimar o subestimar afectando la economía de una de las partes involucradas (FAO, 1980).

A través de la investigación se pretende determinar el factor de forma de dos especies forestales que en la actualidad tienen un alto porcentaje de aprovechamiento, por lo tanto, determinando el factor específico para cada especie permitiendo obtener resultados eficientes, tratando de aplicar una práctica adecuada y útil para las personas que elaboran estos cálculos con un rendimiento cercano a la realidad, sobre todo en los bosques que crecen en el medio tropical (FAO, 2001).

La aplicación de la normativa vigente (MAE, 2010) conduce que una vez calculado el factor de forma se determinará que el volumen desperdiciado será menor que con el factor de la normativa vigente, esto permitirá tomar decisiones a los técnicos de campo para las verificaciones y el aprovechamiento sostenible en los bosques de estas dos especies, impidiendo la movilización de productos forestales y la tala ilegal (Orozco, J. 2013).

CAPITULO II

MARCO REFERENCIAL

2. Antecedentes

El término medición forestal o Dasometría implica la determinación del volumen de árboles completos y de sus partes, las existencias de madera en rodales, la edad y el incremento de árboles individuales y de rodales completos, así como la magnitud y volumen de sus productos (De la Vega, C., Ramírez, H. s.f.).

Los árboles por su forma en relación con el eje principal presentan diferentes formas que pueden ser cilíndricas, paraboloides, cónica o neloide, lo cual hace que su factor sea diferente entre las especies forestales, y el cálculo del volumen del árbol en pie está altamente relacionado con la forma del fuste (FAO, 1980).

De varios estudios sectoriales en diferentes países de Latinoamérica incluido el Ecuador, el tema del incremento del valor por el cobro de la tasa por pie de monte, más que incrementar la intensidad del aprovechamiento, o incluir madera de otros lugares a licencias de aprovechamiento que fueron sobrestimadas, pero al ser legales y fielmente, en detrimento del recurso forestal boscoso (Mejía E., y Pacheco P. 2013). Radica en mejorar la calidad de las estimaciones y cálculos, pues estos factores por subestimación han contribuido a la evasión de millonarias sumas para el Estado, que podría revertir a iniciativas de fomento forestal en el país (Aguirre, N. 2012).

Para la cubicación de madera rolliza se deben tener en cuenta algunos criterios básicos que facilitan la cubicación y brindar una precisión en la estimación de los volúmenes de las trozas. Toda troza de madera por tener forma geométrica irregular dificulta estimar su volumen con precisión, pero existen mecanismos y fórmulas matemáticas que nos permite calcular su Volumen con exactitud (Aguirre, N. 2012) (Mejía E., y Pacheco P. 2013).

2.1. Referentes teóricos

2.1.1. Dasonomía

La Dasonomía etimológicamente es el estudio del bosque (Jaramillo, C. 2001). La dasonomía es el estudio de la conservación, cultivo y aprovechamiento de los bosques convirtiéndose como la ciencia forestal por excelencia siendo considerada actualmente como una de las bases fundamentales de la Silvicultura y la Economía Forestal. La dasonomía

2.1.2. Dasometría

La Dasometría, es parte de la Dasonomía que estudia la forma de medir, estimar y apreciar las dimensiones de los árboles individuales y demás parámetros del bosque (diámetros, alturas, volumen, entre otros), además se ocupa de la determinación de incrementos, rendimientos del árbol, del bosque y de sus productos (Jaramillo, C. 2001). En otras palabras, la dasometría forma parte de la dasonomía que se encarga de la medición de los árboles, determinación del volumen de los bosques y crecimiento de sus componentes (dasos = bosque; metros = medida) (Yner, F. 2014). La dasometría se divide en tres áreas:

a) Dasometría propiamente dicha

De acuerdo con Jaramillo, C. (2001), es la ciencia que se ocupa del estudio de las colectividades de árboles, el bosque como un conjunto de árboles, teniendo como soporte a la Estadística (cubicación de masas de árboles, inventarios, entre otros)

b) Epidometría

Se encarga de medir crecimientos, incrementos, suministra los elementos para determinar periódicamente el aumento de las dimensiones de los arboles (Jaramillo, C. 2001).

c) Dendrometría

Según Jaramillo, C. (2001), es la ciencia que se encarga del estudio de la medición de los árboles en forma individual y de sus partes (Diámetros, AB, H, Volumen, entre otros). Para las ciencias forestales el estudio de la masa forestal basa su estudio en los cálculos y procedimientos de la mesura Forestal (o medición), en dendrometría este estudio se basa en el cálculo de los fustes de los árboles que, por su variedad en diámetro y clases diamétricas, para evitar los sesgos de medición y de cálculo; y con ello se evita la subestimación del recurso forestal, al emplear una adecuada estimación y cálculo (Cancino, J. 2006).

Corresponde a la dendrometría la determinación de la composición morfológica del árbol, resolviendo las variables básicas medidas en los árboles: diámetro normal, altura de fuste, espesor de corte y la cubicación teórica del árbol. Además, el estudio de la forma del tronco y de los factores de los que depende, así como los variados tipos dendrométricos, conjuntamente el estudio de la forma de la copa y la arquitectura de la misma (Yner, F. 2014).

Otros autores señalan a la Dendrometría a la ciencia que establece los procedimientos adecuados para el cálculo del volumen de los fustes y sus formas, evitando los sesgos y sus errores. Existen varias formas de calcular el volumen de acuerdo con la forma del fuste y su relación altura-forma (Delgado, R., Gil Puig, A., and Galiana, F. 2011).

2.1.3. Factor de forma

La forma está en relación con los dos grandes grupos de árboles, las coníferas que poseen un tronco principal recto e identificado hasta el ápice y, las latifoliadas que tienen un tronco ramificado en diversas direcciones (Jaramillo, C. 2001). El factor de forma o cocientes de forma se define como la razón entre un diámetro superior del fuste y un diámetro de referencia, que normalmente es el diámetro a la altura de pecho (Prodan, 1965).

Esta forma del árbol sirve para los cálculos de su volumen geométrico (Lojan, L. 2005). La forma se debe a la disminución del diámetro con el aumento de altura y para valorar se busca la relación del volumen del árbol con el volumen del mismo fuste, por eso se distinguen: El factor volumétrico de forma = volumen del árbol / volumen del sólido geométrico. Por tal razón al factor se le conoce con distintos nombres: coeficiente mórfico (CM), factor de forma (FF), coeficiente de forma (CF) etc. El f es una relación de volúmenes. Requiere conocerse el volumen de los fustes o de los árboles.

Por otra parte, Loaiza (1977) menciona que la forma del árbol sirve para los cálculos de su volumen geométrico. La forma se debe a la disminución diámetro desde la base del árbol conforme aumenta la altura. Entonces para cálculos se busca la relación entre el volumen real del árbol tomado como un cilindro.

$$f = \frac{v1}{v}$$

En donde:

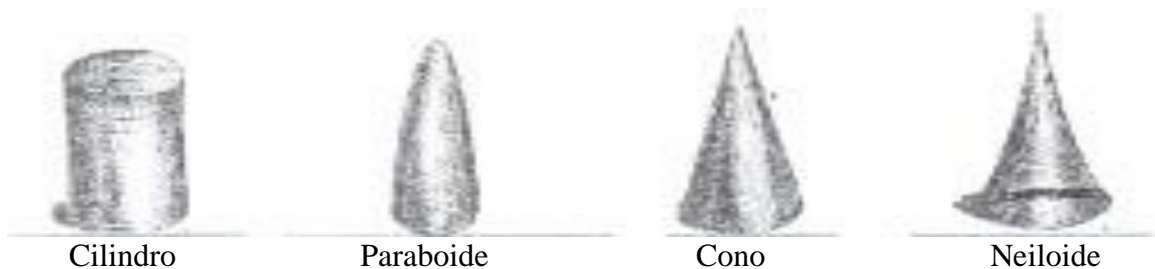
f = factor de forma

v1 = volumen real del árbol

v = volumen tomado como un cilindro.

2.1.4. Forma de los árboles

Entre las formas geométricas más comunes que adquieren los árboles están: cilindro, paraboloides, cono y neloide. Se puede observar la forma de las ramas para determinar el volumen de distintas partes del fuste se pueden encontrar otros cuerpos geométricos semejantes, cuyo volumen se puede calcular fácilmente.



2.1.5. Métodos de Cálculo de Volumen

a) Cálculo de Volúmenes de árboles en pie

El término medición forestal o Dasimetría implica la determinación del volumen de árboles completos y de sus partes, las existencias de madera en rodales, la edad y el incremento de árboles individuales y de rodales completos, así como la magnitud y volumen de sus productos (De la Vega, C., Ramírez, H. s.f.).

Los árboles por su forma en relación con el eje principal presentan diferentes formas que pueden ser cilíndricas, paraboloides, cónica o neloide, lo cual hace que su factor sea diferente entre las especies forestales, y el cálculo del volumen del árbol en pie está altamente relacionado con la forma del fuste (Cailles, 1980).

De varios estudios sectoriales en diferentes países de Latinoamérica incluido el Ecuador, el tema del incremento del valor por el cobro de la tasa por pie de monte, más que incrementar la intensidad del aprovechamiento, o incluir madera de otros lugares a licencias de

aprovechamiento que fueron sobrestimadas, pero al ser legales y fielmente, en detrimento del recurso forestal boscoso. Radica en mejorar la calidad de las estimaciones y cálculos, pues estos factores por subestimación han contribuido a la evasión de millonarias sumas para el Estado, que podría revertir a iniciativas de fomento forestal en el país (Aguirre, N. 2012) (Mejía E., y Pacheco P. 2013).

2.1.6. Fórmulas aplicadas

Para la cubicación de madera rolliza se deben tener en cuenta algunos criterios básicos que facilitan la cubicación y brindar una precisión en la estimación de los volúmenes de las trozas. Toda troza de madera por tener forma geométrica irregular dificulta estimar su volumen con precisión, pero existen mecanismos y fórmulas matemáticas que nos permite calcular su Volumen con exactitud (Aguirre, N. 2012) (Mejía E., y Pacheco P. 2013).

2.1.7. Clases de factores o coeficientes de forma

La utilidad del estudio de la forma es esencialmente para el cálculo del volumen, y se da por la disminución del diámetro del árbol a mitad que aumenta la altura y se expresa numéricamente, esta relación se denomina **factor de forma o coeficiente de forma**. Existen dos coeficientes o factores de forma:

a) Factor volumétrico de forma (f)

Conocido también como: coeficiente mórfo, factor de forma, factor mórfo, entre otros. Se expresa numéricamente en función del volumen de un cilindro comparando con el volumen del árbol, esta relación se denomina factor o coeficiente volumétrico de forma.

$$f = \frac{\text{volumen del árbol}}{\text{volumen del cilindro}}$$

b) Factor diamétrico de forma (cf)

Este factor es determinado por la relación existente entre un diámetro arbitrario dividido para el DAP.

$$cf = \frac{\text{volumen del árbol}}{\text{volumen del cilindro}}$$

c) Ecuación general de forma

$$Y^2 = AX^n$$

Y = variable dependiente
X = variable independiente
A = constante de forma
n = exponente de forma

FORMA	EXPONENTE (n)
Cilindro	0
Paraboloide	1
Cono	2
Neloide	3

Altura de medición del DAP, es la variable que más habitualmente miden los forestales. Principalmente porque es la dimensión más fácil de medir en los árboles; es sensitiva a los cambios ambientales y a la densidad del rodal; y está estrechamente relacionada con la altura total, el volumen del fuste, la biomasa del árbol y el tamaño de la copa, variables importantes y de difícil medición en árboles en pie (Cancino, s.f.).

Determinación de alturas de árboles, uno de los casos más frecuentes es cuando el pie del árbol es accesible al operador, la distancia horizontal puede ser determinada y la visual horizontal del operador, dirigida al individuo a medir, toca un punto entre la punta y la base de éste y son visibles desde el punto de observación esos extremos (De la Vega, C., Ramírez, H. s.f.).

2.1.8. Fórmulas de Smalian y Huber

a) Formula de Smalian

Según, (ITTO, s. f.) la fórmula de volumen de SMALIAN permite calcular el volumen de madera que contiene una troza, sin efectuar deducciones por tapas, cantoneras o ancho de corte Bermúdez, M. y Tapia, M. (2004).

