



1859



UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

GENERACIÓN DE MODELOS ALOMÉTRICOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE BIOMASA Y CONTENIDO DE CARBONO A NIVEL DE ESPECIES, APLICANDO EL MÉTODO DESTRUCTIVO DE BAJA INTENSIDAD PARA EL ESTRATO BOSQUE SIEMPRE VERDE DE TIERRAS BAJAS DE LA AMAZONIA

TESIS DE GRADO PREVIA A LA
OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL.

AUTORES:

Miguel Angel Abad Cordero
Jairo Oswaldo Riofrío Ordóñez

DIRECTOR:

Ing. Héctor Maza Chamba Mg. Sc.

LOJA – ECUADOR

2014



1859

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA AGROPECUARIA Y DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

GENERACIÓN DE MODELOS ALOMÉTRICOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE BIOMASA Y CONTENIDO DE CARBONO A NIVEL DE ESPECIES, APLICANDO EL MÉTODO DESTRUCTIVO DE BAJA INTENSIDAD PARA EL ESTRATO BOSQUE SIEMPRE VERDE DE TIERRAS BAJAS DE LA AMAZONIA

TESIS DE GRADO PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO FORESTAL.

AUTORES:

Miguel Angel Abad Cordero
Jairo Oswaldo Riofrío Ordóñez

DIRECTOR:

Ing. Héctor Maza Chamba Mg. Sc.

1859

LOJA – ECUADOR

2014



Ministerio
del Ambiente

PROGRAMA
ONU-REDD



ORGANIZACIÓN
DE LAS NACIONES UNIDAS
PARA LA ALIMENTACIÓN
Y LA AGRICULTURA



GENERACIÓN DE MODELOS ALOMÉTRICOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE BIOMASA Y CONTENIDO DE CARBONO A NIVEL DE ESPECIES, APLICANDO EL MÉTODO DESTRUCTIVO DE BAJA INTENSIDAD PARA EL ESTRATO BOSQUE SIEMPRE VERDE DE TIERRAS BAJAS DE LA AMAZONÍA

TESIS DE GRADO

Presentada al Tribunal Calificador como requisito parcial para la obtención del título de:

INGENIERO FORESTAL

EN LA:

CARRERA DE INGENIERÍA FORESTAL

ÁREA AGROPECUARIA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

APROBADA:

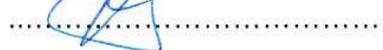
Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg. Sc.

PRESIDENTE



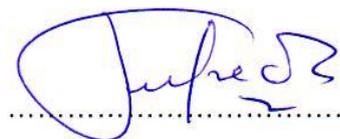
Ing. Víctor Hugo Eras Guamán, Mg. Sc.

VOCAL



Ing. Zhofre Aguirre Mendoza, Mg. Sc

VOCAL



Ing. Héctor Maza Chamba, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

CERTIFICA:

En calidad de Director de la tesis titulada **“GENERACIÓN DE MODELOS ALOMÉTRICOS PARA LA CUANTIFICACIÓN DE BIOMASA Y CONTENIDO DE CARBONO A NIVEL DE ESPECIES, APLICANDO EL MÉTODO DESTRUCTIVO DE BAJA INTENSIDAD PARA EL ESTRATO BOSQUE SIEMPRE VERDE DE TIERRAS BAJAS DE LA AMAZONÍA”** de autoría de los señores egresados de la Carrera de Ingeniería Forestal **Miguel Angel Abad Cordero y Jairo Oswaldo Riofrío Ordóñez**, ha sido dirigida, revisada y aprobada en su integridad; por lo que autorizo su presentación y publicación.

Loja, 12 de Febrero del 2014

Atentamente,



Ing. Héctor Maza Chamba, Mg. Sc.

DIRECTOR DE TESIS

Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg. Sc.

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR DE LA TESIS
“GENERACIÓN DE MODELOS ALOMÉTRICOS PARA LA
CUANTIFICACIÓN DE BIOMASA Y CONTENIDO DE CARBONO A NIVEL
DE ESPECIES, APLICANDO EL MÉTODO DESTRUCTIVO DE BAJA
INTENSIDAD PARA EL ESTRATO BOSQUE SIEMPRE VERDE DE
TIERRAS BAJAS DE LA AMAZONÍA”,**

CERTIFICA:

Que la tesis de autoría de los señores egresados de la Carrera de Ingeniería Forestal **Miguel Angel Abad Cordero** y **Jairo Oswaldo Riofrío Ordóñez**, ha sido dirigida, revisada e incorporadas todas las sugerencias efectuadas por el Tribunal Calificador, y luego de su revisión se ha procedido a la respectiva calificación y aprobación. Por lo tanto autorizo su publicación pública definitiva.

Loja, 12 de Febrero del 2014

Atentamente,



Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg. Sc.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL CALIFICADOR

AUTORÍA

Nosotros, Miguel Angel Abad Cordero y Jairo Oswaldo Riofrío Ordóñez declaramos ser autores del presente trabajo de tesis y eximimos expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos, de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente aceptamos y autorizamos a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de nuestra tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autores: Miguel Angel Abad Cordero

Jairo Oswaldo Riofrío Ordóñez

Firma:



Cédula: 1104893944



1104175292

Loja, 12 de Febrero del 2014

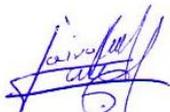
**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR PARA
LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN
ELECTRÓNICA DEL TEXTO COMPLETO**

Nosotros Miguel Angel Abad Cordero y Jairo Oswaldo Riofrío Ordóñez, declaramos ser autores, de la tesis titulada **“Generación de modelos alométricos para la cuantificación de biomasa y contenido de carbono a nivel de especies, aplicando el método destructivo de baja intensidad para el estrato bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonía”**, como requisito para obtener al grado de: Ingeniero Forestal, autorizamos al sistema bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja, para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional.

Los usuarios podrán consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja a los 12 días del mes de Febrero del 2014.

Firma:		
Autores:	Miguel Angel Abad	Jairo Oswaldo Riofrío
Pasaportes:	1104893944	1104175292
Dirección:	Los Ciprés, Chuquimarca 33-35 y Suquita, Esquina.	Clodoveo Jaramillo, Mendoza entre Rosario y Asunción
Correo Electrónico	miguelabad_forest@yahoo.es	zurdojairo@hotmail.com
Teléfono	0988011331	0992155018

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis:	Ing. Héctor Maza Chamba, Mg. Sc.
Tribunal de Grado:	Ing. Manuel Quizhpe Córdova, Mg. Sc. Ing. Víctor Hugo Eras Guamán, Mg. Sc. Ing. Zhofre Aguirre Mendoza, Mg. Sc

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y los momentos difíciles, para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida.

A mis padres Teresa y Miguel, por su amor, por haberme apoyado en cada momento, por sus consejos, por haber sabido formarme con buenos sentimientos, hábitos y valores, lo cual me ha ayudado a salir adelante.

A mi hermano Luis, por ser un ejemplo de hermano mayor, por haberme apoyado incondicionalmente para terminar mis estudios, a Maritza por su incondicional apoyo y amor; de igual manera a Gladis, Rocío, Cesar, María, Elizabeth, Eddy; y a todos aquellos que participaron directa o indirectamente en la elaboración de esta tesis.

Miguel

Gracias a todas personas importantes de mi vida, con todo cariño dedico esta tesis a todo ustedes:

A mi madre Gladis porque creyó en mí y por estar a mi lado y darme su apoyo incondicional.

A mis hermanos: Kléver, Alfredo, Jaime, y Tania, ustedes representan una gran inspiración en mí.

A mis tíos, Mercedes, Eduardo, Carlos y Wilson, para ellos que siempre han estado ahí apoyándome cuando más los necesite a lo largo de mi vida.

A mi cuñada Betty, por siempre estar dispuesta a darme su mano y apoyo, como una hermana.

De forma muy especial. A mi abuelita Julia, por su ejemplo de valentía para enfrentar la vida y no dejarse vencer.

Jairo

AGRADECIMIENTO

Los autores dejamos constancia de un agradecimiento muy especial a:

La Universidad Nacional de Loja, al Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, a través de la Carrera de Ingeniería Forestal y a sus docentes por haber contribuido con los conocimientos teóricos-técnicos para nuestra formación profesional.

Al Ing. Héctor Maza Chamba, por su acertada dirección en el presente trabajo de tesis, por sus valiosas sugerencias que ayudaron a la culminación satisfactoria del mismo.

Al Ing. Manuel Quizhpe presidente del tribunal calificador al Ing. Víctor Hugo Eras Guamán e Ing. Zhofre Aguirre Mendoza, miembros del tribunal de calificación de tesis; por las importantes sugerencias dadas a la presente.

De igual forma expresamos nuestro agradecimiento al Ministerio del Ambiente, Programa nacional conjunto ONU REDD y a la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO – Representación Ecuador), en las personas del Ing. Kelvin Cueva Rojas, y a todos los compañeros de dicho proyecto, por el apoyo económico, logístico y técnico brindado.

A los señores propietarios de los terrenos Ing. Alonzo Vidal, Camilo Cajekai, Luis Cañizares y Eresto Valarezo; quienes permitieron realizar la toma de datos de campo.

A la Ing. Lucía Quichimbo, por su apoyo durante el desarrollo de la fase de laboratorio. A nuestros familiares por el apoyo incondicional.

A todos Gracias...

Índice

Contenido	Pág
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	8
2.1. Servicios Ambientales que Prestan los Ecosistemas Forestales.....	8
2.2. Deforestación en el Trópico.....	8
2.3. Los Bosques y su Importancia en el Almacenamiento y Captura de Carbono	9
2.4. Dióxido de Carbono y Efecto Invernadero.....	10
2.5. Opciones de Mitigación de Dióxido de carbono CO ₂	12
2.6. Biomasa Forestal.....	12
2.6.1. Concepto.....	12
2.6.2. Importancia.....	13
2.6.3. Métodos para estimar biomasa forestal.....	13
2.6.3.1. Tradicional o indirecto.....	14
2.6.3.2. Destructivo o directo.....	14
2.6.3.3. Por sensores remotos.....	15
2.6.4. Factor de expansión de la biomasa.....	15
2.6.4.1. Métodos para estimar el factor de expansión de la biomasa.....	16
2.7. Alometría.....	17
2.8. Modelos Alométricos.....	18
2.9. Modelos Alométricos para la Estimación de Volumen.....	18
2.10. Modelos Alométricos para la Estimación de Biomasa.....	19
2.11. Evaluación de Modelos Alométricos.....	20
2.12. Densidad de la Madera.....	22
2.13. Estudios Desarrollados en Ecosistemas Similares.....	22
2.14. Descripción del tipo de bosque donde se realizó el estudio.....	24

3.	METODOLOGÍA.....	26
3.1.	Localización de la Zona de Estudio.....	26
3.2.	Clima y Ecología.....	27
3.3.	Metodología para Determinar la Biomasa Aérea de las Especies del Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía.....	27
3.3.1.	Determinación del número de UM a medir por estrato.....	27
3.3.2.	Determinación de la ubicación de los árboles en la parcela.....	28
3.3.3.	Identificación de especies.....	29
3.3.4.	Medición de las variables de árboles en pie y toma de muestras.....	30
3.3.4.1.	Variables en pie.....	30
3.3.4.2.	Densidad del fuste.....	31
3.3.4.3.	Densidad de copas.....	33
3.3.4.4.	Factor de forma.....	35
3.3.5.	Secado en laboratorio y determinación de materia seca.....	37
3.3.5.1.	Calculo de la biomasa seca del fuste.....	38
3.3.5.2.	Cálculo de la biomasa seca de la copa.....	39
3.3.5.3.	Cálculo de la biomasa aérea del árbol.....	40
3.3.6.	Medición Destructiva de los Individuos.....	40
3.3.6.1.	Determinación de las especies más representativas (IVI).....	40
3.3.6.2.	Tala de árboles y separación de partes.....	42
3.3.6.3.	Pesado de las partes.....	43
3.3.6.4.	Calculo del Factor expansión de biomasa.....	44
3.4.	Metodología para Construir Modelos Alométricos Estadísticamente Validados, para Estimar Biomasa Aérea y Contenido de Carbono en Especies del Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía del Ecuador.....	45
3.4.1.	Generación de ecuaciones alométricas.....	45
3.4.1.1.	Programa estadístico.....	45
3.4.1.2.	Definir las variables independientes.....	46
3.4.1.3.	Construcción de ecuaciones de regresión.....	46