FORMULA:

$$V = \frac{\pi}{4} \frac{(D1 + D2)^2}{2} \times L = m^3$$

Dónde:

V= Volumen m³

D1= Diámetro menor (m)

D2= Diámetro mayor (m)

L = Longitud (m)

a) Formula de Huber

Según De la Vega, C., Ramírez, H. (s.f.) los métodos comerciales de cubicación, el de Huber es seguramente el más sencillo en cuanto al cálculo para la obtención del volumen de un fuste o troza, pues para obtenerlo sólo se requiere la determinación del área de su sección transversal media y de su longitud. Generalmente la fórmula de Huber se expresa en la siguiente forma:

$VH = S_m * L$ = Fórmula de Huber para la cubicación de fustes y trozas.

Dónde:

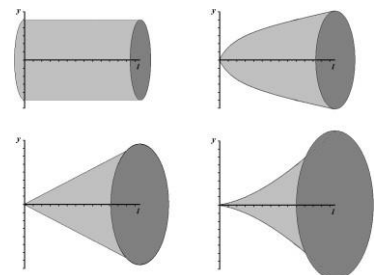
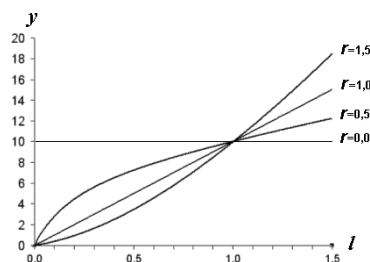
VH = Volumen por Huber

S_m = Área de sección transversal media

L = Longitud del fuste o troza

Tipos de fustes. -

Neloide. -



Una mayor parte de la madera originada en la Amazonia proviene de las provincias de Sucumbíos y Orellana, situadas en el noreste del Ecuador y norte de la Amazonía, mientras que aprovechamientos menores se realizan en las provincias del centro y sur de la Amazonía (Mejía E y Pacheco P. 2013).

El conocimiento de las dimensiones longitudinal y transversal del fuste resulta imprescindible para cuantificar el volumen de madera o la biomasa de un árbol. Esas dimensiones son la altura y la superficie de las secciones transversales en determinados puntos del tronco. La forma más sencilla de conocer el tamaño de la sección de un tronco es mediante la medición de su diámetro, que es la variable dendrométrica más sencilla de medir. El diámetro está directamente relacionado con el volumen y otros parámetros fundamentales del árbol, por lo que se considera una medición básica en cualquier estudio dendrométrico.

2.1.9. Variables de la sección transversal de un árbol

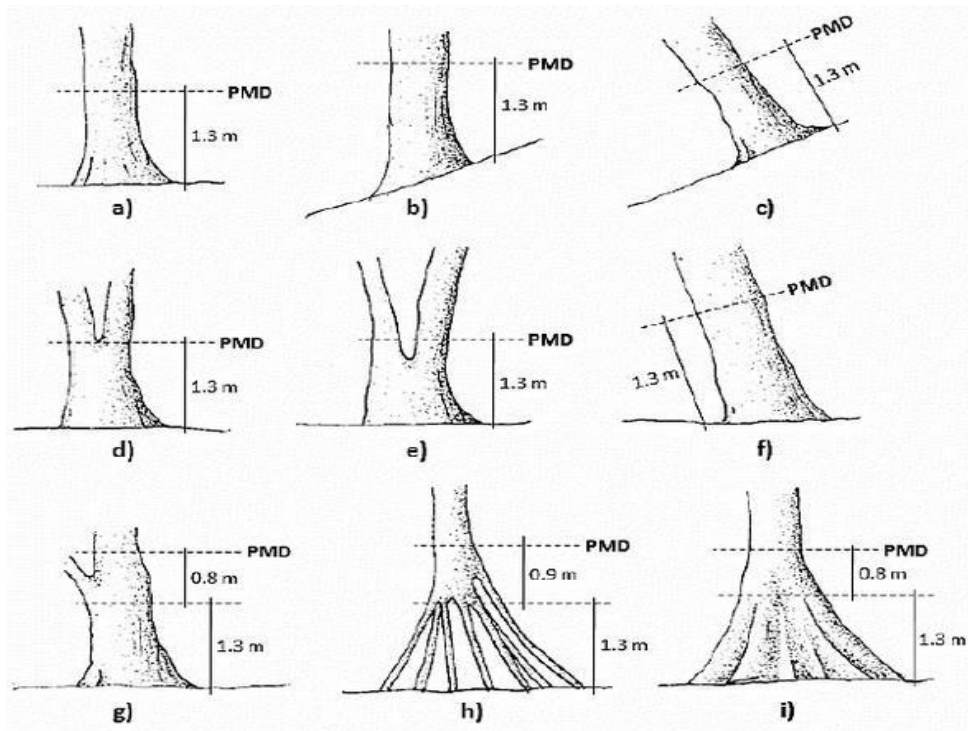
El fuste o, de forma más general, el tronco de un árbol es un objeto tridimensional cuya sección transversal no tiene un valor constante, sino decrece progresivamente con la altura del árbol, Además, esa sección no se corresponde en general, con ninguna figura geométrica regular; por el contrario, los defectos y las anomalías estructurales provocan la aparición de abultamientos y hendiduras que deforman el fuste y dificultan el proceso de medición pie (Yner, F. 2014). En la parte transversal se miden los siguientes parámetros:

a) Diámetro

Es la variable más habitualmente medida en los inventarios forestales y se suele expresar en centímetros o milímetros. A lo largo del fuste de un árbol, y considerando que las secciones fuesen circulares, se podría medir un diámetro en cada uno de sus puntos. De todos ellos, el denominado diámetro normal o diámetro a la altura del pecho (medido a la llamada altura normal, que se fija a 1,30 m sobre el nivel del suelo) es, probablemente, la medición más común en árboles en pie (Yner, F. 2014).

Es así como en árboles en pie, rectos y en terreno plano, el DAP se mide a 1,3 m del suelo. La altura de medición puede variar por la presencia de anomalías, como bifurcaciones, contrafuertes basales y otros defectos en el fuste, o por la misma inclinación o la pendiente del terreno. Punto de Medición del Diámetro PMD. a) Diámetro normal. b) Árbol ubicado sobre pendiente. c) Árbol inclinado sobre pendiente. d) Árbol bifurcado por encima de los

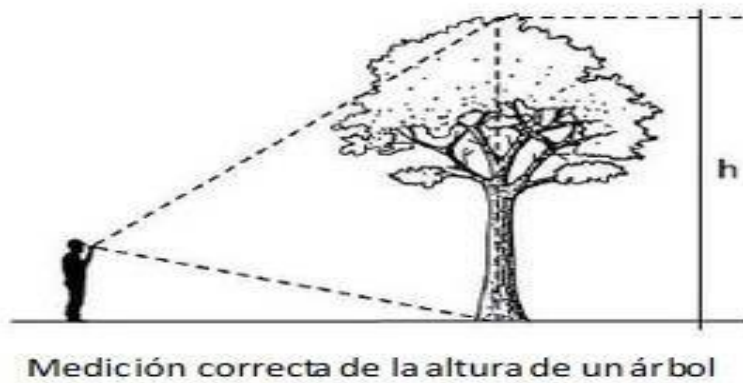
1,3 m. e) Árbol bifurcado por debajo de los 1,3 m. f) Árbol inclinado sobre terreno plano. g) Árbol con presencia de nudos o ramificaciones. h) Árbol con raíces aéreas. i) Árbol con contrafuertes basales (Yner, F. 2014).



Fuente: Yner, F. 2014

2.1.10. Medición de alturas

La importancia de la medición de la altura de los árboles radica en el hecho de que, con esta variable, junto con el diámetro normal, es posible estimar otras importantes variables del árbol individual y, por extensión, también de la masa, como el volumen de madera, el volumen de leña o biomasa. Además, la altura de cada individuo constituye el estrato dominante de una masa. En este caso se estimaron las alturas para cada individuo censado.

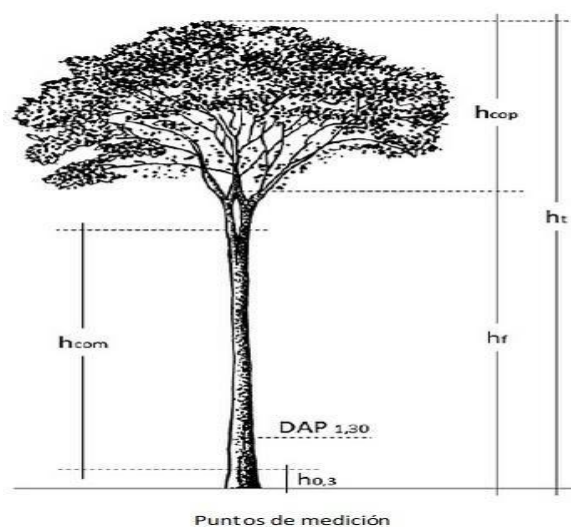


Fuente: Yner, F. 2014

a) Variables de altura de un árbol

Las alturas de referencia que se miden con mayor frecuencia en árboles son las siguientes:

- Altura total (h_t). Altura correspondiente a la distancia vertical entre el suelo y el ápice del árbol.
- Altura de fuste (h_f). Altura correspondiente a la distancia vertical entre el suelo y la base de la copa.
- Altura de copa (h_{cop}). La diferencia de altura entre la altura total y la altura de fuste.
- Altura comercial (h_{com}). Parte del fuste económicamente aprovechable que corresponde a la sección entre la altura de corte y el diámetro mínimo comercial.
- Altura del tocón ($h_{0,3}$). Distancia entre la superficie del suelo y el corte de aprovechamiento, realizada sobre el tronco de un árbol.



Fuente: Yner, F. 2014

2.1.11. Aprovechamiento forestal

El aprovechamiento forestal se define como la suma de todas las operaciones relacionadas con la corta de los árboles y la extracción de sus tallos, u otras partes utilizables provenientes de los bosques para su elaboración sucesiva en productos industriales. Sin embargo, actualmente, el aprovechamiento ya no sólo se refiere al proceso de extracción de los árboles seleccionados de los bosques a los lados de los caminos, sino también tiene en cuenta la importancia de los bosques como una fuente de productos no madereros y servicios medio ambientales así como la conservación de la diversidad biológica y los valores culturales (FAO, 2008).

Existe una necesidad permanente de perfeccionar los sistemas y técnicas de explotación para conseguir la plena compatibilidad con los objetivos de la ordenación forestal responsable y contribuir, por lo tanto, a alcanzar las metas económicas y sociales del desarrollo sostenible (FAO, 1996).

La obtención del permiso para realizar el aprovechamiento forestal conlleva algunos costos fijos, principalmente el pago de pie de monte es 3 USD por m³ aprovechado y costos adicionales de transacción que usualmente tienden a variar. Los costos asociados a la obtención de un permiso por parte de un ejecutor dependen del tipo de mecanismo utilizado para la extracción, el tipo de la formación boscosa y el volumen aprovechado, existiendo un programa específico para cada (Mejía E y Pacheco P. 2013).

2.1.12. Normas Forestales para el manejo Forestal

Los requisitos para autorizar el aprovechamiento de madera varían de acuerdo con el origen del recurso de la siguiente manera: a). Para bosques naturales (húmedos, andinos y secos), mediante: • Plan de Manejo Integral y Programa de Manejo Forestal Sustentable (PMFSu), cuando la extracción se realice con arrastre mecanizado; • Programa de Manejo Forestal Simplificado (PMFSi), cuando la extracción se realice con arrastre no mecanizado, principalmente en los casos de madera aserrada; y, • Plan de Manejo Integral y Programa de Corta para zona de conversión legal, cuando se requiere cambiar el uso del suelo (MAE, 2010).

2.2. Descripción de las especies

a) *Cedrelinga cateniformis* D. Duke

Según Castillo (2010) esta especie pertenece a la Familia Fabaceae, subgrupo Mimosaceae, cuyo nombre común es Chunchu, Seique, Tornillo, huayra caspi. Sus sinónimos botánicos son: *Cedrelinga catenaeformis*, *Piptadenia catenaeformis*, *Pithecellobium catenaeformis*.

Características: Árboles con altura total de 50 m y 2 m de diámetro, ocupando el estrato superior, de copa amplia y redonda, fuste cilíndrico. Fuste con modificaciones de aletas, gruesas, redondas, no muy altas, prolongándose sobre el suelo en algunos ejemplares. Su corteza externa es agrietada a fisurada, de color marrón claro a oscuro en árboles sobre maduros, ritidoma en placas rectangulares alargadas y leñosas.

La corteza interna es color rojo a rosado intenso, en árboles jóvenes rosado pálido, textura fibrosa, ligeramente amargo astringente, sin secreciones. Las ramitas terminales poseen sección circular, cubierta de lenticelas y glabras. Las hojas son compuestas, alternas, bipinnadas, generalmente con 4 pinas y con glándulas en la inserción de los folíolos, de 6 a 8 folíolos opuestos, peciolo de 7 cm de largo, pulvinulado, haz brillante, envés opaco, la nervadura visible en el haz, base asimétrica en algunas láminas, ápice agudo acuminado. Las flores son panículas, de 12 a 30 cm de longitud, conteniendo numerosas cabezuelas (flores) pequeñas, agrupadas en manojos, hermafroditas de color verde amarillenta, florece en octubre. Y sus frutos son legumbres indehiscentes, alargados y aplanados de 30 a 40 cm de longitud, 2 a 4 cm de ancho, con 6 a 15 semillas cremosas cuando están maduras, disposición helicoidal “tornillo”, su diseminación es entre diciembre a marzo.

b) *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth

Características: Según (Ecured, 2017) *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth, conocida como Ceiba, es uno de los árboles más grandes y de rápido crecimiento de América tropical, llega a medir hasta sesenta metros de alto y más de 2 m de diámetro; crece en clima cálido y húmedo y es conocido desde México hasta Brasil.

Sus raíces o gambas pueden alcanzar hasta 5m de altura, es de hoja perenne, de unos 15 metros de alto. Da frutos desde los 5 a los 60 años y estos producen una fibra parecida al algodón llamada "seda vegetal" o "cadarzo". Cuando el árbol tiene de tres a cinco años

produce este fruto con una cáscara frágil que contiene unas fibras ligeras y blandas. Estas fibras, suave y ligera, se usa para rellenar colchones, cojines, almohadas y cinturones salvavidas. Las semillas pueden usarse para piensos de animales, fabricación de aceites comestibles y como fertilizante. Cuando es joven su corteza es espinosa.

CAPITULO III MARCO METODOLÓGICO

3. Descripción del área de estudio

Se encuentra ubicada en la provincia de Sucumbíos la misma que se localiza en la parte Nororiente del país, límite fronterizo con Colombia. La provincia de sucumbíos tiene un rango altitudinal que va desde 300-3200 msnm., en la parte baja está a 300 msnm que colinda con Colombia, pero en la parte alta colinda con la Provincia del Carchi llamada también Sucumbíos alto. Entre los principales Ríos tenemos Río Aguarico, San Miguel, Putumayo, Napo, Cofanes, Dué, Salado, Puchuchoa, Conejo, Blanco

Provincia: Sucumbíos

Cantón: Shushufindi y Lago Agrio

Parroquia: Nueva Loja, San Roque, Dureno, El Eno, Pacayacu, Siete de Julio.

3.1. Ubicación geográfica

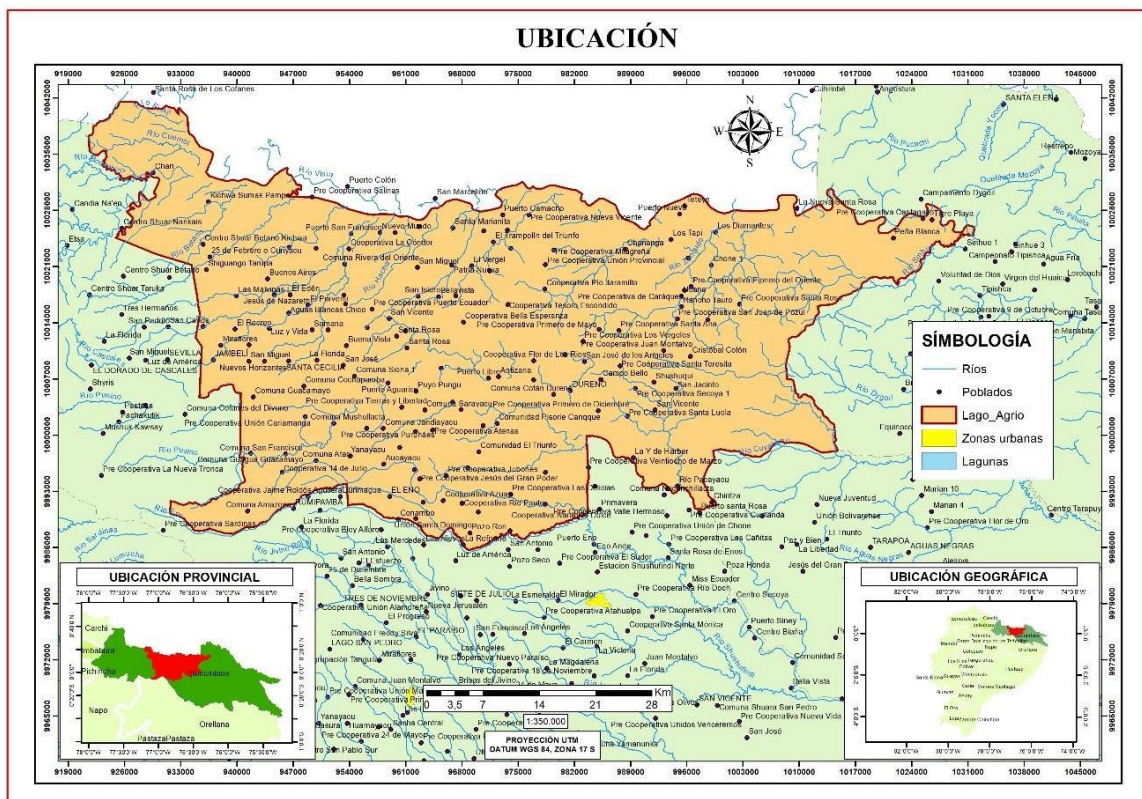


Figura 1. Mapa de ubicación del área de estudio

3.1.1. Aspectos socioeconómicos

3.1.2. Factores bióticos y abióticos

a) Flora

Los tipos de vegetación se encuentran en diferentes estratos alto, medio, bajo, con especies heliófilas y esciófitas.

Tabla 1. *Especies heliófitas*

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Chuncho	<i>Cedrilinga Cateniformis</i>
Arabisco	<i>Jacaranda copaia</i>
Arenillo	<i>Erisma uncinatum</i>
Sapote	<i>Sterculia spp.</i>
Guarango	<i>Acacia glomerosa</i>
Guabillo	<i>Inga spp.</i>
Balsa	<i>Ochroma pyramidale</i>
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>
Mata palo	<i>Ficus spp.</i>
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>

Tabla 2. *Especies esciófitas*

NOMBRE COMÚN	NOMBRE CIENTÍFICO
Canelo	<i>Nectandra spp.</i>
Coco	<i>Virola spp.</i>

Sangre de gallina	<i>Otoba spp</i>
Barbasco	<i>Minuartia guianensis</i>
Lotería	<i>Osteophloeum platyspermum</i>

Las especies fueron seleccionadas en los planes de manejo que se aprueban en la Oficina técnica Forestal de la Dirección Provincial de Sucumbíos del Ministerio del Ambiente, para ello se contó con el respaldo de Licencia de Aprovechamiento donde constan las especies descritas en el estudio. Se seleccionaron 20 árboles para la especie *Cedrelinga cateiformis* D. Duke y 20 individuos de *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth.

b) Fauna

Según la clasificación Zoogeográfica del Ecuador (1980) el área forma parte del piso Tropical Oriental, en donde la fauna presente en la zona son especies adaptadas a las actividades humanas, ya que frecuentan espacios verdes del medio urbano, pero el desarrollo de la ciudad ha reducido y amenaza la diversidad de la fauna.

- Mamíferos:

Especies	Nombre común
Carnívora	
Mustelidae	
Eira barabara	Cabeza de mate
Chiroptera	
Phyllostomidae	
Artibeus sp.	Chimilaco
Carollia castanea	Chimilaco
Didelphimorphia	
Didelphidae	
Didelphys maesupiales	Zorra chica

c) Clima

El sitio presenta una precipitación anual mayor a 3000 mm. En cuanto a la temperatura oscila entre 16° a 30°C, siendo en esta zona un clima cálido húmedo.

d) Suelo

El tipo de suelo predominante es el ácido, principal limitante en la fertilidad de los suelos. La pendiente del terreno promedio en el área de estudio tiene el 10%.

3.2. Diseño y tipo de investigación

3.2.1. Diseño

El diseño de la investigación está basado en la recopilación de datos con un tipo de investigación cuantitativo debido a la estimación y cálculo del volumen en árboles en pie y apeados.

3.2.2. Tipo de investigación

Se aplicó una investigación descriptivo inductivo, en donde se toma en cuenta sus parámetros de longitud y Diámetros para los cálculos respectivos

3.3. Fases de la investigación

3.3.1. Fase I: Estimación del volumen árboles en pie

Se seleccionó cinco planes de manejo entre los cuales se tiene dos PCAR (Programa de corta de árboles relictos) y tres PMFSI (Programa de Manejo Forestal Simplificado), para la especie Chuncho. Estos programas fueron aprobados en el Ministerio del Ambiente cumpliendo algunos requisitos establecidos en el Acuerdo Ministerial 125 correspondiente a la Norma de Manejo Forestal Sostenible de los Bosques Húmedos.

Tabla 3. Programas seleccionados para la especie *Cedrelinga cateniformis* D. Duke

Nro. Programa	Propietario	Especie	Individuos	Nro. Individuo
PCAR32203064899	Angel Gilberto Sarango Camacho	Chuncho (Cedrelinga cateniformis D. Duke)	4	1, 2, 3, 4
PMFSi32236060652	Angelita Romelia Requelme Bravo	Chuncho (Cedrelinga cateniformis D. Duke)	1	5
PMFSi32236063370	Carlos Francisco Merchan Mendoza	Chuncho (Cedrelinga cateniformis D. Duke)	1	6
PMFSi32236062801	Jose Martin Bravo Erique	Chuncho (Cedrelinga cateniformis D. Duke)	8	7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14

PCAR32185062804	Jose Martin Bravo Erique	Chuncho (Cedrelinga cateniformis <i>D. Duke</i>)	6	15, 16, 17, 18, 19, 20
-----------------	-----------------------------	--	---	---------------------------

Para Ceiba fueron seleccionados nueve programas de manejo entre los cuales se tiene dos PCAR (Programa de corta de árboles relictos) y siete PMFSI (Programa de Manejo Forestal Simplificado), Estos programas fueron aprobados en el Ministerio del Ambiente cumpliendo los requisitos establecidos en el Acuerdo Ministerial 125 correspondiente a la Norma de Manejo Forestal Sostenible de los Bosques Húmedos.