3.4.1.4.	Selección de los modelos alométricos de biomasa.....	47
3.5.	Metodología para Difundir los Resultados de la Investigación.....	47
4.	RESULTADOS.....	48
4.1.	Factor de Forma.....	48
4.2.	Árboles Seleccionados para el Muestreo Destructivo de baja Intensidad.....	48
4.3.	Factor de Expansión Biomasa (FEB).....	49
4.4.	Biomasa Aérea de las Especies del Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía.....	51
4.5.	Modelos Alométricos Estadísticamente Validados, para Estimar Biomasa Aérea total en Especies.....	56
4.5.1.	Descripción gráfica y estadística de los modelos alométricos generados a través de tres casos representativos de ajuste alto, medio y bajo, basados en los análisis estadísticos.....	61
4.5.1.1.	Modelo alométrico de biomasa aérea para especie <i>Iryanthera juruensis</i> (ajuste alto).....	61
4.5.1.2.	Modelo alométrico de biomasa aérea para <i>Jacaranda copaia</i> (ajuste medio).....	63
4.5.1.3.	Modelo alométrico de biomasa aérea para <i>Theobroma cacao</i> (ajuste bajo).....	66
4.6.	Socialización de los datos obtenidos.....	69
5.	DISCUSIÓN.....	70
5.1.	Factor de Forma.....	70
5.2.	Factor de Expansión de Biomasa.....	70
5.3.	Biomasa Aérea de las Especies.....	71
5.4.	Modelos Alométricos Estadísticamente Validados, para Estimar Biomasa Aérea y Contenido de Carbono en Especies.....	72
6.	CONCLUSIONES.....	74
7.	RECOMENDACIONES.....	76
8.	BIBLIOGRAFÍA.....	77
9.	APÉNDICE.....	84

Índice de cuadros

Contenido	Pág
Cuadro 1. Parámetros estadísticos para la evaluación de modelos alométricos.	21
Cuadro 2. Estimación del volumen de copa como una función de la forma de la copa.	40
Cuadro 3. Ecuaciones alométricas genéricas utilizadas para generar modelos.	46
Cuadro 4. Especies con mayor Índice de valor de importancia (IVI) de las especies de los 4 conglomerados en estudio.	49
Cuadro 5. Análisis de varianza del FEB de las especies cosechadas	50
Cuadro 6. Modelos de mejor ajuste para estimar biomasa aérea en especies del BSVTBA	57
Cuadro 7. Resumen de los criterios estadísticos del modelo de <i>Iryanthera juruensis</i> .	62
Cuadro 8. Resumen de los criterios estadísticos del modelo de <i>Jacaranda copaia</i> .	65
Cuadro 9. Resumen de los criterios estadísticos del modelo de <i>Theobroma cacao</i> .	67

Índice de Figuras

Contenido	Pág
Figura 1. Ubicación del área de estudio	26
Figura 2. Representación gráfica del diseño del conglomerado de 3 parcelas.	28
Figura 3. Representación gráfica de la parcela de inventario y el sub-diseño en fajas para facilitar el establecimiento en campo y medición.	28
Figura 4. Ubicación y medición de árboles en la parcela.	29
Figura 5. Variables medidas en los árboles en pie para el cálculo de los volúmenes de fuste y copa.	30
Figura 6. Testigos de madera: (a) Pesado en campo, (b) secado en laboratorio, (c) Pesado en laboratorio.	33
Figura 7. Puntos de muestreos de densidad de madera para árboles menores a 7 m de altura	33
Figura 8. Ilustración de la medición de la densidad de la copa.	34
Figura 9. Ejemplo de la medición del volumen de una rama.	35
Figura 10. Medición de diámetros con el relascopio electrónico.	36
Figura 11. Secado y pesaje en laboratorio de muestras de hojas, ramas finas y ramas gruesas.	38
Figura 12. Separación de las partes de árboles abatidos	43
Figura 13. Pesado de las partes del árbol, para obtener el peso fresco.	44
Figura 14. Cubicación total de la copa de un árbol por el método destructivo	44
Figura 15. Diagrama de dispersión del factor de forma por especies	48
Figura 16. Diagrama de dispersión del factor de expansión de Biomasa (FEB) por especies.	50
Figura 17. Biomasa aérea total (kg/ha) a nivel de especies del BSVTBA	51

Figura 18. Relación entre la biomasa aérea total, a) con el dap^2 , b) con la altura total de <i>Iryanthera juruensis</i> .	61
Figura 19. Representación gráfica del modelo de <i>Iryanthera juruensis</i> .	63
Figura 20. Relación entre la biomasa aérea total, a) con el dap , b) con la altura comercial de <i>Jacaranda copaia</i> .	64
Figura 21. Representación gráfica del modelo de <i>Jacaranda copaia</i> .	66
Figura 22. Relación entre la biomasa aérea total con el dap^2 de <i>Theobroma cacao</i> .	67
Figura 23. Representación gráfica del modelo de <i>Theobroma cacao</i> .	68
Figura 24. Socialización de los resultados	69
Figura 25. Medición del diámetro en terrenos planos.	108
Figura 26. Medición de diámetro de árboles en terrenos inclinados, a) para árboles rectos, b) para árboles inclinados.	109
Figura 27. Medición de diámetro de árboles con raíces tablares con altura mayor de 1,3 m.	110
Figura 28. Medición del diámetro de árboles bifurcados.	111
Figura 29. Medición del diámetro de los árboles con divisiones iguales o mayores a la trifurcación.	112
Figura 30. Ejemplo de medición de dap en árboles con deformación a 1,3 m de altura.	112
Figura 31. Diferentes tipos de altura de los árboles que fueron medidas.	113
Figura 32. Medición de alturas en árboles bifurcados o con más divisiones a menos de 1,3 m.	114
Figura 33. Medición de alturas en árboles bifurcados sobre el 1,3 m.	114
Figura 34. Medición de alturas en árboles trifurcados o con más divisiones del tronco sobre el 1,3 m.	115
Figura 35. Representación horizontal de la copa para ilustrar la medición del diámetro máximo y mínimo.	116

Índice de apéndices

Contenido	Pág
Apéndice 1. Formulario para la recolección de datos de campo.	84
Apéndice 2. Guía para medición de diámetros de fuste, diámetros de copa y alturas en árboles en pie	108
Apéndice 3. Índice de valor de importancia (IVI) obtenido para seleccionar las especies a cosechar	117
Apéndice 4. Tabla de la Biomasa aérea total por especies	133
Apéndice 5. Modelos alométricos generados para las especies del BSTBA.	140
Apéndice 6. Tríptico de difusión de resultados	191
Apéndice 7. Fotografías del inventario de árboles para generar modelos alométricos en especies amazónicas.	192
Apéndice 8. Fotografías de la medición de árboles abatidos para generar modelos alométricos en especies amazónicas.	193

RESUMEN

La investigación se realizó en el bosque siempre verde de tierras bajas de la amazonia ecuatoriana, se instaló cuatro conglomerados en las provincias de Morona Santiago, Pastaza, Orellana y Sucumbíos.

La finalidad de la investigación fué generar información sobre la cantidad de biomasa aérea y generar modelos alométricos, para estimar la biomasa aérea total que tienen las especies de dicho estrato.

El inventario de especies se realizó en un total de 12 parcelas que abarcan una superficie de 4,32 ha, midiendo los árboles mayores a 10 cm de dap; se identificaron un total de 269 especies forestales. Para generar información confiable adicionalmente al inventario se procedió a aplicar un método destructivo de baja intensidad, un total de 52 árboles fueron cosechados, cuatro especies: *Guarea kunthiana*, *Grias peruviana*, *Jacaranda copaia*, *Inga sp.*, estas especies tienen mayor IVI en los cuatro conglomerados en estudio.

El factor de forma calculado para las 269 especies, alcanza un valor promedio de 0,47; este valor se obtuvo con un muestreo de 1 314 árboles.

Se estimaron valores de factor de expansión de biomasa (FEB) para las cuatro especies cosechadas: *Guarea kunthiana* (2,49); *Grias peruviana* (2,37); *Jacaranda copaia* (1,28); *Inga sp.* (1,83); En valor FEB promedio para especies es de 1,94.

La distribución de la biomasa a nivel de especies oscila entre 4,08 – 4 524,11 kg/ha con una media de 462,428 kg/ha de biomasa por árbol; estos valores demuestran la dominancia de pocas especies de grandes diámetros, representadas por: *Eschweilera coriacea* (4 524,11kg/ha), seguida de *Inga sp.* (4 229,6 kg/ha), *Cecropia sciadophylla* (3 776,36 kg/ha), *Jacaranda copaia* (3 522,85 kg/ha), *Terminalia oblonga* (3 025,27 kg/ha). Por otra parte, un 70 % de las especies tienen valores medios y bajos en biomasa. Cabe destacar que las especies: *Grias*

peruviana (881,83 kg/ha), *Otoba parvifolia* (2 689,06 kg/ha), *Dacryodes peruviana* (1 669,64 kg/ha), *Nectandra sp.* (1 307,25 kg/ha), *Pourouma minor* (909,31 kg/ha), a pesar de tener diámetros pequeños, tienen un papel fundamental en el almacenamiento de carbono, debido al alto número de individuos que contienen, ya que están en proceso de crecimiento y algunos serán los individuos dominantes.

En los modelos alométricos generados para estimar biomasa aérea a nivel de especies, se utilizó regresiones lineales simples con una, dos y tres variables regresoras del tipo $y = a + b * x + c * z$; incluyen variables de diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), altura comercial (hc) y logaritmos de las mismas variables. Los modelos seleccionados superan el valor de R^2 0,76 de la especie *Theobroma cacao*; el valor más alto de R^2 se estableció para la especie *Iryanthera juruensis* R^2 0,99. El mejor modelo ajustado con una sola variable resultó del (dap^2) **$B = a + b * dap^2$** ; y, la combinación de dos variables independientes (dap^2 y altura comercial) **$B = a + b * dap^2 + c * hc$** . El dap^2 y la altura comercial (hc) fueron las variables más correlacionadas con coeficientes de variación que van de **$R^2 = 0,76$ a $0,99$** .

ABSTRACT

The research was conducted in the evergreen lowland forest of the Ecuadorian Amazon, four clusters settled in the provinces of Morona Santiago, Pastaza, Orellana and Sucumbíos.

The purpose of the research was to generate information on the amount of biomass and generate allometric models to estimate total aboveground biomass with species that stratum.

The species inventory was conducted in a total of 12 plots covering an area of 4,32 ha, measuring trees larger than 10 cm dbh , a total of 269 tree species were identified. To generate reliable information in addition to the inventory applied a destructive method of low intensity, a total of 52 trees were harvested, four species: *Guarea kunthiana*, *Grias peruviana*, *Jacaranda copaia*, *Inga sp.*, these species are more IVI in the four cluster study.

The form factor calculated for 269 species, reaching an average value of 0,47, this value was obtained with a sample of 1 314 trees.

The values biomass expansion factor (BEF) were estimated for the four species harvested *Grias peruviana* (2,37) ; *Jacaranda copaia* (1,28), *Inga sp.* (1,83) *Guarea kunthiana* (2,49). In species FEB average value is 1,94.

The distribution of biomass at the species ranges from 4,08 to 4 524,11 kg/ha with an average of 462,428 kg/ha of biomass per tree, these values demonstrate the dominance of few species of large diameter , represented by: *Eschweilera coriacea* (4 524,11 kg/ha) , followed by *Inga sp.* (4 229.6 kg/ha), *Cecropia sciadophylla* (3 776.36 kg/ha), *Jacaranda copaia* (3 522.85 kg/ha), *Terminalia oblonga* (3 025.27 kg/ha). Moreover, 70 % of the species have biomass middle and lower values, notably species: *Grias peruviana* (881.83 kg/ha), *Otoba parvifolia* (2 689.06 kg/ha), *Dacryodes peruviana* (1 669,64 kg/ha), *Nectandra sp.* (1 307,25 kg/ha), *Pourouma minor* (909.31 kg/ha), despite having small diameters, have a key role in

carbon storage due to the high number of individuals containing, as they are still growing and some will be dominant individuals .

In Allometric models for estimating aboveground biomass generated at the species level, simple linear regression was used with one, two three regressor variables $y = a + b * x + c * z$; variables include diameter at breast height (dbh), total height (ht) , commercial height (hc) and logarithms of these variables. Select models exceed the value of R^2 0,76 of the species *Theobroma cacao*, the highest R^2 value was established for the species *Iryanthera juruensis* R^2 0,99. The best-fitting model was the one variable (dap^2) $B = a + b * dap^2$, and the combination of two independent variables (dap^2 and commercial height) $B = a + b * dap^2 + c * hc$. The dap^2 and commercial height (hc) were the variables most correlated with coefficients of variation ranging from $R^2 = 0,76 - 0,99$.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, uno de los temas que ha generado discusión en el ámbito mundial, es el Cambio Climático Global, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, la cual modifica la composición de la atmósfera global, y se suma a la variabilidad natural observada del clima durante períodos de tiempo comparables (Marena, 1999). Los niveles de dióxido de carbono (CO₂) y de otros gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera han subido vertiginosamente desde la revolución industrial (Alvarez, 2008).

En los últimos 150 años la forma de utilizar nuestros recursos naturales ha contribuido en forma muy significativa al aumento de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera de la tierra. Cerca de un 20 % de las emisiones resultan de la eliminación y degradación de los ecosistemas forestales (Larrea, 2007). Estos procesos se relacionan directamente con la ampliación de nuevas áreas para sus actividades agrícolas, además, de actividades de tala ilegal, sin el cumplimiento de algún principio de manejo forestal sostenible.

Según Añazco *et al.*, (2010), en el país la deforestación se produjo inicialmente por la llegada de los colonizadores españoles, menciona que según los datos obtenidos por el CLIRSEN, (2003) entre 1991 y 2000 se estima una tasa de deforestación de 198 092 ha/año. Sin embargo, las cifras recientes del MAE indican un cambio anual en la cobertura forestal con una tasa anual de cambio de cobertura boscosa en el Ecuador continental de - 0,68 % anual para el período 1990 - 2000 y de 0,63 % anual para el período 2000-2008. Esto corresponde a una deforestación anual promedio de 74 300 ha/año y 61 800 ha/año para ambos períodos, respectivamente. Para la amazonia ecuatoriana se estima una tasa de deforestación de 19 778,6 ha/año (MAE, 2010).

Toda esta situación de degradación de recursos naturales podría reducirse mediante la conversión de zonas degradadas en sumideros de carbono, también, con el establecimiento de plantaciones y el pago por servicios ecosistémicos, según Cielsa (1996), manifiesta que el secuestro de carbono

mediante los bosques se ha convertido en un servicio ambiental reconocido a escala global, que puede tener un valor económico considerable para países en vías de desarrollo. Esta alternativa radica principalmente en conocer las cantidades de biomasa y carbono acumuladas en cada especie; es así, que para conocer la cantidad de biomasa en una comunidad, se la determina mediante modelos alométricos, básicamente para la estimación de biomasa individual de sus árboles (Alvarez, 2008; Zamora, 2003).

El empleo de los modelos alométricos desarrollados en regiones diferentes para la estimación de la biomasa presenta limitaciones, debido a las distintas condiciones que rigen el crecimiento de los árboles, entre las cuales se incluyen la genética, las subpoblaciones locales, el clima y los suelos. Estos factores son determinantes en el incremento de la biomasa y por tanto en la fijación de CO₂. De ahí su importancia de la generación de modelos alométricos locales (Alvarez, 2008).

Bajo esta perspectiva se realizó esta investigación, que presenta una alternativa de medición destructiva de baja intensidad, que a más de cumplir con los requisitos necesarios de alta precisión, se evidencia su uso práctico en su aplicación y a su vez respetuosa ambientalmente; ya que el método estrictamente destructivo ocasionaría un impacto representativo dentro de las unidades de muestreo (parcelas de 60 x 60 m); es así, que se determinó estos modelos alométricos para la estimación de biomasa y cantidades de carbono almacenado para especies del Bosque Siempre Verde de Tierras Bajas de la Amazonía del Ecuador, mediante la instalación de parcelas en las provincias de Morona Santiago, Pastaza, Orellana y Sucumbíos.

Cabe mencionar que este estudio se desarrolló en el periodo noviembre 2012 hasta diciembre del 2013, dentro de un pilotaje de la propuesta metodológica liderada por FAO, en el Programa UN REDD FAO, UNJP/EQU/083/UNJ Programa de las Naciones Unidas para la Reducción de las Emisiones por Deforestación y Degradación en los Países en Desarrollo.

Los objetivos planteados para la investigación fueron los siguientes:

Objetivo general

- Contribuir a desarrollar ecuaciones o modelos alométricos estadísticamente validados, para cuantificar la biomasa y contenido de carbono a nivel de especies, en el bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonía del Ecuador.

Objetivos específicos

- Determinar la biomasa aérea de las especies del Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonía, a través de la aplicación de la metodología oficial desarrollada por el MAE.
- Construir modelos alométricos estadísticamente validados, para estimar biomasa aérea y contenido de carbono en especies del bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonía.
- Difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados, para su conocimiento y aplicación en la conservación de los bosques siempre verde de tierras bajas de la Amazonía del Ecuador.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Servicios ambientales que prestan los ecosistemas forestales

Según Marena (2000), los ecosistemas forestales ofrecen a la sociedad una serie de bienes y servicios, los cuales tienen un valor tanto tangible como intangible. Algunos de los servicios que brinda el bosque y las plantaciones forestales y que inciden directamente en la protección y el mejoramiento del medio ambiente son los siguientes: mitigación de emisiones de gases con efecto invernadero (fijación, reducción, secuestro, almacenamiento y absorción), protección del agua para uso urbano, rural o hidroeléctrico, protección de biodiversidad y suelos para conservarlos y hacer uso sostenible de los mismos, científico y farmacéutico, investigación y mejoramiento genético, protección de ecosistemas, forma de vida y belleza escénica natural para fines turísticos.

Los servicios ambientales generados por los ecosistemas forestales influyen directamente en el mantenimiento de la vida, proporcionando beneficios y bienestar para la sociedad, a nivel local, regional o global.

2.2. Deforestación en el trópico

Los índices generales actuales de deforestación y emisiones de carbono son dudosos. Particularmente, no existe un buen conocimiento de la dinámica de cambio de uso de la tierra al nivel de paisaje. La regeneración forestal y la dinámica, crecimiento de bosques secundarios y crecimiento de tierras abandonadas y procesos de degradación de bosques a nivel de biomasa no han sido bien analizados ni documentados. El mejoramiento en la precisión de estas estimaciones sigue siendo uno de los retos y esfuerzos más urgentes en la investigación forestal y cambio de uso de la tierra (FAO, 1996).

Aproximadamente 42 % del total de deforestación ocurre en América Latina, 31 % en África y 27 % en Asia. Viendo el lado positivo durante la última

década ha habido un incremento grande en las áreas destinadas a plantaciones en el trópico. Antes de 1990 existían 61,3 millones de ha bajo plantaciones, el índice de establecimiento alcanza 3,2 millones de hectáreas por año (FAO, 1996).

FAO afirma que entre el 2000 y 2005, en América del Sur se perdieron alrededor de 4,3 millones de ha de bosque; lo que afirma que esta tasa de deforestación de encuentra en aumento.

Según Añazco., *et al* (2010), En Ecuador la deforestación se produjo inicialmente por la llegada de los colonizadores españoles; menciona que según los datos obtenidos por el CLIRSEN en el 2003 entre 1991 y 2000 se estima una tasa de deforestación de 198 092 ha/año. Sin embargo, las cifras recientes del MAE indican un cambio anual en la cobertura forestal con una tasa anual de cambio de cobertura boscosa en el Ecuador continental de - 0,68 % anual para el período 1990- 2000 y de 0,63 anual % para el período 2000-2008. Esto corresponde a una deforestación anual promedio de 74 300 ha/año y 61 800 ha/año para ambos períodos, respectivamente. Para la amazonia ecuatoriana se estima una tasa de deforestación de 19 778,6 ha/año (MAE, 2010).

2.3. Los bosques y su importancia en el almacenamiento y captura de carbono

Ciensa (1996), manifiesta que el secuestro de carbono mediante los bosques se han convertido en un servicio ambiental reconocido a escala global, que puede tener un valor económico considerable para países en vías de desarrollo. Esto es debido a la preocupación creciente por los cambios climáticos y su impacto en la actividad humana y en los recursos naturales, causado por los gases provenientes de procesos industriales, la actividad agrícola, el uso de combustibles fósiles y la deforestación, que son responsables de la mayor parte de estas alteraciones climáticas; entre ellos, el CO₂, es uno de los más abundantes, con efecto invernadero en la atmósfera.

Una forma de mitigar el efecto invernadero del CO₂, además de reducir las emisiones, es almacenarlo el mayor tiempo posible en la biomasa y el suelo. Los bosques son el principal sumidero de CO₂.

La contribución de los tallos leñosos a la biomasa arriba del suelo es muy importante para la fijación de carbono. Este componente es vital para la fijación, ya que al remover la cobertura forestal de un terreno, no sólo se reduce la fijación de carbono en la fuente biomasa arriba del suelo, sino que consecuentemente se reduce la fijación en el componente del suelo.

En la octava sesión de la Conferencia de las Partes, conformada por los países del mundo, sobre cambio climático en Nueva Delhi 2002, se discutió el tema del pago por almacenamiento de carbono. Los negociadores decidieron durante la última ronda en Marrakech 2002, que los países podrían cumplir con parte de sus compromisos para reducir las emisiones de carbono para el periodo 2008 a 2012 financiando la reforestación en países en vías de desarrollo. Esto funcionaría a través del mecanismo de desarrollo limpio (MDL) del protocolo de Kioto (IPCC, 2003).

Por otra, parte el éxito de los proyectos del MDL deberá medirse simultáneamente a través de las reducciones de emisiones logradas y de la contribución efectiva al desarrollo sostenible que realice. Los proyectos deberán concebirse de manera que provean beneficios económicos y sociales a la población de las regiones pertinentes, lo que permitirá que ésta se comprometa con el éxito del proyecto, ya que la captación de carbono por sí sola no parece constituir una motivación suficiente como para asegurar la continuidad de los proyectos, debido a que la participación social podría reducir los requerimientos de control y supervisión y, por consiguiente, también los costos (Cielsa, 1996).

2.4. Dióxido de carbono y efecto invernadero

Jiménez (2001), menciona que en los últimos años se ha reportado un incremento en las concentraciones de CO₂ en la atmósfera, hecho que se

atribuye principalmente a países desarrollados. El aumento de CO₂ en la atmósfera ha dado lugar al fenómeno denominado efecto invernadero. El CO₂ y el agua retienen las radiaciones infrarrojas provenientes de la radiación de la luz solar por parte de la tierra teniendo como consecuencia la elevación de la temperatura ambiente.

El efecto invernadero es un proceso natural por el cual los gases que están presentes en la atmósfera “atrapan” la radiación de la Tierra, que a su vez, remite al espacio, esta emisión de la tierra es producto del calentamiento de su superficie por la radiación solar. Así, el efecto invernadero hace que la temperatura media de la tierra sea aproximadamente 14°C más alta de lo que sería si no se produjera este fenómeno (PNUMA, 2005).

La superficie terrestre, los océanos y los hielos son calentados por el Sol, y la energía que reciben es devuelta hacia la atmósfera como otro tipo de energía que, una vez en ella, es retenida momentáneamente por el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y otros gases como los clorofluorocarbonos, los hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos, el óxido nitroso y el hexafluoruro de azufre (SF₆), entre los más importantes. Los gases que tienen esta propiedad se denominan Gases de Efecto Invernadero (PNUMA, 2005).

Los gases de efecto invernadero constituyen solo el 1% de la composición de la atmósfera, estos gases, en general están constituidos por tres o más átomos; los que forman moléculas diatómicas (como el O₂ y el N₂) o monoatómicas, son transparentes a la radiación terrestre. Los más importantes son el vapor de agua (H₂O) y el CO₂ (Garduño, 2005).

La humedad atmosférica, o sea el contenido de vapor de agua en el aire, es sumamente variable, tanto en el espacio (horizontal y verticalmente) como en el tiempo; sin embargo su distribución vertical tiene una regularidad: la humedad del aire disminuye con la altura; en cambio el CO₂ está tan bien mezclado en el aire, que su proporción de CO₂ es casi uniforme. Por lo tanto el vapor de agua disminuye más rápido que el CO₂ (Garduño, 2005).