Tabla 4. Programas seleccionados para la especie *Ceiba pentandra*

Nro. Programa	Propietario	Especie	Individuos	Nro. Individuo
PMFSI32236059798	María Cristina Andi Grefa	Ceibo (Ceiba pentandra (L.) <i>Gaerth</i>)	1	1
PMFSI3223605750	Lidia Trina Payaguaje Payaguaje	Ceibo (Ceiba pentandra (L.) <i>Gaerth</i>)	5	2, 3, 4, 5, 6
PMFSI32236063733	Rosa Micaela Sanchez Chavez	<i>Ceibo (Ceiba pentandra (L.) Gaerth)</i>	1	7
PMFSI32236064235	William Salomon López Vaca	<i>Ceibo (Ceiba pentandra (L.) Gaerth)</i>	1	8
PMFSI32236062379	Raúl José Andi Simbaña	<i>Ceibo (Ceiba pentandra (L.) Gaerth)</i>	3	9, 10, 11
PMFSI32236065137	Hurlem Leider Payaguaje Lusitande	<i>Ceibo (Ceiba pentandra (L.) Gaerth)</i>	4	12, 13, 14, 15
PCAR32203064899	Angel Gilberto Sarango Camacho	<i>Ceibo (Ceiba pentandra (L.) Gaerth)</i>	1	16
PCAR32184062272	Peñafiel Pino Walter Enrique	<i>Ceibo (Ceiba pentandra (L.) Gaerth)</i>	3	17, 18, 19
PMFSI32236057466	Augusto Demetrio Calderón Ferrin	<i>Ceibo (Ceiba pentandra (L.) Gaerth)</i>	1	20

Para cumplir con el objetivo se tomaron datos de campo de 20 individuos por especie de los parámetros de altura (H) para conseguir estos datos se realizó una estimación de cada árbol seleccionado; el diámetro a la altura del pecho (DAP) fue tomado con ayuda de cinta diamétrica. con esos datos se procedió a estimar el volumen de los árboles en pie. El volumen en pie fue calculado aplicando la fórmula siguiente:

$$V = \pi \times \frac{(D)^2}{4} \times H \times 0.70 = m^3$$

3.3.2. Fase 2: Determinación del volumen árboles apeados

Esta actividad se realizó en cada uno de los 20 árboles seleccionados para la especie *Cedrelinga cateniformis* D. Duke y para los 20 árboles seleccionados para la especie *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth, los mismos que están ubicados e identificados en varios lotes de las propiedades seleccionadas. Cada uno de ellos se ubicaron con sus respectivas coordenadas GPS. Con los datos tomados para las dos especies se calculó el volumen por árbol en pie de las 20 observaciones para cada una de las especies mediante la fórmula tradicional:

Cada uno de estos árboles apeados fueron cortados en secciones de 2.40 medidos con cinta métrica. Cada una de las trozas fueron medidas con cinta diamétrica al inicio y al final de la troza dando como resultado un diámetro mayor y otro menor que sirvieron para calcular el volumen de cada sección, luego se sumó los volúmenes de cada una de las secciones de la longitud del árbol, para el cálculo del volumen se utilizó la formula Smalian siguiente:

$$V = \frac{\pi}{4} \times \frac{(D1 + D2)^2}{2} \times L = m^3$$

a) Selección del volumen del árbol por clase diamétrica

Las especies en estudio se clasificó por clases diamétricas:

- Para *Cedrelinga cateniformis* D. Duke

N°	Clase diamétrica	Factor
1	71 – 80 cm	F1
2	81 – 90 cm	F2
3	Mayores de 90 cm	F3

- Para *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth

N°	Clase diamétrica	Factor
1	71 – 80 cm	F1
2	81 – 90 cm	F2
3	91 – 100 cm	F3
4	Mayores de 100 cm	F4

Se aplicó un análisis estadístico de medidas centrales y de dispersión de datos para obtener media, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, error de muestreo, límites de confianza para obtener la ecuación con estimaciones más acertadas.

3.3.3. Fase III: Cálculo del factor de forma mejorado

Para el cálculo de factor de forma mejorado se utilizó la siguiente formula:

$$f = \frac{\text{volumen calculado}}{\text{volumen del cilindro}}$$

$$f = \frac{f_1+f_2+f_3+f_4+f_5}{5}$$

Por clase diamétrica

El factor de forma mejorado se calculó para cada una de las clases diamétricas y por especie. Se sumaron los factores de forma de cada una de las clases diamétricas y se dividió para el número de clases diamétricas lo que dio un factor de forma promedio mejorado por especie.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Estimación del volumen de las especies con parámetros tomados en árboles en pie.

4.1.1. Volumen en pie de *Cedrelinga cateniformis* D. Duke

Los individuos fueron seleccionados de programas aprobados por la Oficina Técnica de la Dirección Provincial del Ambiente de Sucumbíos, seleccionados 20 individuos en donde se tomaron los datos paramétricos como DAP (Diámetro a la altura del pecho), Hc (altura comercial); los individuos provenían de programas como PCAR (Programa de corta de árboles relictos), PMFSI (Programa de Manejo forestal simplificado). Entre los que se tiene los siguientes números de programas PCAR32203064899; PMFSI32236060652; PMFSI32236063370; PMFSI32236062801; PCAR32185062804. A continuación, se muestran las cifras de volumen en metros cúbicos de la especie chuncho.

Tabla 5. *Volumen en pie, Cedrelinga cateniformis* D. Duke

Nro. Árbol	Nro. Programa	Clase Diamétrica	DAP (cm)	Altura Comercial (m)	Volumen (m3)
1	PCAR32185062804	71-80	74	19,2	5,780
2	PCAR32185062804	71-80	75	9,6	2,969
3	PCAR32203064899	71-80	77	16,8	5,476
4	PMFSI32236062801	71-80	79	19,2	6,588
5	PMFSI32236063370	81-90	81	19,2	6,926
6	PMFSI32236062801	81-90	87	24,0	9,987
7	PCAR32185062804	81-90	88	14,4	6,131
8	PCAR32185062804	>90	93	16,8	7,988
9	PCAR32185062804	>90	94	9,6	4,664
10	PCAR32203064899	>90	102	16,8	9,609
11	PMFSI32236062801	>90	102	21,6	12,355
12	PCAR32185062804	>90	102	21,6	12,355
13	PMFSI32236060652	>90	104	16,8	9,990
14	PMFSI32236062801	>90	112	21,6	14,896
15	PMFSI32236062801	>90	114	21,6	15,433
16	PCAR32203064899	>90	115	21,6	15,705
17	PMFSI32236062801	>90	120	21,6	17,100
18	PCAR32203064899	>90	123	16,8	13,974
19	PMFSI32236062801	>90	123	21,6	17,966
20	PMFSI32236062801	>90	125	19,2	16,493

4.1.2. Volumen en pie de *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth

Los individuos fueron seleccionados de programas aprobados por la Oficina Técnica de la Dirección Provincial del Ambiente de Sucumbíos, seleccionados 20 individuos en donde se tomaron los datos paramétricos como DAP (Diámetro altura del pecho), Hc (altura

comercial); los individuos provenían de programas como PCAR, PMFSI. Entre los que se tiene los siguientes números de programas PMFSI32236059798; PMFSI3223605750; PMFSI32236063733; PMFSI32236064235; PMFSI32236062379; PMFSI32236065137; PCAR32203064899; PCAR32184062272; PMFSI32236057466. A continuación, se muestran las cifras de volumen en metros cúbicos de la especie ceiba.

Tabla 6. *Volumen en pie, Ceiba pentandra*

Nro. Árbol	Nro. Programa	Clase Diamétrica	DAP (cm)	Altura Comercial (m)	Volumen (m3)
1	PMFSI3223605750	71-80	72	16,8	4,788
2	PMFSI32236062379	71-80	80	26,4	9,289
3	PCAR32203064899	71-80	80	19,2	6,756
4	PMFSI32236063733	81-90	82	16,8	6,210
5	PMFSI32236064235	81-90	86	14,4	5,855
6	PCAR32184062272	81-90	86	16,8	6,831
7	PMFSI3223605750	91-100	97	21,6	11,173
8	PMFSI32236065137	>100	103	21,6	12,598
9	PMFSI3223605750	>100	112	24,0	16,551
10	PMFSI32236065137	>100	113	26,4	18,533
11	PMFSI32236065137	>100	118	21,6	16,535
12	PMFSI3223605750	>100	120	26,4	20,900
13	PMFSI3223605750	>100	127	16,8	14,897
14	PCAR32184062272	>100	140	24	25,862
15	PMFSI32236059798	>100	142	14,4	15,964
16	PMFSI32236062379	>100	152	24	30,485
17	PMFSI32236065137	>100	155	24	31,700
18	PCAR32184062272	>100	180	24	42,751
19	PMFSI32236057466	>100	200	24	52,779
20	PMFSI32236062379	>100	260	26,4	98,116

4.2. Determinación del volumen árboles apeados

Luego de aplicar la fórmula de Smalian para árboles apeados en las diferentes trozas de cada árbol se obtuvieron los siguientes resultados de volumen para cada individuo aprovechado:

Tabla 7. Volumen de árboles apeados, especie *Cedrelinga cateniformis* D. Duke

Nro. Árbol	Nro. Troza	Longitud	Diámetro menor (d)	Diámetro mayor (D)	Volumen troza (m3)	Volumen árbol (m3)
1	1	2,4	0,67	0,74	0,939	5,480
	2	2,4	0,64	0,67	0,809	
	3	2,4	0,62	0,64	0,748	
	4	2,4	0,60	0,62	0,702	
	5	2,4	0,59	0,60	0,667	
	6	2,4	0,55	0,59	0,613	
	7	2,4	0,51	0,55	0,530	
	8	2,4	0,49	0,51	0,471	
2	1	2,4	0,65	0,75	0,928	2,729
	2	2,4	0,59	0,65	0,726	
	3	2,4	0,53	0,59	0,593	
	4	2,4	0,48	0,53	0,482	
3	1	2,4	0,74	0,77	1,075	5,475
	2	2,4	0,70	0,74	0,978	
	3	2,4	0,66	0,70	0,872	
	4	2,4	0,61	0,66	0,761	
	5	2,4	0,61	0,57	0,657	
	6	2,4	0,55	0,57	0,591	
	7	2,4	0,52	0,55	0,540	
4	1	2,4	0,71	0,79	1,063	5,106
	2	2,4	0,64	0,71	0,861	
	3	2,4	0,59	0,64	0,714	
	4	2,4	0,55	0,59	0,613	
	5	2,4	0,52	0,55	0,540	
	6	2,4	0,49	0,52	0,481	
	7	2,4	0,47	0,49	0,434	
	8	2,4	0,45	0,47	0,399	
5	1	2,4	0,67	0,74	0,939	5,267
	2	2,4	0,62	0,67	0,785	
	3	2,4	0,60	0,62	0,702	
	4	2,4	0,58	0,60	0,656	
	5	2,4	0,56	0,58	0,613	
	6	2,4	0,54	0,56	0,570	

	7	2,4	0,52	0,54	0,530	
	8	2,4	0,48	0,52	0,472	
6	1	2,4	0,80	0,87	1,317	8,202
	2	2,4	0,75	0,80	1,133	
	3	2,4	0,71	0,75	1,005	
	4	2,4	0,68	0,71	0,911	
	5	2,4	0,65	0,68	0,834	
	6	2,4	0,61	0,65	0,749	
	7	2,4	0,58	0,61	0,668	
	8	2,4	0,55	0,58	0,602	
	9	2,4	0,51	0,55	0,530	
	10	2,4	0,47	0,51	0,453	
7	1	2,4	0,78	0,83	1,223	5,598
	2	2,4	0,75	0,78	1,104	
	3	2,4	0,70	0,75	0,992	
	4	2,4	0,66	0,70	0,872	
	5	2,4	0,61	0,66	0,761	
	6	2,4	0,56	0,61	0,646	
8	1	2,4	0,82	0,93	1,449	6,442
	2	2,4	0,76	0,81	1,163	
	3	2,4	0,71	0,76	1,019	
	4	2,4	0,66	0,71	0,886	
	5	2,4	0,60	0,66	0,750	
	6	2,4	0,56	0,60	0,635	
	7	2,4	0,51	0,56	0,541	
9	1	2,4	0,83	0,94	1,482	4,513
	2	2,4	0,75	0,83	1,179	
	3	2,4	0,70	0,75	0,992	
	4	2,4	0,65	0,70	0,860	
10	1	2,4	0,95	1,02	1,831	9,060
	2	2,4	0,88	0,95	1,580	
	3	2,4	0,84	0,88	1,395	
	4	2,4	0,80	0,84	1,268	
	5	2,4	0,75	0,80	1,133	
	6	2,4	0,70	0,75	0,992	
	7	2,4	0,65	0,70	0,860	
11	1	2,4	0,97	1,02	1,867	11,425
	2	2,4	0,92	0,97	1,684	
	3	2,4	0,87	0,92	1,511	
	4	2,4	0,83	0,87	1,363	
	5	2,4	0,80	0,83	1,252	
	6	2,4	0,75	0,80	1,133	
	7	2,4	0,70	0,75	0,992	

	8	2,4	0,66	0,70	0,872	
	9	2,4	0,60	0,66	0,750	
12	1	2,4	0,92	1,02	1,778	9,397
	2	2,4	0,83	0,92	1,447	
	3	2,4	0,79	0,83	1,237	
	4	2,4	0,75	0,79	1,118	
	5	2,4	0,69	0,75	0,979	
	6	2,4	0,65	0,69	0,847	
	7	2,4	0,62	0,65	0,760	
	8	2,4	0,57	0,62	0,669	
	9	2,4	0,52	0,57	0,561	
13	1	2,4	0,95	1,04	1,870	9,444
	2	2,4	0,90	0,95	1,614	
	3	2,4	0,85	0,90	1,444	
	4	2,4	0,81	0,85	1,299	
	5	2,4	0,77	0,81	1,177	
	6	2,4	0,74	0,77	1,075	
	7	2,4	0,69	0,74	0,965	
14	1	2,4	1,02	1,12	2,163	12,815
	2	2,4	0,94	1,02	1,813	
	3	2,4	0,89	0,94	1,579	
	4	2,4	0,84	0,89	1,412	
	5	2,4	0,82	0,84	1,299	
	6	2,4	0,80	0,82	1,237	
	7	2,4	0,78	0,80	1,177	
	8	2,4	0,75	0,78	1,104	
	9	2,4	0,73	0,75	1,032	
15	1	2,4	1,03	1,14	2,225	13,782
	2	2,4	0,99	1,03	1,924	
	3	2,4	0,95	0,99	1,774	
	4	2,4	0,90	0,95	1,614	
	5	2,4	0,87	0,90	1,477	
	6	2,4	0,83	0,87	1,363	
	7	2,4	0,80	0,83	1,252	
	8	2,4	0,76	0,80	1,148	
	9	2,4	0,70	0,76	1,006	
16	1	2,4	0,99	1,15	2,170	12,787
	2	2,4	0,95	0,99	1,774	
	3	2,4	0,90	0,95	1,614	
	4	2,4	0,87	0,90	1,477	
	5	2,4	0,84	0,87	1,378	
	6	2,4	0,80	0,84	1,268	
	7	2,4	0,76	0,80	1,148	

	8	2,4	0,72	0,76	1,033	
	9	2,4	0,68	0,72	0,924	
17	1	2,4	1,09	1,20	2,477	15,284
	2	2,4	1,04	1,09	2,139	
	3	2,4	0,98	1,04	1,925	
	4	2,4	0,97	0,98	1,792	
	5	2,4	0,90	0,97	1,650	
	6	2,4	0,87	0,90	1,477	
	7	2,4	0,84	0,87	1,378	
	8	2,4	0,81	0,84	1,283	
	9	2,4	0,76	0,81	1,163	
18	1	2,4	1,10	1,23	2,566	10,910
	2	2,4	0,93	1,10	1,956	
	3	2,4	0,90	0,93	1,579	
	4	2,4	0,87	0,90	1,477	
	5	2,4	0,79	0,87	1,302	
	6	2,4	0,74	0,79	1,104	
	7	2,4	0,66	0,74	0,927	
19	1	2,4	1,15	1,23	2,672	16,222
	2	2,4	1,07	1,15	2,325	
	3	2,4	1,03	1,07	2,079	
	4	2,4	0,97	1,03	1,887	
	5	2,4	0,94	0,97	1,720	
	6	2,4	0,92	0,94	1,630	
	7	2,4	0,84	0,92	1,463	
	8	2,4	0,81	0,84	1,283	
	9	2,4	0,76	0,81	1,163	
20	1	2,4	1,15	1,25	2,719	12,846
	2	2,4	1,05	1,15	2,286	
	3	2,4	0,95	1,05	1,890	
	4	2,4	0,92	0,95	1,648	
	5	2,4	0,89	0,92	1,544	
	6	2,4	0,86	0,89	1,444	
	7	2,4	0,81	0,86	1,315	

Tabla 8. *Volumen de árboles apeados, especie Ceiba pentandra*

Nro. Árbol	Nro. Troza	Longitud	Diámetro menor (d)	Diámetro mayor (D)	Volumen troza	Volumen árbol (m3)
1	1	2,4	0,69	0,72	0,937	5,032
	2	2,4	0,66	0,69	0,859	
	3	2,4	0,62	0,66	0,773	
	4	2,4	0,61	0,62	0,713	
	5	2,4	0,58	0,61	0,668	
	6	2,4	0,53	0,58	0,582	
	7	2,4	0,5	0,53	0,500	
2	1	2,4	0,76	0,8	1,148	8,682
	2	2,4	0,73	0,76	1,047	
	3	2,4	0,71	0,73	0,977	
	4	2,4	0,68	0,71	0,911	
	5	2,4	0,65	0,68	0,834	
	6	2,4	0,63	0,65	0,772	
	7	2,4	0,6	0,63	0,713	
	8	2,4	0,58	0,6	0,656	
	9	2,4	0,55	0,58	0,602	
	10	2,4	0,52	0,55	0,540	
	11	2,4	0,49	0,52	0,481	
3	1	2,4	0,78	0,8	1,177	7,296
	2	2,4	0,75	0,78	1,104	
	3	2,4	0,72	0,75	1,019	
	4	2,4	0,69	0,72	0,937	
	5	2,4	0,66	0,69	0,859	
	6	2,4	0,64	0,66	0,797	
	7	2,4	0,61	0,64	0,737	
	8	2,4	0,58	0,61	0,668	
4	1	2,4	0,79	0,82	1,222	6,834
	2	2,4	0,76	0,79	1,133	
	3	2,4	0,73	0,76	1,047	
	4	2,4	0,7	0,73	0,964	
	5	2,4	0,68	0,7	0,898	
	6	2,4	0,65	0,68	0,834	
	7	2,4	0,6	0,65	0,737	
5	1	2,4	0,83	0,86	1,346	6,743

	2	2,4	0,81	0,83	1,268	
	3	2,4	0,77	0,81	1,177	
	4	2,4	0,74	0,77	1,075	
	5	2,4	0,71	0,74	0,991	
	6	2,4	0,66	0,71	0,886	
6	1	2,4	0,85	0,86	1,378	8,155
	2	2,4	0,83	0,85	1,330	
	3	2,4	0,8	0,83	1,252	
	4	2,4	0,77	0,8	1,162	
	5	2,4	0,75	0,77	1,089	
	6	2,4	0,72	0,75	1,019	
	7	2,4	0,68	0,72	0,924	
7	1	2,4	0,94	0,97	1,720	11,643
	2	2,4	0,91	0,94	1,613	
	3	2,4	0,88	0,91	1,510	
	4	2,4	0,85	0,88	1,411	
	5	2,4	0,81	0,85	1,299	
	6	2,4	0,77	0,81	1,177	
	7	2,4	0,74	0,77	1,075	
	8	2,4	0,7	0,74	0,978	
	9	2,4	0,65	0,7	0,860	
8	1	2,4	0,98	1,03	1,905	13,055
	2	2,4	0,95	0,98	1,756	
	3	2,4	0,91	0,95	1,631	
	4	2,4	0,89	0,91	1,527	
	5	2,4	0,86	0,89	1,444	
	6	2,4	0,83	0,86	1,346	
	7	2,4	0,8	0,83	1,252	
	8	2,4	0,76	0,8	1,148	
	9	2,4	0,73	0,76	1,047	
9	1	2,4	1,09	1,12	2,302	17,990
	2	2,4	1,07	1,09	2,199	
	3	2,4	1,04	1,07	2,098	
	4	2,4	1	1,04	1,962	
	5	2,4	0,97	1	1,829	
	6	2,4	0,94	0,97	1,720	
	7	2,4	0,91	0,94	1,613	
	8	2,4	0,87	0,91	1,494	
	9	2,4	0,85	0,87	1,394	
	10	2,4	0,84	0,87	1,378	

10	1	2,4	1,1	1,13	2,344	20,050
	2	2,4	1,08	1,1	2,240	
	3	2,4	1,06	1,08	2,158	
	4	2,4	1,03	1,06	2,059	
	5	2,4	1	1,03	1,942	
	6	2,4	0,97	1	1,829	
	7	2,4	0,95	0,97	1,737	
	8	2,4	0,91	0,95	1,631	
	9	2,4	0,87	0,91	1,494	
	10	2,4	0,83	0,87	1,363	
	11	2,4	0,8	0,83	1,252	
11	1	2,4	1,15	1,18	2,559	18,148
	2	2,4	1,1	1,15	2,387	
	3	2,4	1,07	1,1	2,219	
	4	2,4	1,04	1,07	2,098	
	5	2,4	1,01	1,04	1,981	
	6	2,4	0,99	1,01	1,885	
	7	2,4	0,95	0,99	1,774	
	8	2,4	0,93	0,95	1,666	
	9	2,4	0,9	0,93	1,579	
12	1	2,4	1,18	1,2	2,669	22,480
	2	2,4	1,15	1,18	2,559	
	3	2,4	1,11	1,15	2,408	
	4	2,4	1,07	1,11	2,240	
	5	2,4	1,03	1,07	2,079	
	6	2,4	1	1,03	1,942	
	7	2,4	0,97	1	1,829	
	8	2,4	0,96	0,97	1,755	
	9	2,4	0,95	0,96	1,719	
	10	2,4	0,93	0,95	1,666	
	11	2,4	0,92	0,93	1,613	
13	1	2,4	1,25	1,27	2,993	18,930
	2	2,4	1,2	1,25	2,830	
	3	2,4	1,15	1,2	2,604	
	4	2,4	1,11	1,15	2,408	
	5	2,4	1,08	1,11	2,261	
	6	2,4	1,04	1,08	2,119	
	7	2,4	0,99	1,04	1,943	
	8	2,4	0,95	0,99	1,774	
14	1	2,4	1,37	1,4	3,616	28,501

	2	2,4	1,33	1,37	3,436	
	3	2,4	1,3	1,33	3,260	
	4	2,4	1,26	1,3	3,089	
	5	2,4	1,21	1,26	2,876	
	6	2,4	1,18	1,21	2,692	
	7	2,4	1,16	1,18	2,581	
	8	2,4	1,12	1,16	2,450	
	9	2,4	1,09	1,12	2,302	
	10	2,4	1,07	1,09	2,199	
15	1	2,4	1,36	1,42	3,644	18,021
	2	2,4	1,3	1,36	3,336	
	3	2,4	1,26	1,3	3,089	
	4	2,4	1,21	1,26	2,876	
	5	2,4	1,15	1,21	2,626	
	6	2,4	1,13	1,15	2,450	
16	1	2,4	1,45	1,50	4,102	32,924
	2	2,4	1,43	1,45	3,909	
	3	2,4	1,40	1,43	3,775	
	4	2,4	1,35	1,40	3,565	
	5	2,4	1,31	1,35	3,335	
	6	2,4	1,28	1,31	3,162	
	7	2,4	1,25	1,28	3,017	
	8	2,4	1,21	1,25	2,853	
	9	2,4	1,18	1,21	2,692	
	10	2,4	1,13	1,18	2,516	
17	1	2,4	1,50	1,55	4,385	34,484
	2	2,4	1,47	1,50	4,157	
	3	2,4	1,44	1,47	3,991	
	4	2,4	1,41	1,44	3,828	
	5	2,4	1,35	1,41	3,591	
	6	2,4	1,31	1,35	3,335	
	7	2,4	1,26	1,31	3,114	
	8	2,4	1,21	1,26	2,876	
	9	2,4	1,17	1,21	2,670	
	10	2,4	1,15	1,17	2,537	
18	1	2,4	1,75	1,80	5,940	48,984
	2	2,4	1,71	1,75	5,642	
	3	2,4	1,67	1,71	5,384	
	4	2,4	1,64	1,68	5,195	
	5	2,4	1,60	1,64	4,948	
	6	2,4	1,55	1,60	4,677	