La FAO (2000), considera que el CO₂ es responsable de alrededor del 65 % del efecto invernadero; además (Gómez, 2008) considera que la concentración de CO₂ en el período que va de 1995 a 2005, se ha incrementado en cerca de 18 ppm, el máximo rango de crecimiento registrado desde que las mediciones iniciaron a mediados de los años 1950. El mayor incremento anual de CO₂ fue registrado en 1998 con 2,5 partes por millón (ppm). Las emisiones provenientes de la combustión y la transformación del petróleo, el carbón y el gas natural son las que han provocado cambios climáticos notables (Ludevid, 1997).

2.5. Opciones de mitigación de dióxido de carbono (CO₂)

Según Dixon (1995), una forma de mitigar los efectos de CO₂, además, de reducir las emisiones, es "secuestrarlo", o sea capturarlo y mantenerlo el mayor tiempo posible en la biomasa, el suelo y los océanos. En el primero; esto se logra a través de la fotosíntesis y en el segundo a través de la descomposición y mineralización de la materia orgánica. Los bosques son el principal sumidero de CO₂, sin embargo una hectárea de agroforestería puede secuestrar 95 TN C/ha, además de proporcionar bienes y servicios que pueden potencialmente evitar que se deforesten 5 -20 ha.

2.6. Biomasa forestal

2.6.1. Concepto

La biomasa forestal se define como el peso de materia orgánica que existe en un determinado ecosistema forestal por encima y por debajo del suelo, es el resultado del proceso fotosintético para obtener los elementos nutritivos existentes en el medio, utilizando la energía solar. Normalmente es cuantificada en toneladas por hectárea de peso verde o seco (Schlegel *et al.*, 2002; Mac Donald, 2005).

En los últimos tiempos la biomasa forestal se ha convertido en un importante objeto de estudio, principalmente para procesos industriales, energéticos y

ambientales; en el aspecto de servicios ecosistémicos a través de la biomasa se pueden estimar el la cantidad de carbono almacenado en ecosistemas boscosos y se pueden hacer estimaciones sobre la cantidad de dióxido de carbono que ingresa a la atmósfera cada vez que se desmonta o se quema un bosque (FAO, 2000; Vidal *et al.*, 2003; Merino *et al.*, 2003).

En términos porcentuales, el fuste del árbol concentra la mayor cantidad de biomasa aérea, representando entre 55 y 77 % del total: luego están las ramas con 5 a 37 %; y por último las hojas y la corteza del fuste entre 1 y 15 % y 4 a 16 % respectivamente (Alvarez, 2008).

La cantidad de biomasa producida está relacionada a las diferentes condiciones ambientales del lugar y estructurales de las especies. (Muñoz, 2001; Saavedra, 2005; Gayoso *et al.*, 2002).

2.6.2. Importancia

La biomasa es un factor muy importante para realizar estudios de investigación, ya que a partir de la cantidad de biomasa existente en un bosque dado, se puede determinar la cantidad de carbono almacenado y/o fijado por él mismo. El total de biomasa es principalmente una función de la edad del rodal así que esta es una medida útil para la valoración de cambio en la estructura forestal.

2.6.3. Métodos para estimar biomasa forestal

El cálculo de la biomasa es el primer paso para evaluar la productividad de los ecosistemas y la contribución de los bosques tropicales en el ciclo global del carbono (Alvarez, 2008).

Según Fonseca *et al.*, (2009) existen dos métodos comúnmente usados para estimar la biomasa: el método directo y el indirecto; Además, (Alvarez, 2008) en un estudio en Bolivia agrega un tercer método por sensores remotos.

2.6.3.1. Tradicional o indirecto

Según Segura (2008), la utilización de este método básicamente consiste en cubicar los árboles y estimar volúmenes de la madera y mediante la toma de muestras se puede estimar otros parámetros necesarios como el peso seco y densidad de la madera necesarios para estimar la biomasa total. Se puede recurrir también la utilización de ecuaciones alométricas ya generadas en otros estudios, mediante este método de deben medir variables como dap, altura total, altura comercial, densidad entre otros, menciona que este método se puede aplicar en situaciones de crecimiento similares (Parresor, 1999)

De acuerdo con Brown (1997), puede aplicarse en los bosques densos, secundarios o maduros (correspondiente a climas húmedos y semiáridos). La biomasa se estima a través de siguiente ecuación general:

$$BA = VC * D * FEB$$

Dónde:

BA = Biomasa aérea (t/ha)
VC = Volumen comercial (m³)
D = Densidad básica de la madera (t/ m³)
FEB = Factor de expansión de la biomasa.

2.6.3.2. Destructivo o directo

La medición de la cantidad de biomasa aérea en cualquier componente de un ecosistema requiere la aplicación del método destructivo (Brown, 1997). Consiste en cortar el árbol y determinar la biomasa pesando directamente cada componente (Fonseca *et al.*, 2009).

Este método proporciona un valor exacto de la biomasa, es el método más preciso debido a que las variables tales como peso fresco y volumen se miden directamente omitiendo errores de estimación; además, este método permite generar relaciones funcionales con variables de fácil medición en un

inventario forestal, presenta un alto costo económico y ecológico por la propia destrucción de los árboles (Gayoso *et al.*, 2002; Brown, 1997).

2.6.3.3. Por sensores remotos

Las imágenes satelitales registran el comportamiento de la superficie terrestre a través de diferentes regiones del espectro electromagnético, proporcionando una gran cantidad de datos espacialmente contiguos entre sí y distribuidos a lo largo de extensas áreas geográficas.

Estas propiedades les confieren la capacidad de detectar, reconocer e identificar coberturas de suelo, así como medir numerosas propiedades biofísicas y bioquímicas asociadas a ellas, ofreciendo ventajas en comparación con métodos *in situ*, que muchas veces requieren de mediciones en terreno que pueden resultar prohibitivas a amplias escalas, debido a limitantes de accesibilidad, tiempo y recursos (Alvarez, 2008).

Básicamente esta información nos permite establecer diferentes características de los ecosistemas y de esta forma estimar la dinámica de la biomasa, acompañando la realización de mapas para identificar diferentes tipos de bosques (Beaudoin *et al.*, 1994; Brown y Lugo, 1992; Calderón, 1999; Foody y Hill, 1996 Foody *et al.*, 1996; Calderón, 1999)

2.6.4. Factor de expansión de la biomasa (FEB)

El factor de expansión de biomasa (FEB) es la proporción directa entre la biomasa aérea total y la biomasa del fuste. Se trata de un factor variable que depende de la especie, las condiciones ambientales y la densidad y edad de la plantación, entre otros aspectos. Este factor se utiliza para estimar la biomasa total de un árbol cuando únicamente se cuenta con datos de biomasa del fuste, el FEB es el factor de multiplicación que aumenta la madera en pie o el volumen comercial, para tener en cuenta componentes de biomasa no medidos, como ramas, follajes y árboles no comerciales (IPCC, 2003; Avendaño, 2008; Alvarez 2008).

2.6.4.1. Métodos para estimar el factor de expansión de la biomasa

El FEB se puede obtener de forma directa o con valores reportados en la literatura. El cálculo directo se puede hacer de dos maneras (Avendaño, 2008):

a) Cálculo de un factor fijo o promedio

Este cálculo se realiza midiendo la biomasa total del árbol y la biomasa total del fuste para varios árboles y calculando el promedio del FEB (Avendaño, 2008; Alvarez, 2008)

$$\text{FEB} = \text{BT} / \text{BF}$$

Dónde:

FEB = Factor de expansión de la biomasa.

BT = Biomasa total (kg).

BF = Biomasa de fuste (kg).

Según Alvarez (2008), el factor de expansión de la biomasa, varía mucho entre especies y condiciones particulares de los ecosistemas forestales. El valor más empleado es 1,6 (Dixon, 1995; Andrade - Ibrahim, 2003); sin embargo, en sistemas agroforestales, se pueden encontrar valores promedios de 2,2 con un rango de 1,9 a 2,4 (Andrade - Ibrahim, 2003).

Ruiz (2002), encontró valores promedio de FEB de 1,6 para siete especies arbóreas dispersas en pasturas de Matiguás, Nicaragua (*Cassia grandis*, *Platymiscium pleiostachyum*, *Pithecellobium saman*, *Guazuma ulmifolia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Cordia alliodora* y *Tabebuia rosea*).

Avendaño (2008), en un estudio realizado en Costa Rica obtuvo valores de FEB para *Terminalia oblonga* con 1,53; seguido por *Bombacopsis quinata* con 1,30 y 1,26 para *Cordia alliodora*.

Alvarez (2008), en su estudio realizado en especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia; obtuvo valores de FEB para *Centrolobium tomentosum* 1,9 y *Schizolobium parahyba* 1,7.

b) Cálculo de un factor móvil o variable

En este caso, es necesaria la medición de la biomasa total y la biomasa o volumen total del fuste para una muestra representativa de árboles de diferentes tamaños y diferentes condiciones (edades, densidad). Estas mediciones se utilizan para ajustar un modelo por medio de regresión estadística que permita el cálculo de dicho factor en función de otras variables, usualmente la biomasa o volumen total del fuste.

Varios estudios han calculado factores de expansión de biomasa que varían entre 1,3 y hasta 2,5 (para especies arbóreas) dependiendo de la especie, la edad y el dap promedio (Husch *et al.*, 1993). Con este factor, por ejemplo, un árbol que tiene una biomasa de fuste $0,5 \text{ m}^3$, tendrá una biomasa aérea total de $0,5 * 1,3 = 0,65 \text{ m}^3$; sin embargo, se debe tener en cuenta variables como el dap y la edad del rodal, ya que se establecen clases diamétricas para su uso (Alvarez, 2008)

Según Brown (1997), para bosques donde la biomasa total de fuste sea mayor o igual a 190 TN/ha el valor de FEB es de 1,74 y para menores a 190 TN/ha el valor de FEB se calcula a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{FEB} = \text{EXP} (3.213 - 0.506 * \text{LN} (\text{BF}))$$

Dónde:

FEB = Factor de expansión de biomasa.
BF = Biomasa de fuste (TN/ha).

2.7. Alometría

Alometría designa los cambios en las dimensiones relativas de las partes de un organismo que se correlacionan con los cambios en el tamaño global. El análisis de las relaciones entre diferentes dimensiones de las plantas es de

gran utilidad en los estudios de crecimiento; especialmente, el principio de crecimiento alométrico determina el crecimiento de una parte del organismo en relación con el organismo entero o alguna parte del mismo (Neri, 2010).

2.8. Modelos alométricos

Segura y Andrade (2008), señalan que los modelos alométricos son ecuaciones matemáticas que permiten estimar el volumen, biomasa o carbono (VBC) en función de unas pocas variables de fácil medición, tales como el diámetro del tronco a la altura del pecho (dap) y/o la altura total.

Un modelo alométrico se define como una relación matemática que permite estimar una variable (volumen o biomasa) con base a una o más variables independientes (dap, altura), se establecen mediante el análisis de la regresión entre datos del peso seco de los componentes arbóreos y atributos morfológicos como diámetro normal, área basal y altura.

2.9. Modelos alométricos para la estimación de volumen

Para determinar la cantidad de madera contenida en bosques o plantaciones, el volumen es la forma de expresión a utilizar, anteriormente las herramienta más utilizada para determinarlo eran las tablas de volumen que hoy han sido remplazadas por ecuaciones o modelos matemáticos capaces de representar el volumen medio de madera por árbol a partir de las variables independientes, como ser diámetro y altura (Alvarez, 2008).

La medición directa del volumen utilizando secciones, tiene mucha dificultad y costo; estos aspectos hacen importante contar con modelos matemáticos que basados en muestras representativas que permitan estimar el volumen de los árboles con mediciones de variables simples como dap, altura total y comercial, factor de forma, entre otros (Prodan *et al.*, 1997; Alvarez, 2008).

2.10. Modelos alométricos para la estimación de biomasa

La medición de la cantidad de biomasa aérea en cualquier componente de un ecosistema requiere la aplicación del método destructivo. Consiste en cortar el árbol y determinar la biomasa pesando directamente cada componente (Fonseca *et al.*, 2009).

Sin embargo de acuerdo con Alvarez (2008), el caso es más práctico cuando se desea estimar la biomasa aérea de los árboles es mediante estimaciones indirectas del material vegetal para hacer las inferencias respectivas; Para ello, se debe contar con modelos que estimen la biomasa total con base en el tamaño y dimensiones de los árboles; es decir, modelos matemáticos basados en las relaciones alométricas que ocurren entre los órganos de un individuo.

Estos modelos tienen mucha aplicación en el campo forestal, porque presentan mucha flexibilidad en su uso; las variables más usadas son: el diámetro a la altura del pecho (dap), diámetro a la altura del tocón (dat), altura comercial (hc), altura total (ht) y combinaciones de ellas (Alvarez, 2008).

En la mayoría de los trabajos realizados en zonas tropicales se ha encontrado que la variable independiente que mejor explica la biomasa de un árbol es el diámetro a la altura del pecho (Overman *et al.*, 1994; Regina, 2000), al igual que en zonas templadas (Chave *et al.*, 2001). Muchos autores lo consideran por ser de fácil medición y además lo utilizan multiplicado por otras variables o expresando bajo algún tipo de transformación (Alvarez, 2008).

En la generación de modelos, se puede o no utilizar transformación logarítmica (Alvarez, 2008); Ésta transformación simplifica los cálculos, pues permite utilizar análisis de regresión lineal y además, incrementa la validación estadística del análisis al homogenizar la varianza sobre el rango de los datos. Este tipo de funciones se pueden utilizar cuando los datos son

muy dispersos, las funciones exponenciales entregan estimaciones de biomasa, similares a las linealizadas pero presentan errores de estimación levemente superiores. Sin embargo, estos errores pueden ser corregidos al realizar una transformación de variables a ambos lados de la ecuación, con lo que se logra obtener estructuras de error más homogéneas sin alterar la forma del modelo (Sprugel, 1983; Gayoso *et al.*, 2002).

2.11. Evaluación de modelos alométricos

Alvarez (2008), menciona que el objetivo de la evaluación de modelos es seleccionar aquellos que presenten el mejor balance entre la capacidad de ajuste de los datos y su complejidad. Modelos con un mayor número de parámetros tienden a ajustar mejor una base de datos, no obstante tienden a ser más inestables y a modelar la variabilidad de esos datos más que su tendencia (Posada *et al.*, 2007). Adicionalmente, el mayor número de parámetros implicará mediciones adicionales de una de las variables adicionadas al modelo para el cálculo del modelo.

Alvarez (2008), recomienda tener en cuenta los siguientes criterios para evaluar los modelos alométricos (Cuadro 1):

Cuadro 1. Parámetros estadísticos para la evaluación de modelos alométricos.

Parámetros estadísticos	Análisis
El coeficiente de determinación (R²),	Este coeficiente se interpreta como la cantidad de variación de la variable dependiente que es explicada por las variables independientes. Cuanto más próximo a uno (1) es el valor de R ² mejor fue realizado el ajuste.
Coeficiente de variación (CV %)	El coeficiente de variación es una medida relativa, que permite comparar la dispersión entre dos poblaciones, o la variación resultante de dos variables distintas (originadas de una misma población), que tengan diferentes unidades de medidas. Cuanto menor es el valor de CV%, mejor es el modelo.
Prueba F (análisis de varianza)	Prueba estadística que sirve para comparar varianzas. Utilizada en modelos lineales.
Error cuadrático medio de predicción (ECMP)	Los modelos seleccionados por su mayor capacidad de ajuste son aquellos que expresan el menor valor en este criterio
Criterio de información akaike (AIC, por sus siglas en inglés)	AIC y BIC, son criterios que se utilizan en la selección de modelos para elegir el mejor entre un conjunto de modelos admisibles. Un modelo es mejor que otro si tiene un valor AIC o BIC menor. El AIC se basa en la distancia de Kullback-Leibler en la teoría de la información y el BIC se basa en una verosimilitud integrada en la teoría bayesiana.
Criterio de información bayesiano (BIC, por siglas en inglés).	

2.12. Densidad de la madera

Dentro de las propiedades físicas de la madera, la densidad básica de la madera es una de las más importantes, ya que determina el valor y la utilidad de la misma, y está fuertemente correlacionada con otras propiedades tales como la resistencia mecánica, la rigidez, la conductividad térmica y el calor específico (Villers y Rojas, 2005; Alvarez, 2008)

La densidad básica de la madera varía en función del tipo de bosque, de las condiciones de crecimiento, de la densidad de rodal y del clima (Villers y Rojas, 2005). Además, posee un patrón de variación con la edad y la altura del árbol (Megraw, 1985; Pereyra y Gemid, 2002). Disminuye desde el centro a la periferia y de la base hacia el ápice (Villers y Rojas, 2005).

En general, se acepta que el contenido de carbono corresponde al 50 % de la biomasa, el rango más citado para el contenido de carbono en la biomasa es de 43 a 58 % (IPCC, 1996).

2.13. Estudios desarrollados en ecosistemas similares

Hasta la actualidad se han desarrollado estudios similares al presente a nivel internacional, donde se han generado y ajustado ecuaciones alométricas para estimar biomasa y carbono en la parte aérea de diferentes especies arbóreas y en diferentes ecosistemas, siendo en su mayoría especies de plantaciones forestales, a nivel de bosque amazónico es más común encontrar estudios a nivel de bosque, mas no a nivel de especies; sin embargo, cabe mencionar que en nuestro medio a nivel de país, existe ausencia de los mismos es decir aún no se han generado insumos para comparar los resultados.

En Turrialba, Costa Rica Avendaño (2008), generó modelos alométricos generales para estimar biomasa aérea de tres especies (*Bombacopsis quinata*, *Cordia alliodora* y *Terminalia oblonga*). Inicialmente generó modelos en base a mediciones destructivas, para posteriormente compararlos con mediciones de campo. Obtuvo los siguientes modelos para *Bombacopsis*

quinata ($b = -0,05119 + 0,28951 * dap^2 ht$) con un R^2 de 0,85; *Cordia alliodora* ($b = 0,02315 + 0,26497 * dap^2 * ht$) R^2 de 0,75; y, *Terminalia oblonga* ($b = -0,01499 + 8,01521 * dap^2$) con un R^2 de 0,83. Los resultados obtenidos indicaron que si bien la arquitectura propia de cada especie puede influir en la producción de biomasa aérea, el manejo silvicultural y la ocupación del rodal afectan en mayor proporción esta producción.

Alvarez (2008), genera Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia; Para la especie *Centrolobium tomentosum*, la variable altura total para esta especie fue descartada por presentar una alta dispersión con respecto a la biomasa aérea, el dap fue la variable independiente más correlacionada ($R^2 = 0.93$) con la biomasa aérea; para *Schizolobium parahyba*, igualmente la variable independiente altura comercial se descartó por presentar una alta dispersión con respecto a la biomasa aérea, a variable independiente más correlacionada con la biomasa aérea fue el dap.

Segura y Kanninen (2005), generan ecuaciones alométricas para la estimación del volumen de árboles y la biomasa aérea en un bosque húmedo tropical en el norte de Costa Rica, se desarrollaron sobre la base de mediciones directas de 19 individuos de siete especies de árboles. Se obtiene valores de biomasa de 4 – 10 TN/árbol; el factor de expansión FEB fue estimado en 1,6; Las ecuaciones de mejor ajuste para la biomasa aérea total que se basa en combinaciones de dap y la altura total y comercial como variables independientes tenían valores de R^2 entre 0,77 y 0,87.

Segura *et al.*, (2006), desarrollaron modelos alométricos para especies arbóreas dominantes sombra y plantas de café (*Coffea arabica*) para los sistemas agroforestales de café en Matagalpa, Nicaragua. Las especies de árboles de sombra estudiados fueron *Cordia alliodora*, *Juglans olanchana*, *Inga tonduzzi* y *I. punctata*. El total de biomasa aérea de las especies estudiadas varió entre 3,5 y 386 kg por árbol. Los mejores modelos de ajuste

para la biomasa aérea de los árboles de sombra eran logarítmicos, con R^2 ajustado entre 0,71 y 0,97.

Fonseca *et al.*, (2009), en un estudio generan modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica; El objetivo de este trabajo fue construir modelos para estimar la biomasa del árbol en plantaciones de *Hieronyma alchorneoides*, *Vochysia guatemalensis* y para un grupo de 35 especies en bosque secundario, en la zona Caribe de Costa Rica. El factor de expansión de biomasa en bosque secundario fue de 1,44 y en plantaciones de 1,56. El dap del árbol fue la variable que mejor se correlacionó con la biomasa seca de los diferentes componentes del árbol, todos los modelos seleccionados para las distintas especies y componentes del árbol mostraron un R^2 aj superior al 82,6 %, un error estándar bajo y una $P < 0,05$. Los modelos seleccionados expresan la biomasa como una función de la raíz cuadrada del dap o del logaritmo natural (ln) del dap.

En Oaxaca, México Acosta, Vargas, Velázquez y Etchevers (2002), generaron ecuaciones alométricas para seis especies forestales en las que se encuentra el género *Inga*. Todas las ecuaciones fueron de la forma $Y=bX^k$, donde Y es la biomasa aérea (kg), X es el diámetro (cm) a la altura del pecho (dap) y b y k son los parámetros a estimar. En todos los casos el coeficiente de determinación (R^2) fue mayor que 0,97. Se compararon también los parámetros de las ecuaciones alométricas generadas y se encontró que éstos fueron diferentes para cada especie.

2.14. Descripción del tipo de bosque donde se realizó en estudio

Según el MAE, (2013) los bosques siempre verdes de tierras bajas de la amazonia, son altos multiestratificados, con dosel cerrado de 25 a 35 m, emergentes de 40 m o más, los árboles presentan fustes rectos y diámetros entre 0,8 y 1,2 m, ocasionalmente mayores; las raíces tablares son frecuentes, en las pendientes el sotobosque suele ser más abierto.

Estructuralmente estos bosques son muy diferentes a los del resto de la región debido a la dominancia de especies-individuos con tallos pequeños y a lo espacialmente dispersos que se pueden presentar. En las zonas donde se han formado terrazas altas con alto contenido de arena se puede evidenciar un tipo diferente de vegetación caracterizado por la abundancia de individuos de árboles con diámetros a la altura del pecho menor a 20 cm y la dominancia de arbolitos con dap menores a 10 cm.

Este sistema incluye comunidades boscosas con gran variación en la composición florística, esta variación se acentúa y se hace abrupta hacia el este a medida que se incrementa la distancia con respecto al piedemonte de los Andes (Pitman *et al.* 2008; Duque *et al.* 2010). La composición florística a lo largo de la distribución del sistema evidencia una variabilidad determinada por las diferentes litologías, orígenes de los sedimentos y geoformas que determinan en algún grado que el recambio de especies sea más evidente en sentido oeste-este. Hacia el noreste de la penillanura los bosques se encuentran sobre una serie de pequeñas colinas onduladas y terrazas que en algunos casos se extienden en varios kilómetros de longitud sobre planos sedimentarios cuaternarios (MAE, 2013).

3. METODOLOGÍA

La metodología detallada en el presente trabajo de investigación, es planteada por el proyecto Evaluación Nacional Forestal (MAE, FAO), entidades auspiciantes del estudio.

3.1. Localización de la zona de estudio

Los lugares donde se instaló las unidades de muestreo se localizan en las provincias de Morona Santiago, Pastaza, Orellana y Sucumbíos, en la figura 1 se muestra la ubicación de los cuatro conglomerados instalados en las mencionadas provincias.