	7	2,4	1,51	1,55	4,413	
	8	2,4	1,53	1,51	4,355	
	9	2,4	1,50	1,53	4,327	
	10	2,4	1,45	1,50	4,102	
19	1	2,4	1,94	2,00	7,317	60,761
	2	2,4	1,91	1,94	6,985	
	3	2,4	1,85	1,91	6,664	
	4	2,4	1,83	1,85	6,382	
	5	2,4	1,80	1,83	6,210	
	6	2,4	1,75	1,80	5,940	
	7	2,4	1,71	1,75	5,642	
	8	2,4	1,68	1,71	5,416	
	9	2,4	1,65	1,68	5,226	
	10	2,4	1,60	1,65	4,979	
20	1	2,4	2,53	2,60	12,404	113,375
	2	2,4	2,50	2,53	11,923	
	3	2,4	2,45	2,50	11,548	
	4	2,4	2,41	2,45	11,131	
	5	2,4	2,36	2,41	10,723	
	6	2,4	2,31	2,36	10,278	
	7	2,4	2,25	2,31	9,800	
	8	2,4	2,22	2,25	9,416	
	9	2,4	2,17	2,22	9,083	
	10	2,4	2,13	2,17	8,714	
	11	2,4	2,08	2,13	8,353	

4.3.Cálculo del factor de forma mejorado

4.3.1. Comparación del volumen con la formula en pie y apeado

Tabla 9. Comparación del volumen en pie y apeado, *Cedrelinga cateniformis* D. Duke

Nro. Árbol	Volumen en pie	Volumen apeado
1	5,780	5,480
2	2,969	2,729
3	5,476	5,475
4	6,588	5,106
5	6,926	5,267
6	9,987	8,202
7	6,131	5,598
8	7,988	6,442
9	4,664	4,513
10	9,609	9,060
11	12,355	11,425
12	12,355	9,397
13	9,990	9,444
14	14,896	12,815
15	15,433	13,782
16	15,705	12,787
17	17,100	15,284
18	13,974	10,910
19	17,966	16,222
20	16,493	12,846
TOTAL	212,385	182,784

Tabla 10. *Comparación del volumen en pie y apeado, Ceiba pentandra (L.) Gaerth*

Nro. Árbol	Volumen en pie	Volumen apeado
1	4,788	5,032
2	9,289	8,682
3	6,756	7,296
4	6,210	6,834
5	5,855	6,743
6	6,831	8,155
7	11,173	11,643
8	12,598	13,055
9	16,551	17,990
10	18,533	20,050
11	16,535	18,148
12	20,900	22,480
13	14,897	18,930
14	25,862	28,501
15	15,964	18,021
16	30,485	32,924
17	31,700	34,484
18	42,751	48,984
19	52,779	60,761
20	98,116	113,375
TOTAL	448,573	502,088

4.3.2. Cálculo del factor verdadero

Una vez obtenidos los datos del cálculo de los árboles en pie y apeados se procedió a calcular el factor de forma verdadero para cada uno de los individuos, como se muestra en las siguientes tablas:

Tabla 11. *Factor de forma verdadero, Cedrelinga cateniformis D. Duke (Chuncho)*

Nro. Árbol	Nro. Troza	Longitud	Diámetro menor (d)	Diámetro mayor (D)	dm	dm2	f/troza	fv
1	1	2,4	0,67	0,74	0,71	0,50	1,00	0,731
	2	2,4	0,64	0,67	0,66	0,43	0,86	
	3	2,4	0,62	0,64	0,63	0,40	0,80	
	4	2,4	0,60	0,62	0,61	0,37	0,75	
	5	2,4	0,59	0,60	0,60	0,35	0,71	
	6	2,4	0,55	0,59	0,57	0,32	0,65	
	7	2,4	0,51	0,55	0,53	0,28	0,57	
	8	2,4	0,49	0,51	0,50	0,25	0,50	
2	1	2,4	0,68	0,75	0,72	0,51	1,00	0,795
	2	2,4	0,62	0,68	0,65	0,42	0,83	
	3	2,4	0,61	0,62	0,62	0,38	0,74	
	4	2,4	0,51	0,61	0,56	0,31	0,61	
3	1	2,4	0,74	0,77	0,76	0,57	1,00	0,727
	2	2,4	0,70	0,74	0,72	0,52	0,91	
	3	2,4	0,66	0,70	0,68	0,46	0,81	
	4	2,4	0,61	0,66	0,64	0,40	0,71	
	5	2,4	0,61	0,57	0,59	0,35	0,61	
	6	2,4	0,55	0,57	0,56	0,31	0,55	
	7	2,4	0,52	0,55	0,54	0,29	0,50	
4	1	2,4	0,71	0,79	0,75	0,56	1,00	0,621
	2	2,4	0,64	0,71	0,68	0,46	0,81	
	3	2,4	0,60	0,64	0,62	0,38	0,68	
	4	2,4	0,57	0,60	0,59	0,34	0,61	
	5	2,4	0,54	0,57	0,56	0,31	0,55	
	6	2,4	0,51	0,54	0,53	0,28	0,49	
	7	2,4	0,48	0,51	0,50	0,25	0,44	
	8	2,4	0,46	0,48	0,47	0,22	0,39	
5	1	2,4	0,67	0,74	0,71	0,50	1,00	0,731
	2	2,4	0,64	0,67	0,66	0,43	0,86	
	3	2,4	0,62	0,64	0,63	0,40	0,80	
	4	2,4	0,60	0,62	0,61	0,37	0,75	
	5	2,4	0,59	0,60	0,60	0,35	0,71	
	6	2,4	0,55	0,59	0,57	0,32	0,65	
	7	2,4	0,51	0,55	0,53	0,28	0,57	
	8	2,4	0,49	0,51	0,50	0,25	0,50	
6	1	2,4	0,85	0,87	0,86	0,74	1,00	0,779

	2	2,4	0,82	0,85	0,84	0,70	0,94	
	3	2,4	0,81	0,82	0,82	0,66	0,90	
	4	2,4	0,78	0,81	0,80	0,63	0,85	
	5	2,4	0,76	0,78	0,77	0,59	0,80	
	6	2,4	0,73	0,76	0,75	0,56	0,75	
	7	2,4	0,71	0,73	0,72	0,52	0,70	
	8	2,4	0,69	0,71	0,70	0,49	0,66	
	9	2,4	0,66	0,69	0,68	0,46	0,62	
	10	2,4	0,63	0,66	0,65	0,42	0,56	
7	1	2,4	0,80	0,83	0,82	0,66	1,00	0,817
	2	2,4	0,78	0,80	0,79	0,62	0,94	
	3	2,4	0,75	0,78	0,77	0,59	0,88	
	4	2,4	0,72	0,75	0,74	0,54	0,81	
	5	2,4	0,68	0,72	0,70	0,49	0,74	
	6	2,4	0,59	0,60	0,60	0,35	0,53	
8	1	2,4	0,82	0,93	0,88	0,77	1,00	0,666
	2	2,4	0,78	0,82	0,80	0,64	0,84	
	3	2,4	0,70	0,78	0,74	0,55	0,72	
	4	2,4	0,67	0,70	0,69	0,47	0,61	
	5	2,4	0,63	0,67	0,65	0,42	0,55	
	6	2,4	0,60	0,63	0,62	0,38	0,49	
	7	2,4	0,58	0,60	0,59	0,35	0,45	
9	1	2,4	0,83	0,94	0,89	0,78	1,00	0,790
	2	2,4	0,77	0,83	0,80	0,64	0,82	
	3	2,4	0,72	0,77	0,75	0,56	0,71	
	4	2,4	0,69	0,72	0,71	0,50	0,63	
10	1	2,4	0,95	1,02	0,99	0,97	1,00	0,776
	2	2,4	0,91	0,95	0,93	0,86	0,89	
	3	2,4	0,88	0,91	0,90	0,80	0,83	
	4	2,4	0,85	0,88	0,87	0,75	0,77	
	5	2,4	0,81	0,85	0,83	0,69	0,71	
	6	2,4	0,77	0,81	0,79	0,62	0,64	
	7	2,4	0,74	0,77	0,76	0,57	0,59	
11	1	2,4	0,97	1,02	1,00	0,99	1,00	0,725
	2	2,4	0,94	0,97	0,96	0,91	0,92	
	3	2,4	0,90	0,94	0,92	0,85	0,85	
	4	2,4	0,85	0,90	0,88	0,77	0,77	
	5	2,4	0,82	0,85	0,84	0,70	0,70	
	6	2,4	0,79	0,82	0,81	0,65	0,65	
	7	2,4	0,75	0,79	0,77	0,59	0,60	
	8	2,4	0,71	0,75	0,73	0,53	0,54	

	9	2,4	0,67	0,71	0,69	0,48	0,48	
12	1	2,4	0,92	1,02	0,97	0,94	1,00	0,620
	2	2,4	0,86	0,92	0,89	0,79	0,84	
	3	2,4	0,81	0,86	0,84	0,70	0,74	
	4	2,4	0,77	0,81	0,79	0,62	0,66	
	5	2,4	0,71	0,77	0,74	0,55	0,58	
	6	2,4	0,68	0,71	0,70	0,48	0,51	
	7	2,4	0,64	0,68	0,66	0,44	0,46	
	8	2,4	0,60	0,64	0,62	0,38	0,41	
	9	2,4	0,58	0,60	0,59	0,35	0,37	
13	1	2,4	0,98	1,04	1,01	1,02	1,00	0,764
	2	2,4	0,94	0,98	0,96	0,92	0,90	
	3	2,4	0,90	0,94	0,92	0,85	0,83	
	4	2,4	0,86	0,90	0,88	0,77	0,76	
	5	2,4	0,81	0,86	0,84	0,70	0,68	
	6	2,4	0,77	0,81	0,79	0,62	0,61	
	7	2,4	0,74	0,77	0,76	0,57	0,56	
14	1	2,4	1,02	1,12	1,07	1,14	1,00	0,659
	2	2,4	0,94	1,02	0,98	0,96	0,84	
	3	2,4	0,89	0,94	0,92	0,84	0,73	
	4	2,4	0,84	0,89	0,87	0,75	0,65	
	5	2,4	0,82	0,84	0,83	0,69	0,60	
	6	2,4	0,80	0,82	0,81	0,66	0,57	
	7	2,4	0,78	0,80	0,79	0,62	0,55	
	8	2,4	0,75	0,78	0,77	0,59	0,51	
	9	2,4	0,73	0,75	0,74	0,55	0,48	
15	1	2,4	1,05	1,14	1,10	1,20	1,00	0,694
	2	2,4	1,00	1,05	1,03	1,05	0,88	
	3	2,4	0,96	1,00	0,98	0,96	0,80	
	4	2,4	0,91	0,96	0,94	0,87	0,73	
	5	2,4	0,88	0,91	0,90	0,80	0,67	
	6	2,4	0,84	0,88	0,86	0,74	0,62	
	7	2,4	0,81	0,84	0,83	0,68	0,57	
	8	2,4	0,77	0,81	0,79	0,62	0,52	
	9	2,4	0,73	0,77	0,75	0,56	0,47	
16	1	2,4	0,99	1,15	1,07	1,14	1,00	0,657
	2	2,4	0,95	0,99	0,97	0,94	0,82	
	3	2,4	0,90	0,95	0,93	0,86	0,75	
	4	2,4	0,87	0,90	0,89	0,78	0,68	
	5	2,4	0,84	0,87	0,86	0,73	0,64	
	6	2,4	0,80	0,84	0,82	0,67	0,59	

	7	2,4	0,76	0,80	0,78	0,61	0,53	
	8	2,4	0,72	0,76	0,74	0,55	0,48	
	9	2,4	0,68	0,72	0,70	0,49	0,43	
17	1	2,4	1,10	1,20	1,15	1,32	1,00	0,694
	2	2,4	1,05	1,10	1,08	1,16	0,87	
	3	2,4	0,99	1,05	1,02	1,04	0,79	
	4	2,4	0,95	0,99	0,97	0,94	0,71	
	5	2,4	0,91	0,95	0,93	0,86	0,65	
	6	2,4	0,88	0,91	0,90	0,80	0,61	
	7	2,4	0,88	0,86	0,87	0,76	0,57	
	8	2,4	0,83	0,86	0,85	0,71	0,54	
	9	2,4	0,80	0,83	0,82	0,66	0,50	
18	1	2,4	1,10	1,23	1,17	1,36	1,00	0,624
	2	2,4	0,95	1,10	1,03	1,05	0,77	
	3	2,4	0,92	0,95	0,94	0,87	0,64	
	4	2,4	0,89	0,92	0,91	0,82	0,60	
	5	2,4	0,80	0,89	0,85	0,71	0,53	
	6	2,4	0,75	0,80	0,78	0,60	0,44	
	7	2,4	0,68	0,75	0,72	0,51	0,38	
19	1	2,4	1,15	1,23	1,19	1,42	1,00	0,692
	2	2,4	1,09	1,15	1,12	1,25	0,89	
	3	2,4	1,05	1,09	1,07	1,14	0,81	
	4	2,4	0,99	1,05	1,02	1,04	0,73	
	5	2,4	0,96	0,99	0,98	0,95	0,67	
	6	2,4	0,91	0,96	0,94	0,87	0,62	
	7	2,4	0,85	0,91	0,88	0,77	0,55	
	8	2,4	0,83	0,85	0,84	0,71	0,50	
	9	2,4	0,80	0,83	0,82	0,66	0,47	
20	1	2,4	1,15	1,25	1,20	1,44	1,00	0,675
	2	2,4	1,05	1,15	1,10	1,21	0,84	
	3	2,4	0,95	1,05	1,00	1,00	0,69	
	4	2,4	0,92	0,95	0,94	0,87	0,61	
	5	2,4	0,89	0,92	0,91	0,82	0,57	
	6	2,4	0,86	0,89	0,88	0,77	0,53	
	7	2,4	0,81	0,86	0,84	0,70	0,48	

Tabla 12. *Factor de forma verdadero, Ceiba pentandra (L.) Gaerth (Ceibo)*

Nro. Árbol	Nro. Troza	Longitud	Diámetro menor (d)	Diámetro mayor (D)	d2	D2	dm	dm2	f/troza	fv
1	1	2,4	0,68	0,72	0,46	0,52	0,49	0,24	1,00	0,62
	2	2,4	0,65	0,68	0,42	0,46	0,44	0,20	0,81	
	3	2,4	0,63	0,65	0,40	0,42	0,41	0,17	0,70	
	4	2,4	0,60	0,63	0,36	0,40	0,38	0,14	0,60	
	5	2,4	0,57	0,60	0,32	0,36	0,34	0,12	0,49	
	6	2,4	0,54	0,57	0,29	0,32	0,31	0,10	0,40	
	7	2,4	0,51	0,54	0,26	0,29	0,28	0,08	0,32	
2	1	2,4	0,75	0,80	0,56	0,64	0,60	0,36	1,00	0,47
	2	2,4	0,71	0,75	0,50	0,56	0,53	0,28	0,79	
	3	2,4	0,68	0,71	0,46	0,50	0,48	0,23	0,65	
	4	2,4	0,66	0,68	0,44	0,46	0,45	0,20	0,56	
	5	2,4	0,63	0,66	0,40	0,44	0,42	0,17	0,48	
	6	2,4	0,61	0,63	0,37	0,40	0,38	0,15	0,41	
	7	2,4	0,58	0,61	0,34	0,37	0,35	0,13	0,35	
	8	2,4	0,55	0,58	0,30	0,34	0,32	0,10	0,28	
	9	2,4	0,53	0,55	0,28	0,30	0,29	0,09	0,24	
	10	2,4	0,51	0,53	0,26	0,28	0,27	0,07	0,20	
	11	2,4	0,50	0,51	0,25	0,26	0,26	0,07	0,18	
3	1	2,4	0,76	0,80	0,58	0,64	0,61	0,37	1,00	0,59
	2	2,4	0,72	0,76	0,52	0,58	0,55	0,30	0,81	
	3	2,4	0,70	0,72	0,49	0,52	0,50	0,25	0,69	
	4	2,4	0,68	0,70	0,46	0,49	0,48	0,23	0,61	
	5	2,4	0,65	0,68	0,42	0,46	0,44	0,20	0,53	
	6	2,4	0,62	0,65	0,38	0,42	0,40	0,16	0,44	
	7	2,4	0,59	0,62	0,35	0,38	0,37	0,13	0,36	
	8	2,4	0,56	0,59	0,31	0,35	0,33	0,11	0,30	
4	1	2,4	0,79	0,82	0,62	0,67	0,65	0,42	1,00	0,60
	2	2,4	0,76	0,79	0,58	0,62	0,60	0,36	0,86	
	3	2,4	0,73	0,76	0,53	0,58	0,56	0,31	0,73	
	4	2,4	0,70	0,73	0,49	0,53	0,51	0,26	0,62	
	5	2,4	0,68	0,70	0,46	0,49	0,48	0,23	0,54	
	6	2,4	0,65	0,68	0,42	0,46	0,44	0,20	0,47	
	7	2,4	0,60	0,65	0,36	0,42	0,39	0,15	0,36	
5	1	2,4	0,80	0,86	0,64	0,74	0,69	0,48	1,00	0,58
	2	2,4	0,74	0,80	0,55	0,64	0,59	0,35	0,74	
	3	2,4	0,71	0,74	0,50	0,55	0,53	0,28	0,58	

	4	2,4	0,67	0,71	0,45	0,50	0,48	0,23	0,48	
	5	2,4	0,62	0,67	0,38	0,45	0,42	0,17	0,36	
	6	2,4	0,60	0,62	0,36	0,38	0,37	0,14	0,29	
6	1	2,4	0,85	0,86	0,72	0,74	0,73	0,53	1,00	0,68
	2	2,4	0,81	0,85	0,66	0,72	0,69	0,48	0,89	
	3	2,4	0,78	0,81	0,61	0,66	0,63	0,40	0,75	
	4	2,4	0,76	0,78	0,58	0,61	0,59	0,35	0,66	
	5	2,4	0,73	0,76	0,53	0,58	0,56	0,31	0,58	
	6	2,4	0,70	0,73	0,49	0,53	0,51	0,26	0,49	
	7	2,4	0,68	0,70	0,46	0,49	0,48	0,23	0,42	
7	1	2,4	0,91	0,97	0,83	0,94	0,88	0,78	1,00	0,54
	2	2,4	0,88	0,91	0,77	0,83	0,80	0,64	0,82	
	3	2,4	0,84	0,88	0,71	0,77	0,74	0,55	0,70	
	4	2,4	0,80	0,84	0,64	0,71	0,67	0,45	0,58	
	5	2,4	0,77	0,80	0,59	0,64	0,62	0,38	0,49	
	6	2,4	0,74	0,77	0,55	0,59	0,57	0,33	0,42	
	7	2,4	0,70	0,74	0,49	0,55	0,52	0,27	0,34	
	8	2,4	0,67	0,70	0,45	0,49	0,47	0,22	0,28	
	9	2,4	0,65	0,67	0,42	0,45	0,44	0,19	0,24	
8	1	2,4	0,95	1,03	0,90	1,06	0,98	0,96	1,00	0,53
	2	2,4	0,91	0,95	0,83	0,90	0,87	0,75	0,78	
	3	2,4	0,88	0,91	0,77	0,83	0,80	0,64	0,67	
	4	2,4	0,84	0,88	0,71	0,77	0,74	0,55	0,57	
	5	2,4	0,81	0,84	0,66	0,71	0,68	0,46	0,48	
	6	2,4	0,77	0,81	0,59	0,66	0,62	0,39	0,40	
	7	2,4	0,75	0,77	0,56	0,59	0,58	0,33	0,35	
	8	2,4	0,71	0,75	0,50	0,56	0,53	0,28	0,30	
	9	2,4	0,66	0,71	0,44	0,50	0,47	0,22	0,23	
9	1	2,4	1,05	1,12	1,10	1,25	1,18	1,39	1,00	0,53
	2	2,4	1,00	1,05	1,00	1,10	1,05	1,11	0,80	
	3	2,4	0,95	1,00	0,90	1,00	0,95	0,90	0,65	
	4	2,4	0,93	0,95	0,86	0,90	0,88	0,78	0,56	
	5	2,4	0,91	0,93	0,83	0,86	0,85	0,72	0,52	
	6	2,4	0,88	0,91	0,77	0,83	0,80	0,64	0,46	
	7	2,4	0,86	0,88	0,74	0,77	0,76	0,57	0,41	
	8	2,4	0,83	0,86	0,69	0,74	0,71	0,51	0,37	
	9	2,4	0,80	0,83	0,64	0,69	0,66	0,44	0,32	
	10	2,4	0,75	0,80	0,56	0,64	0,60	0,36	0,26	
10	1	2,4	1,00	1,13	1,00	1,28	1,14	1,30	1,00	0,43
	2	2,4	0,96	1,00	0,92	1,00	0,96	0,92	0,71	
	3	2,4	0,91	0,96	0,83	0,92	0,87	0,77	0,59	

	4	2,4	0,88	0,91	0,77	0,83	0,80	0,64	0,50	
	5	2,4	0,84	0,88	0,71	0,77	0,74	0,55	0,42	
	6	2,4	0,80	0,84	0,64	0,71	0,67	0,45	0,35	
	7	2,4	0,78	0,80	0,61	0,64	0,62	0,39	0,30	
	8	2,4	0,75	0,78	0,56	0,61	0,59	0,34	0,26	
	9	2,4	0,71	0,75	0,50	0,56	0,53	0,28	0,22	
	10	2,4	0,68	0,71	0,46	0,50	0,48	0,23	0,18	
	11	2,4	0,65	0,68	0,42	0,46	0,44	0,20	0,15	
11	1	2,4	1,15	1,18	1,32	1,39	1,36	1,84	1,00	0,64
	2	2,4	1,10	1,15	1,21	1,32	1,27	1,60	0,87	
	3	2,4	1,07	1,10	1,14	1,21	1,18	1,39	0,75	
	4	2,4	1,04	1,07	1,08	1,14	1,11	1,24	0,67	
	5	2,4	1,01	1,04	1,02	1,08	1,05	1,10	0,60	
	6	2,4	0,99	1,01	0,98	1,02	1,00	1,00	0,54	
	7	2,4	0,95	0,99	0,90	0,98	0,94	0,89	0,48	
	8	2,4	0,93	0,95	0,86	0,90	0,88	0,78	0,42	
	9	2,4	0,90	0,93	0,81	0,86	0,84	0,70	0,38	
12	1	2,4	1,15	1,20	1,32	1,44	1,38	1,91	1,00	0,53
	2	2,4	1,09	1,15	1,19	1,32	1,26	1,58	0,83	
	3	2,4	1,05	1,09	1,10	1,19	1,15	1,31	0,69	
	4	2,4	1,02	1,05	1,04	1,10	1,07	1,15	0,60	
	5	2,4	0,99	1,02	0,98	1,04	1,01	1,02	0,53	
	6	2,4	0,97	0,99	0,94	0,98	0,96	0,92	0,48	
	7	2,4	0,95	0,97	0,90	0,94	0,92	0,85	0,45	
	8	2,4	0,91	0,95	0,83	0,90	0,87	0,75	0,39	
	9	2,4	0,88	0,91	0,77	0,83	0,80	0,64	0,34	
	10	2,4	0,86	0,88	0,74	0,77	0,76	0,57	0,30	
	11	2,4	0,82	0,86	0,67	0,74	0,71	0,50	0,26	
13	1	2,4	1,27	1,27	1,61	1,61	1,61	2,60	1,00	0,62
	2	2,4	1,20	1,20	1,44	1,44	1,44	2,07	0,80	
	3	2,4	1,15	1,20	1,32	1,44	1,38	1,91	0,73	
	4	2,4	1,11	1,15	1,23	1,32	1,28	1,63	0,63	
	5	2,4	1,08	1,11	1,17	1,23	1,20	1,44	0,55	
	6	2,4	1,04	1,08	1,08	1,17	1,12	1,26	0,49	
	7	2,4	0,99	1,04	0,98	1,08	1,03	1,06	0,41	
	8	2,4	0,95	0,99	0,90	0,98	0,94	0,89	0,34	
14	1	2,4	1,36	1,40	1,85	1,96	1,90	3,63	1,00	0,62
	2	2,4	1,31	1,36	1,72	1,85	1,78	3,18	0,88	
	3	2,4	1,27	1,31	1,61	1,72	1,66	2,77	0,76	
	4	2,4	1,23	1,27	1,51	1,61	1,56	2,44	0,67	
	5	2,4	1,20	1,23	1,44	1,51	1,48	2,18	0,60	