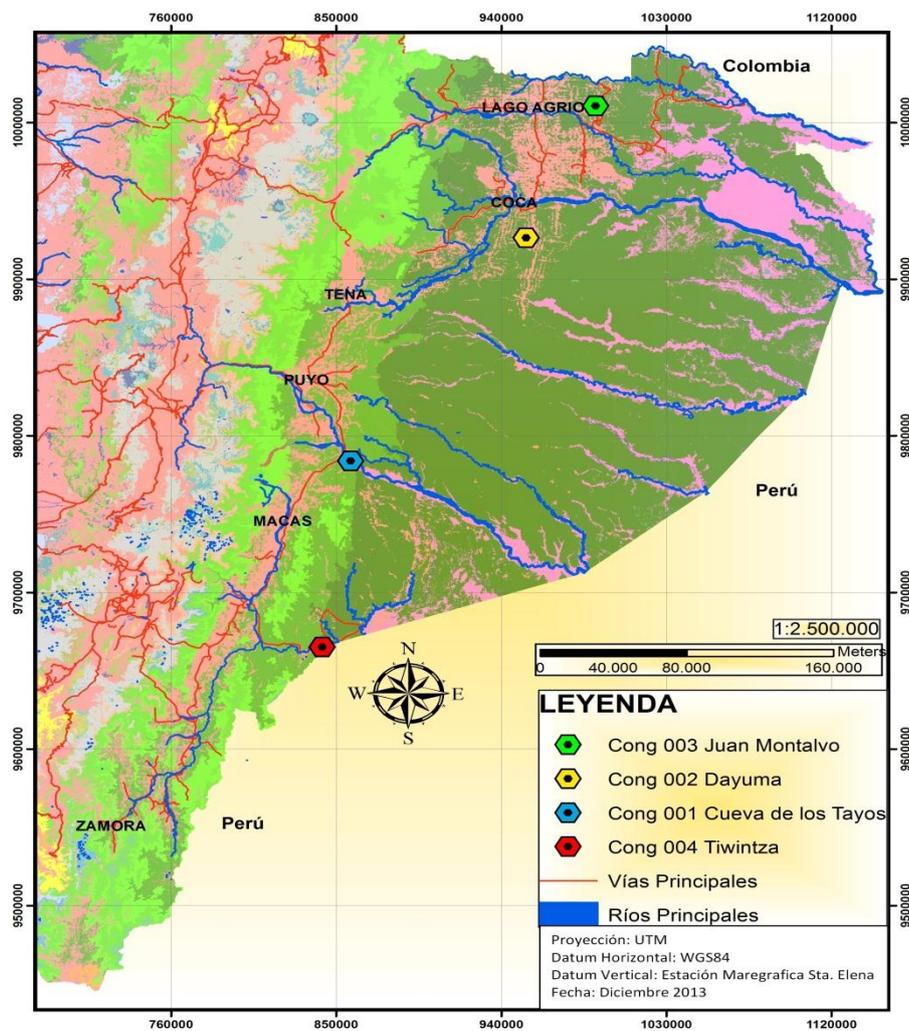


Figura 1. Ubicación del área de estudio

3.2. Clima y ecología

Según el MAE (2013), este tipo de ecosistemas se encuentran entre 170 a 350 msnm aproximadamente; se encuentran ubicados en cuatro provincias amazónicas Morona Santiago (sector Abanico del Pastaza), Pastaza (sector Tigre Pastaza), Napo y Orellana (sector Napo Curacay) y Sucumbíos (sector Aguarico Putumayo Caquetá). Crece bajo condiciones climáticas marcadas por temperaturas que varían desde los 16 a los 26°C, con precipitaciones superiores 2000 mm/año. Por lo general, hay más de 200 especies mayores a 10 cm de dap en una hectárea (Sierra *et al.*, 1999; MAE *et al.*, 2001).

Se caracteriza por ser altamente heterogéneo y diverso, con árboles que alcanzan 30 m y en algunos casos pueden superar 40 m o más de altura; las epífitas, las lianas y las trepadoras son muy abundantes, y el estrato bajo herbáceo es denso. Las especies más representativas son: *Iriartea deltoidea*, *Oenocarpus bataua*, *Virola duckei*, *Otoba glycyarpa*, *Parkia multijuga*, *Eschweilera coriacea*, *Pourouma minor*, *Ceiba pentandra*, *Cedrelinga*, *Guarea kunthiana* (Sierra *et al.*, 1999; MAE *et al.*, 2001).

López (2008), menciona que este tipo de vegetación incluye los bosques sobre colinas medianamente disectadas y bosques sobre tierras planas bien drenadas, es decir no inundables y los bosques en tierras planas pobremente drenados.

3.3. Metodología para determinar la biomasa aérea de las especies del bosque siempre verde de tierras bajas de la amazonia.

3.3.1. Determinación del número de UM a medir por estrato

Manteniendo el tamaño y forma de las unidades de muestreo (UM) de la Evaluación Nacional Forestal (ENF), en el bosque siempre verde de tierras bajas de la amazonia, se seleccionó como muestreo 4 conglomerados (12 parcelas) de manera sistemática, alcanzando un área de muestreo total de 4,32 ha, donde se realizó las mediciones de las variables a considerarse;

Las figuras 2 y 3 presentan un croquis de las dimensiones y forma de los conglomerados y parcelas de muestreo (MAE y FAO, 2012):



Figura 2. Representación gráfica del diseño del conglomerado de 3 parcelas.

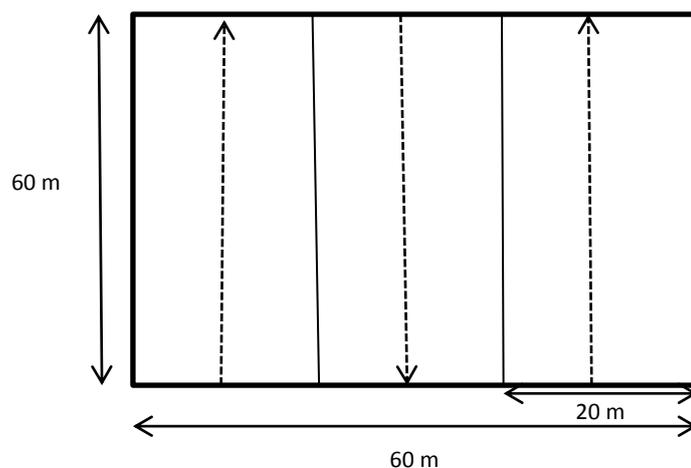


Figura 3. Representación gráfica de la parcela de inventario y el sub-diseño en fajas para facilitar el establecimiento en campo y medición.

3.3.2. Determinación de la ubicación de los árboles en la parcela

Para ubicar y verificar la medición de los árboles mayores a 10 cm de dap, en la parcela, se registró las distancias en X y Y de cada individuo, con respecto al eje central de cada una de las 3 fajas (MAE y FAO, 2012).

La figura 4, presenta ejemplos de ubicación de los árboles con respecto a las coordenadas en X y Y.

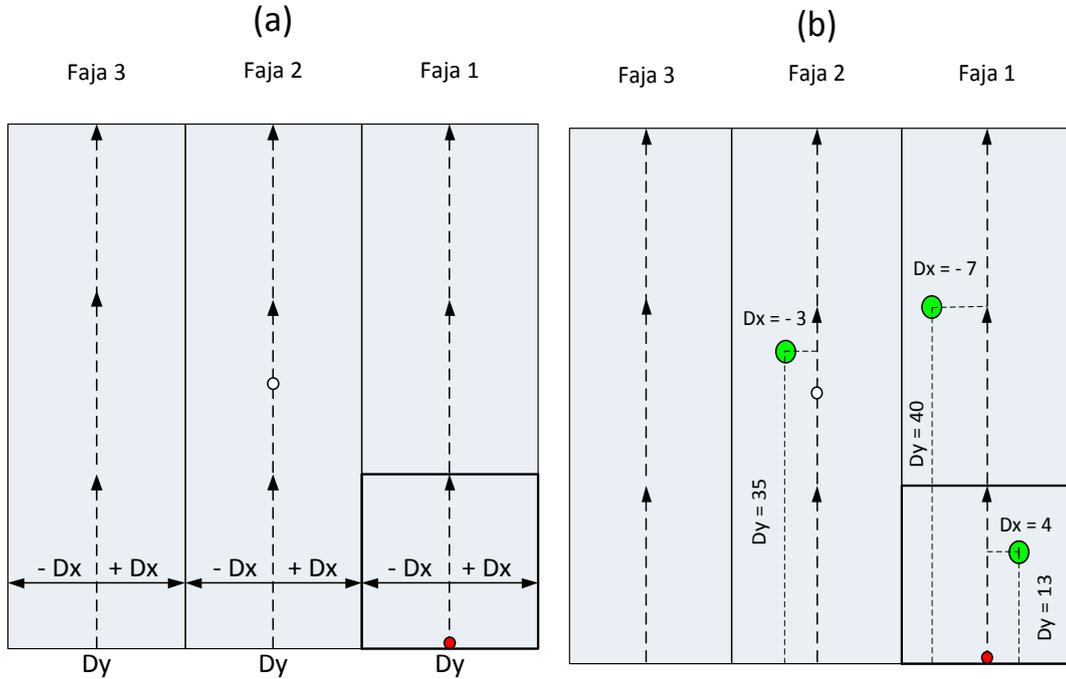


Figura 4. Ubicación y medición de árboles en la parcela, (a) descripción de filas y carril central. Los carriles centrales de cada faja constituyen los ejes Y. Perpendicularmente hacia los lados del carril central se define el eje X. Por norma los árboles a la izquierda serán negativos (-X) y a la derecha positivos (+X). (b) ejemplo de ubicación y registro de dos árboles en la primera faja: $Dy = 13$ y $Dx = 4$, y $Dy = 40$ y $Dx = -7$, y en la segunda faja $Dy = 35$ y $Dx = -3$

Para registrar la información florística, biomasa aérea, y demás variables, se utilizó el formulario de campo que se indica en el apéndice 1.

3.3.3. Identificación de especies

Para la identificación de especies en los cuatro conglomerados, se tuvo la colaboración de un botánico especialista en especies de amazonia, identificando por su nombre científico, género o familia en algunos casos.

3.3.4. Medición de las variables de árboles en pie y toma de muestras

3.3.4.1. Variables en pie

En primer lugar se midió el dap, la altura comercial (hc) y altura total (ht) del fuste, y el diámetro máximo y mínimo y el ancho o altura de la copa (Ac) de todos los árboles mayores a 10 cm de dap de la faja uno y \geq a 20 cm dap en las dos fajas restantes en las parcelas de 60 x 60 m (Figura 5). Se consideró todas las variantes morfológicas (árboles bifurcados, trifurcados o con más ramificaciones, con raíces tablares), disposición de los árboles entre otras circunstancias en terreno.

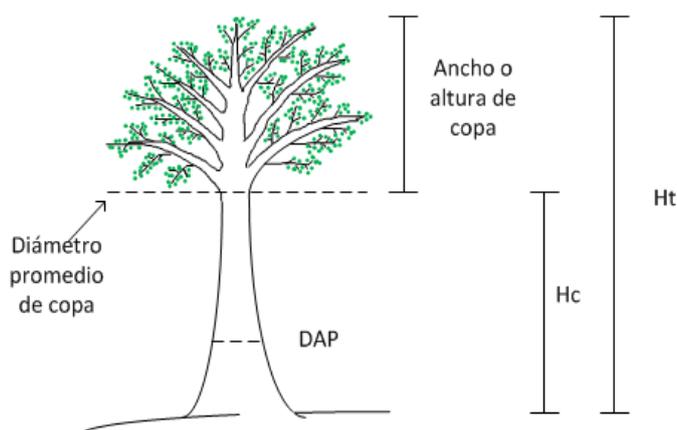


Figura 5. Variables medidas en los árboles en pie para el cálculo de los volúmenes de fuste y copa.

El dap se midió con la cinta diamétrica, utilizando como herramienta de precisión una vara exacta de 1,30 m de largo.

La altura comercial (hc) y la altura total (ht), se midió con el hipsómetro vertex y en algunos casos se utilizó el hipsómetro suunto para verificar o en sitios difíciles de aplicar los equipos electrónicos.

El diámetro máximo y mínimo de copa se midió con una proyección de los límites de la copa, utilizando una vara rectangular con burbuja de nivel como mira cuyos extremos se alinearon con los límites de la copa, luego se midió

las distancias de las proyecciones en el suelo con la cinta métrica o distanciometro.

Los diámetros superiores al dap (para mayor precisión de cubicación y generación de factor de forma), se midieron con el relascopio laser.

Para una mayor precisión de la medición de diámetros del fuste, diámetro de copa y altura de árboles en pie, en el apéndice 2 se destaca detalladamente el procedimiento que se utilizó en eventuales casos en el trabajo de campo.

3.3.4.2. Densidad del fuste

Para la toma de datos de densidad de fuste se midió todos los individuos que tenían el dap > 10 cm, en los cuatro conglomerados (12 parcelas) de muestreo, utilizando el método de barreno de incremento y Pilodyn¹ (López, 2010; Monteoliva s.f.).

Complementando el método de barrenos de incremento, se tomó lecturas con Pilodyn a tres alturas, con dos medidas por cada punto: a 1,10 m, 4 m y a 7 m, con la finalidad de establecer proyecciones de la variación de la densidad con la altura de las especies (Figura 7):

- * Cuando la hc es menor a 4 m (y mayor a 1,10 cm), se obtuvo una muestra de madera con el barreno de incremento y dos lecturas contrapuestas con el Pilodyn a una altura exacta de 1,10 m.
- * Cuando hc es mayor a 4 m (y menor a 7m), se tomó una segunda lectura contrapuesta únicamente con Pilodyn exacta a 4m.
- * Cuando hc es mayor a 7 m se tomó una tercera lectura contrapuesta únicamente con el Pilodyn exacta a 7m.

La toma de muestras con barreno de incremento y las lecturas contrapuestas con el Pilodyn a 1,10 m se realizó en todos los árboles mayores a 10 cm de dap en la parcela.

¹ Las lecturas con Pylodin constan el en inventario general; sin embargo, su uso no se pudo realizar por necesitar una previa transformación y calibración; la densidad se consideró solamente de los testigos de madera extraídos con el barreno de incremento.

Para este tipo de bosque las lecturas a 4 y 7 m con el Pilodyn se realizó de manera sistemática cada tres árboles medidos así: árbol 3, árbol 6, árbol 9, y así sucesivamente hasta completar la parcela.

a) Cálculo de densidad mediante barrenos de incremento.

Los testigos de madera fueron pesados en campo con una pezola de precisión de 10 g, posteriormente fueron llevados al laboratorio e ingresados en una estufa a temperatura de 75⁰C, hasta obtener un peso anhidro contante, para lo que se utilizó una balanza analítica con una precisión de 0.0001 (Figura 6).

Para utilizar la fórmula de densidad básica propuesta por (Valencia y Vargas, 1997), se calculó el volumen del testigo de madera considerándolas como un cilindro perfecto:

$$Vv = 3.1416 * D^2 * L/4$$

Dónde:

Vv= Volumen verde

D= Diámetro de la muestra de madera

L= Longitud de la muestra

Con los valores obtenidos se aplicó la fórmula de densidad propuesta por (Valencia y Vargas, 1997):

$$Db = \frac{Po}{Vo}$$

Dónde:

Db= Densidad básica de la madera (gr/cm³)

Po= Peso anhidro en (g)

Vo= Volumen verde en (cm³)

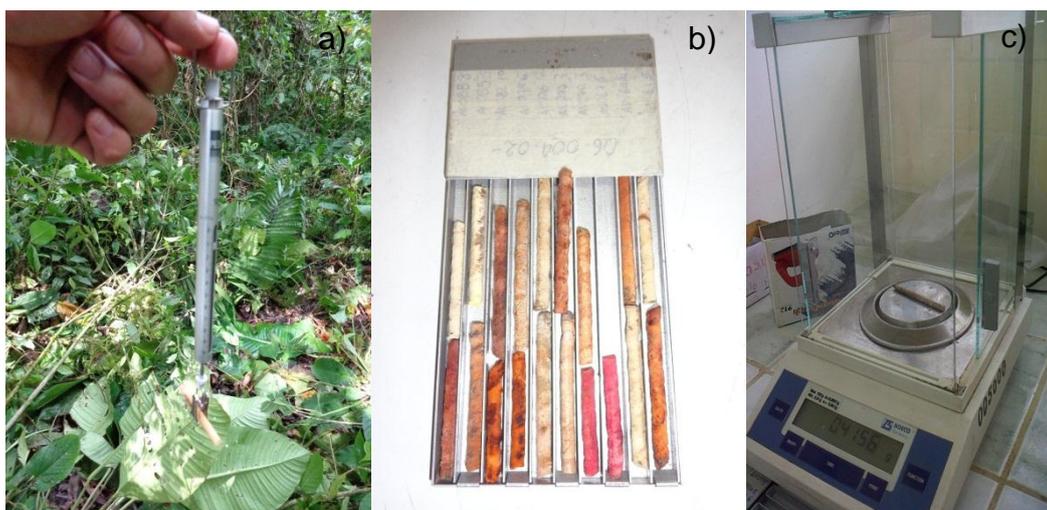


Figura 6. Testigos de madera: (a) pesado en campo, (b) secado en laboratorio, (c) pesado en laboratorio.

b) Densidad con Pilodyn



Figura 7. Puntos de muestreos de densidad de madera para árboles menores a 7 m de altura

3.3.4.3. Densidad de copas ²

Para el caso de la medición de la **densidad de las copas**, para los árboles con presencia de ramas a una altura \leq a 7 m, se extrajo una rama

² Estos valores fueron medidos en campo y laboratorio, pero no se pudo establecer una relación a la copa del árbol, razón por la cual en su lugar se calculó un factor de expansión de biomasa (FEB).

representativa tomando en cuenta las siguientes consideraciones (Montero *et al*, 2005):

- * Ramas > a 10 cm de diámetro no se extrajó; se tomaron sobre la base de estas dos medidas con el Pilodyn.
- * Ramas < a 10 cm de diámetro se cortó y dividió en secciones: ramas gruesas entre 7 y 10 cm diámetro, ramas finas < 7 cm de diámetro y hojas.

De la rama extraída se tomó tres sub-muestras (una por sección) que incluye una rodaja de madera de la parte gruesa de 7 a 10 cm de diámetro, una porción de ramas finas y una porción de hojas (Figura 8).



Figura 8. Ilustración de la medición de la densidad de la copa a través de: (a) la extracción una rama representativa, (b) medición del volumen y pesaje de las partes de la rama y (c) obtención de una muestra de las partes (rama gruesa, ramas finas y hojas) para pesar y secar en el laboratorio.

Antes de extraer las submuestras para el laboratorio, los tres segmentos de la rama representativa (ramas gruesas, ramas finas y hojas), se apilaron en una “pirca” de dimensiones conocidas de 1 m de largo por 0,5 m de ancho, por la altura que alcance la cantidad de biomasa, para establecer el volumen bruto de la rama (Figura 9). Posteriormente, para obtener el volumen neto de la rama (sin espacios o vacíos) se multiplicó por un factor de 0,5.

Para aquellos árboles con disposición de ramas a una altura mayor a 7 m, se utilizaron los valores promedios de biomasa obtenidos para las ramas de los individuos medidos.



Figura 9. Ejemplo de la medición del volumen de una rama, para lo cual se apilo las ramas gruesas, finas y hojas en una pirca de largo y ancho conocido, variando en altura con base en la cantidad de biomasa de la rama. Se apilo primero las ramas gruesas, luego las finas y finalmente las hojas.

3.3.4.4. Factor de forma (f)

Para calcular con mayor precisión el volumen del fuste de los árboles y establecer el factor de forma (f) de cada especie, se procedió a medir varios diámetros del fuste, hasta el límite de la altura comercial, tomando en consideración los siguientes rangos (MAE y FAO, 2012):

- Árboles < 6 m de altura comercial, se midieron diámetros cada 1,5 m de altura a partir del dap (a 1,3 m); es decir a 1,30 m, 3 m y a 4,5 m.
- Árboles \geq 6 m y < 9 m de altura comercial, se midieron diámetros cada 2 m de altura a partir de la base del fuste (ras del suelo); es decir a 2 m, 4 m, 6 m y 8 m.

- Árboles ≥ 9 m y < 16 m de altura comercial, se midieron diámetros cada 3 m de altura a partir de la base del fuste; es decir 3 m, 6 m, 9 m, 12 m y 15 m.
- Árboles ≥ 16 m de altura comercial, se midieron diámetros cada 4 m de altura a partir de la base del fuste; es decir a 4 m, 8 m, 12 m, 16 m, 20 m, y más según la altura comercial.

Estos rangos permitieron obtener mínimo 3 diámetros del fuste, lo cual hace un acercamiento detallado a su forma.

La medida de los diámetros se realizó con el relascopio electrónico, el cual permite leer paralelamente el diámetro y la altura de medición (Figura 10).

Esta medición de los diámetros permitió cubicar los árboles por secciones y despejar el factor de forma (f) a partir del volumen y la altura total del fuste.



Figura 10. Medición de diámetros con el relascopio electrónico.

En la primera sección el área basal 1 se calculó a partir del dap.

La fórmula para cubicar cada sección (troza) es la siguiente:

$$V = \frac{G1 + G2}{2} * L$$

Dónde:

V: Volumen de la sección
G1: Área basal 1
G2: Área basal 2
L: Largo de la sección

La última sección constituyo un cono, donde el volumen se obtuvo a partir del área basal calculada con el último diámetro medido (muy cercano o en el límite de la altura comercial), multiplicada por la restante altura del árbol (aproximadamente el ancho o altura de la copa).

El volumen total del fuste se calculó mediante la sumatoria del volumen de todas las secciones, así:

$$\text{Volumen total del fuste} = V1 + V2 \dots + Vn$$

Dónde:

V1: Volumen sección 1
V2: Volumen sección 2
Vn: Volumen expresado a la n

Factor de forma, se obtuvo relacionando el volumen total del fuste con el área basal y la altura.

$$f = \frac{Va}{Vc}$$

Dónde:

f: Factor de forma
Va: Volumen del árbol
Vc: Volumen del cilindro

3.3.5. Secado en laboratorio y determinación de materia seca

Las muestras que se obtuvo con el barreno de incremento fueron secadas en estufa a una temperatura entre 75° a 90°C, recomendada por Acosta *et al.*, (2002), el tiempo de secado se extendió hasta alcanzar un peso constante.



Figura 11. Secado y pesaje en laboratorio de muestras de hojas, ramas finas y ramas gruesas.

3.3.5.1. Cálculo de la biomasa seca del fuste

La biomasa seca (o materia seca) del fuste se determinó mediante el cálculo de la densidad de la madera y su relación con el volumen, aplicando la siguiente ecuación (MAE y FAO, 2012):

$$\text{Biomasa seca del fuste} = \left(\frac{\text{dens muestra 1} + \text{dens muestra 2}}{2} \right) * \text{Vol fuste}$$

El volumen del fuste se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$Vf = G * ht * f$$

Dónde:

- Vf: Volumen del fuste
- G: Área basal
- ht: altura total del fuste
- f: Factor de forma de la especie

3.3.5.2. Cálculo de la biomasa seca de la copa ³

La biomasa seca de la rama representativa de copa se determinó por la sumatoria de la biomasa seca de cada componente así:

BS de rama= BS parte gruesa + BS ramas finas + BS hojas

La ecuación para el cálculo de la biomasa de cada componente (ramas y hojas) es la propuesta por Rüginitz *et al.*, (2009):

$$BS = \frac{PS}{PH} * PH$$

Dónde:

BS = Biomasa seca del componente (kg);

PS = Peso seco de la muestra (g);

PH = Peso húmedo de la muestra (g);

PH = Peso húmedo del componente (kg).

Finalmente la biomasa total de la copa se calculó relacionando la BS de la rama con el volumen total de la copa.

El volumen de copa se estimó considerando las propiedades geométricas de la forma de copa propuestas por Ponce y Hernández, (2004). En este sentido y a pesar de la heterogeneidad en la arquitectura de copas presentes en los bosques del Ecuador, la presente metodología aborda este procedimiento con el fin de estandarizar y dar operatividad a la medición en campo. Para esto, se clasificó las copas según su forma cónica, parabólica o esférica, y se aplicó las ecuaciones que se indica en el cuadro 2.

³ La biomasa seca de copa, se obtuvo con la utilización de un factor de expansión de biomasa (FEB), generado a partir de las especies cosechadas.

Cuadro 2. Estimación del volumen de copa como una función de la forma de la copa.

Forma aproximada de la copa	Formula FAO / volumen de copa	Figura
Cónico	$Vc(m^3) = \pi \cdot \frac{Dc^2 \cdot Hc}{12}$	
Parabólico	$Vc(m^3) = \pi \cdot \frac{Dc^2 \cdot Hc}{8}$	
Hemisférica	$Vc(m^3) = \frac{\pi \cdot Dc^2}{12}$	

Fuente: Ponce-Hernández 2004

Dónde:

$\pi = 3.141592$

Dc = diámetro promedio de la base de la copa

Hc = altura desde el suelo hasta la base de la copa

3.3.5.3. Cálculo de la biomasa aérea del árbol

La biomasa aérea de las especies se calculó multiplicando la biomasa aérea del fuste por el factor de expansión de biomasa (MAE y FAO, 2012).

$$biomasa\ aérea\ total = biomasa\ del\ fuste * FEB$$

Dónde:

FEB= Factor de expansión de biomasa

3.3.6. Medición destructiva de los Individuos

3.3.6.1. Determinación de las especies más representativas (IVI)

Para identificar las especies más representativas de los conglomerados en estudio, se procedió a calcular en índice de valor de importancia (IVI) para

cada especie, este análisis se utilizó para seleccionar el número de especies a cosechar.