	6	2,4	1,18	1,20	1,39	1,44	1,42	2,01	0,55	
	7	2,4	1,15	1,18	1,32	1,39	1,36	1,84	0,51	
	8	2,4	1,12	1,15	1,25	1,32	1,29	1,66	0,46	
	9	2,4	1,09	1,12	1,19	1,25	1,22	1,49	0,41	
	10	2,4	1,07	1,09	1,14	1,19	1,17	1,36	0,38	
15	1	2,4	1,25	1,42	1,56	2,02	1,79	3,20	1,00	0,65
	2	2,4	1,21	1,25	1,46	1,56	1,51	2,29	0,72	
	3	2,4	1,19	1,21	1,42	1,46	1,44	2,07	0,65	
	4	2,4	1,14	1,19	1,30	1,42	1,36	1,84	0,58	
	5	2,4	1,10	1,14	1,21	1,30	1,25	1,57	0,49	
	6	2,4	1,05	1,14	1,10	1,30	1,20	1,44	0,45	
16	1	2,4	1,38	1,50	1,90	2,25	2,08	4,31	1,00	0,50
	2	2,4	1,31	1,38	1,72	1,90	1,81	3,28	0,76	
	3	2,4	1,25	1,31	1,56	1,72	1,64	2,69	0,62	
	4	2,4	1,21	1,25	1,46	1,56	1,51	2,29	0,53	
	5	2,4	1,18	1,21	1,39	1,46	1,43	2,04	0,47	
	6	2,4	1,14	1,18	1,30	1,39	1,35	1,81	0,42	
	7	2,4	1,10	1,14	1,21	1,30	1,25	1,57	0,36	
	8	2,4	1,07	1,10	1,14	1,21	1,18	1,39	0,32	
	9	2,4	1,04	1,07	1,08	1,14	1,11	1,24	0,29	
	10	2,4	1,00	1,04	1,00	1,08	1,04	1,08	0,25	
17	1	2,4	1,44	1,55	2,07	2,40	2,24	5,01	1,00	0,51
	2	2,4	1,39	1,44	1,93	2,07	2,00	4,01	0,80	
	3	2,4	1,31	1,39	1,72	1,93	1,82	3,33	0,66	
	4	2,4	1,25	1,31	1,56	1,72	1,64	2,69	0,54	
	5	2,4	1,21	1,25	1,46	1,56	1,51	2,29	0,46	
	6	2,4	1,17	1,21	1,37	1,46	1,42	2,01	0,40	
	7	2,4	1,14	1,17	1,30	1,37	1,33	1,78	0,36	
	8	2,4	1,11	1,14	1,23	1,30	1,27	1,60	0,32	
	9	2,4	1,07	1,11	1,14	1,23	1,19	1,41	0,28	
	10	2,4	1,04	1,07	1,08	1,14	1,11	1,24	0,25	
18	1	2,4	1,60	1,80	2,56	3,24	2,90	8,41	1,00	0,48
	2	2,4	1,50	1,60	2,25	2,56	2,41	5,78	0,69	
	3	2,4	1,47	1,50	2,16	2,25	2,21	4,86	0,58	
	4	2,4	1,47	1,39	2,16	1,93	2,05	4,19	0,50	
	5	2,4	1,37	1,47	1,88	2,16	2,02	4,08	0,48	
	6	2,4	1,31	1,37	1,72	1,88	1,80	3,23	0,38	
	7	2,4	1,28	1,31	1,64	1,72	1,68	2,81	0,33	
	8	2,4	1,24	1,28	1,54	1,64	1,59	2,52	0,30	
	9	2,4	1,21	1,24	1,46	1,54	1,50	2,25	0,27	
	10	2,4	1,18	1,21	1,39	1,46	1,43	2,04	0,24	

19	1	2,4	1,80	2,00	3,24	4,00	3,62	13,10	1,00	0,55
	2	2,4	1,75	1,80	3,06	3,24	3,15	9,93	0,76	
	3	2,4	1,71	1,75	2,92	3,06	2,99	8,96	0,68	
	4	2,4	1,65	1,71	2,72	2,92	2,82	7,97	0,61	
	5	2,4	1,61	1,65	2,59	2,72	2,66	7,06	0,54	
	6	2,4	1,55	1,61	2,40	2,59	2,50	6,24	0,48	
	7	2,4	1,50	1,55	2,25	2,40	2,33	5,41	0,41	
	8	2,4	1,47	1,50	2,16	2,25	2,21	4,86	0,37	
	9	2,4	1,43	1,47	2,04	2,16	2,10	4,42	0,34	
	10	2,4	1,39	1,43	1,93	2,04	1,99	3,95	0,30	
20	1	2,4	2,45	2,60	6,00	6,76	6,38	40,72	1,00	0,42
	2	2,4	2,20	2,45	4,84	6,00	5,42	29,39	0,72	
	3	2,4	2,10	2,20	4,41	4,84	4,63	21,39	0,53	
	4	2,4	2,05	2,10	4,20	4,41	4,31	18,54	0,46	
	5	2,4	2,00	2,05	4,00	4,20	4,10	16,82	0,41	
	6	2,4	1,90	2,00	3,61	4,00	3,81	14,48	0,36	
	7	2,4	1,84	1,90	3,39	3,61	3,50	12,23	0,30	
	8	2,4	1,79	1,84	3,20	3,39	3,29	10,86	0,27	
	9	2,4	1,72	1,79	2,96	3,20	3,08	9,49	0,23	
	10	2,4	1,68	1,72	2,82	2,96	2,89	8,35	0,21	
	11	2,4	1,60	1,68	2,56	2,82	2,69	7,24	0,18	

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4. 5.1. CONCLUSIONES

- En la especie *Cedrelinga cateniformis* D. Duke existe una diferencia de 29,601 metros cúbicos del volumen estimado en árboles en pie contra el volumen calculado en árboles apeados. En cambio, en la especie *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth esta diferencia es más evidente correspondiendo a 53,515 metros cúbicos.
- El factor de forma ajustado para *Cedrelinga cateniformis* D. Duke es 0,68 y para la *Ceiba pentandra* (L.) Gaerth es 0,87 siendo la última una especie con fuste casi cilíndrico.
- El volumen aprovechado es mayor que el volumen estimado con el factor de forma 0,7. Con el factor de forma ajustado el volumen es similar al volumen aprovechado.

5.2. RECOMENDACIONES

- El factor de forma usado en la normativa vigente no se acerca a la realidad del volumen aprovechado en las especies de Chuncho y Ceibo.
- El factor fórmico ajustado se debe aplicar para el aprovechamiento de estas especies con el fin de evitar la movilización de productos forestales de origen ilegal.
- El estudio puede ser referente para el cálculo del factor de forma de otras especies forestales de alto valor comercial en el país.
- El factor fórmico contribuirá a la línea base del volumen real movilizadado de las especies en estudio, ya que el volumen en el SAF no es el correcto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuerdo Ministerial Nro. 139. (2010). Procedimientos para la autorizar el aprovechamiento y corta de madera. Registro Oficial Suplemento Nro. 164. Ecuador, 05 de abril de 2010.
- Acuerdo Ministerial Nro. 039. (2004). Norma para el Manejo Forestal de Madera de Bosque Húmedo. Registro Oficial 399 de 16 de agosto del 2004.
- Aguirre, N. (2012). Evaluación del impacto del cobro por derechos de aprovechamiento de "madera en pie" y otras tasas (mapots) sobre el manejo forestal. Quito: FAO.
- Alvarez, G. 2008. Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del Trópico de Cochabamba, Bolivia. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba - Costa Rica.
- Añazco, M., Morales, M., Palacios, W., Vega, E., y Cuesta, A. (2010). Sector Forestal Ecuatoriano: propuestas para una gestión forestal sostenible. Quito: Serie Investigación y Sistematización No. 8. Programa Regional ECOBONA-INTERCOOPERATION.
- Bermúdez, M. y Tapia, M. (2004). Exactitud y consistencia de las fórmulas de cubicación de Smalian, Huber y Newton en cinco especies forestales (tesis pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador.
- Calliez. (1980). Estimación volumen forestal predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos. Centre technique forestier tropical, Francia.
- Cancino, J. (2006). Dendrometría básica. Universidad de Concepción. Facultad de Ciencias Forestales. Departamento de Manejo de Bosques y Medio Ambiente. Biobio - Chile.
- Castillo A, Manual dendrológico de las principales especies de interés comercial actual y potencial de la zona del alto Huallaga, Lima 2010.

- CEPAL, (s.f.). Papel de las organizaciones intergubernamentales y no gubernamentales en la promoción de la cooperación regional y subregional del desarrollo sostenible.
- Corral, R., Nívar J. de J., & Fernández, F. (1999). Ajuste de funciones de ahusamiento a los perfiles fustales de cinco pináceas de la región de El Salto, Durango. *Madera y Bosques*.
- Cuevas, G. (2008). Ecuaciones de cubicación para el alcornoque del este de Argelia. *Forest Systems*.
- ESNACIFOR/PROECEN. (2003). Guías silviculturales de 23 especies forestales del bosque húmedo de honduras.
- Loaiza, V. (1977). *Dasometría*. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Lojan, L. (1966). *Apuntes de curso de dasometría*. Instituto interamericano de ciencias agrícolas de la OEA. Turrialba, Costa Rica.
- Lojan, L., (2005). *Maestría en manejo de recursos naturales RNA 820 manejo de la forestal comercial*. Tema *Dasometría* disponible en: <http://unphu.edu>.
- Mejía E y Pacheco P. (2013). *Aprovechamiento forestal y mercados de la madera en la Amazonía Ecuatoriana*. Occasional Paper 97. Bogor, Indonesia: CIFOR
- Meza, A. y Simón, D. (2005). *Medición del volumen de las trozas: primer paso de la comercialización*. Kurú: *Revista Forestal*. 2(4).
- Mogrovejo, P. (2017). *Bosques y cambio climático en Ecuador: el regente forestal como actor clave en la mitigación del cambio climático (tesis de maestría)*. Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador, Quito, Ecuador.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (1996). *Código modelo de prácticas de aprovechamiento forestal de la FAO*. Roma, Italia.

- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (2010).
Evaluación de los recursos forestales mundiales 2010. Roma, Italia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO. (2010).
Aplicación de la Legislación forestal y gobernabilidad. Roma, Italia.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2016).
El Estado de los bosques del mundo 2016. Los bosques y la agricultura: desafíos y oportunidades en relación con el uso de la tierra. Roma.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (1980).
Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos: predicción del rendimiento. Estudios FAO: Montes, vol. 22
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2001).
Información sobre manejo forestal, recursos forestales y cambio de uso de la tierra en América Latina (Volumen 3). Recuperado de <http://www.fao.org/3/a-ad406s.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2001).
Síntesis de la situación del manejo forestal en 17 países de América Latina.
Recuperado de http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/proyecto/rla133ec/Informes%20Regionales-pdf/Manejo%20Forestal.PDF
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO. (2014).
No podemos vivir sin los bosques. Los hábitats forestales juegan un papel clave para alimentar a una creciente población. Roma: FAO. Recuperado de <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/271600/>
- Orozco, J. (2013). Análisis de sinergias entre la aplicación de las leyes, la gobernanza y el comercio forestal e iniciativas afines en Brasil, Colombia, Ecuador y Perú. TRAFFIC, Cambridge.

Vidal, A., Benítez, J. Y., and Carlos, R. (s.f.). Estimación de la biomasa de copa para árboles en pie de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* en la palma de la provincia de Pinar del Río, Cuba. Argentina: Red Cuaderno CIBAGE, 2006. ProQuest ebrary. Web. 18 November 2014.

Yner, F. (Primera Ed.) (2014). *Dasometría. Apuntes de clase y guía de actividades prácticas*. Cochabamba, Bolivia.

ANEXOS



Figura 2. Árbol apeado, Chuncho



Figura 3. Seccionamiento del árbol



Figura 4. Medición del diámetro mayor, Chuncho



Figura 5. Medición del diámetro menor, Chuncho



Figura 6. Medición del diámetro mayor, Ceibo



Figura 7. Árbol apeado, Ceibo



Figura 8. Árbol aprovechado, Ceibo



Figura 9. Seccionamiento del árbol, Ceibo



Figura 10. Árbol aprovechado, Chuncho