A continuación se describe el proceso según (Aguirre y Aguirre, 1999); para determinar el IVI de cada especie.

a) Densidad relativa o abundancia

Es el número de individuos de una especie con relación al total de individuos de la población.

Indica la presencia mayoritaria de determinadas especies frente a las restantes que están presentes en la zona de muestreo.

$$\text{Densidad relativa (DR)} = \frac{\text{Número de individuos por especie}}{\text{Número total de individuos}} \times 100$$

b) Frecuencia relativa

Es el número de veces que se repite o aparece una especie en las muestras realizadas.

$$\text{Frecuencia Relativa (Fr)} = \frac{\text{Número de parcelas en la que está la especie}}{\text{Sumatoria de las frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

c) Dominancia relativa

Se define como el porcentaje de biomasa que aporta una especie. Se expresa por la relación entre el área basal del conjunto de individuos de una especie y el área muestreada.

La dominancia de una especie está dada por su biomasa (área basal) y la abundancia numérica.

$$\text{Dominancia relativa (DmR)} = \frac{\text{Area basal de la especie}}{\text{Area basal de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Área basal (G)} = 0,7854 \times \text{dap}^2$$

Dónde:

dap = diámetro a la altura del pecho

0,7854 = constante

d) Índice de valor de importancia (IVI)

Este valor revela la importancia ecológica relativa de cada especie en una comunidad vegetal.

Indica que tan importante es una especie dentro de la comunidad. La especie que tiene el IVI más alto, significa que es ecológicamente dominante; que absorbe muchos nutrientes, que controla en un porcentaje alto la energía que llega a ese ecosistema.

La fórmula utilizada para para árboles es:

$$\text{IVI} = (\text{DR} + \text{FR} + \text{DmR})/3$$

3.3.6.2. Tala de árboles y separación de partes

Se procedió a cortar cada uno de los árboles de la muestra al ras del suelo. Luego se dividió las partes del árbol en fuste (tronco), ramas gruesas, ramas finas y hojas (Figura 12), siguiendo el procedimiento desarrollado por (MAE y FAO, 2012).

Con base en la altura comercial del fuste, se procedió a medir diferentes diámetros para cubicar el fuste con mayor precisión y establecer su factor de forma, utilizando los rangos planteados para determina el factor de forma de los árboles en pie.



Figura 12. Separación de las partes de árboles abatidos: (a) Se cortan los árboles al ras del suelo y se divide en partes: tronco, ramas gruesas, ramas finas y hojas, (b) se miden varios diámetros del tronco para establecer su factor de forma y el volumen exacto del fuste.

3.3.6.3. Pesado de las partes

En campo se realizó el pesado de todas las partes del árbol para conocer su peso fresco (Figura 13). De cada una de las partes: tronco, ramas gruesas, ramas finas y hojas se extrajo una submuestra para ser llevada al laboratorio.

En la copa, se recogió una rodaja como submuestra de ramas gruesas (de 7 cm de ancho), y para las ramas finas y hojas una porción de 1,5 y 1 kg respectivamente. Todas las submuestras se depositaron en una funda plástica serrada herméticamente y codificada, para posteriormente fueron llevadas al laboratorio para su pesaje y secado. En las hojas se incluyó aquellas ramillas ≤ 5 mm.

Para facilitar el pesaje del fuste en campo, se procedió a dividir (aserrar) en trozas de 1 a 2 m (con base en su diámetro). Finalmente se procedió a sumar el pesaje de todas las trozas incluyendo el peso de la viruta generada.



Figura 13. Pesado de las partes del árbol, para obtener el peso fresco.

Para el cálculo del volumen de la copa del árbol, se siguió el procedimiento señalado para la cubicación de la rama representativa (establecida para los árboles en pie). Para este caso se apilo considerando los segmentos (ramas gruesas, finas y hojas) en una pirca de 3 m de largo, por 1,5 m de ancho y por la altura que sume el total de la biomasa de la copa, tal como se observa en la figura 14.



Figura 14. Cubicación total de la copa de un árbol por el método destructivo

3.3.6.4. Cálculo del factor expansión de biomasa (FEB)

Este cálculo se realizó midiendo la biomasa total del árbol y la biomasa total del fuste para varios árboles y calculando el promedio del FEB cabe

mencionar que este cálculo se realiza en los árboles cosechados, aplicando la siguiente formula (Avendaño, 2008; Alvarez, 2008).

$$FEB = BT / BF$$

Dónde:

FEB = Factor de expansión de la biomasa.

BT = Biomasa total (kg).

BF = Biomasa de fuste (kg).

3.4. Metodología para construir modelos alométricos estadísticamente validados, para estimar biomasa aérea y contenido de carbono en especies del bosque siempre verde de tierras bajas de la amazonia del Ecuador.

3.4.1. Generación de ecuaciones alométricas

Los modelos alométricos se pudieron generar para aquellas especies con frecuencia mayor a 8 árboles medidos, ya que según varios trabajos como los de (Etchevers *et al.*, 2002) con este peso estadístico se obtuvo un coeficiente de determinación R² superior a 0,8.

Considerando lo sugerido por Rüginitz *et al.*, (2009) se siguió los siguientes pasos para la generación de las ecuaciones:

3.4.1.1. Programa estadístico

Para facilitar los cálculos y la generación de información estadística se utilizó el paquete estadístico Infostat.

3.4.1.2. Definir las variables independientes

Se organizó la información en un cuadro, con una fila por individuo, detallando en las columnas las mediciones de todas las variables independientes (dap, ht, hc) y la dependiente (biomasa).

Luego, se elaboró los gráficos de la relación Biomasa (B) con cada variable independiente (diagramas de dispersión) para ver las tendencias de los datos y definir el modelo lineal a utilizar (Walpole y Myers, 1992).

Se priorizó la correlación entre el dap y la biomasa, ya que esta constituye la variable que frecuentemente más se correlaciona con la biomasa y es la más fácil de ser medida en campo, ya que la altura y otras variables son menos precisas de identificar y medir.

3.4.1.3. Construcción de ecuaciones de regresión

Se utilizó ecuaciones alométricas genéricas ya existentes en la literatura para estimar la cantidad de biomasa (total o del componente específico) a partir del diámetro (dap), altura total, altura comercial, volumen, o una combinación de variables (usualmente entre dap y altura total). El cuadro 3 presenta las ecuaciones alométricas genéricas más empleadas para la estimación de biomasa o carbono (B) de árboles:

Cuadro 3. Ecuaciones alométricas genéricas utilizadas para generar modelos.

Nº	Modelos lineales
1	$B = a + b * \text{dap}$
2	$B = a + b * \text{dap} + c * \text{ht}$
3	$B = a + b * \text{dap} + c * \text{hc}$
4	$B = a + b * \text{dap}^2$
5	$B = a + b * \text{dap}^2 + c * \text{ht}$
6	$B = a + b * \text{dap}^2 + c * \text{hc}$
7	$B = a + b * \text{dap} + c * \text{ht} + d * \text{hc}$
8	$B = a + b * \text{ht}$
9	$B = a + b * \text{hc}$
10	$\text{Ln } B = a + b * \text{Ln } \text{dap}^2 + c * \text{Ln } \text{hc}$

Fuente: Segura y Andrade, (2008)

B= biomasa; a,b,c,d= Parámetros; dap= diámetro a la altura de pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); ln= logaritmo base e.

La cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea total de las diferentes especies forestales, es igual a la mitad de la biomasa aérea almacenada; Además, se la puede calcular utilizando la fracción de carbono recomendado por el IPCC, en base a la siguiente fórmula:

$$C = (B * CF)$$

Dónde:

- C: Cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea total (kg C/ha);
- B: Biomasa arbórea total (kg/ha);
- CF: Fracción de carbono, el valor estándar del IPCC para CF= 0,5.

3.4.1.4. Selección de los modelos alométricos de biomasa

Se seleccionó el modelo que mejor se ajuste a los datos, utilizando los siguientes parámetros estadísticos:

Según Alvarez (2008) recomienda tener en cuenta los siguientes criterios para evaluar los modelos alométricos: El coeficiente de determinación (R^2), coeficiente de variación (CV %), prueba F (análisis de varianza), error cuadrático medio de predicción (ECMP), criterio de información akaike (AIC, por sus siglas en inglés), criterio de información bayesiano (BIC, por siglas en inglés); y, el valor de inflación de la varianza (VIF)

3.5. Metodología para difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados.

Luego de obtenidos los resultados, para el cumplimiento de este objetivo se realizó lo siguiente:

La difusión de los resultados se realizó con actores involucrados de: UNL – FAO – MAE, mediante exposiciones de resultados y entrega de un documento impreso a cada institución.

Se elaboró un artículo científico para dar a conocer los resultados de la investigación; además, se elaboró un críptico informativo.

4. RESULTADOS

4.1. Factor de forma (f)

El factor de forma calculado para 269 especies de amazonia ecuatoriana, alcanza un valor promedio de 0,47; este valor se obtuvo con un muestreo de 1 314 árboles, en 4,32 ha, en la figura 15 se puede observar la dispersión de los valores por especie; sin embargo, recalcando que para el cálculo del volumen de los árboles se usó el f de cada individuo (ver Apéndice 4). Cabe indicar que el factor de forma entre especies tiene un amplio rango de variación.

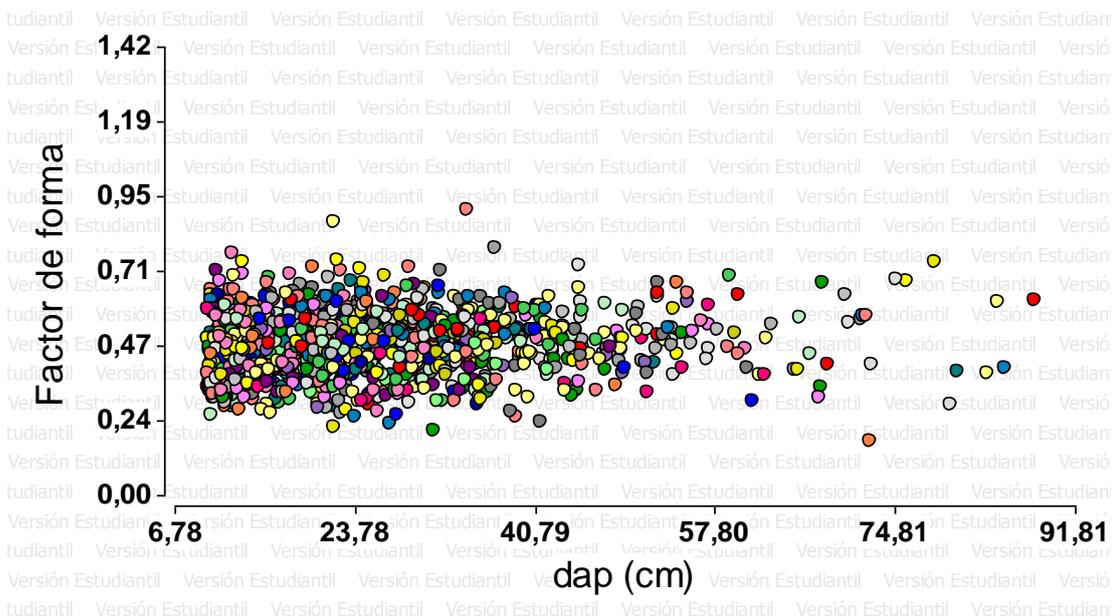


Figura 15. Diagrama de dispersión del factor de forma por especies

4.2. Árboles seleccionados para el muestreo destructivo de baja intensidad

Para la selección de las especies se consideró las especies con mayor índice de valor de importancia (IVI), obtenidas en los cuatro conglomerados en estudio para el desarrollo de las ecuaciones alométricas (Cuadro 4); este valor permitió seleccionar las cuatro especies a ser cosechadas para aplicar el método destructivo de baja intensidad, las especies cosechadas son:

Guarea kunthiana (12), *Grias peruviana* (14), *Jacaranda copaia* (14), *Inga sp.* (12); tabla completa de valores IVI (ver Apéndice 3).

Cuadro 4. Especies con mayor índice de valor de importancia (IVI) de los 4 conglomerados en estudio.

Conglomerado	Nombre Científico	F	DR %	Fr %	DmR %	IVI %
Cueva de los Tayos – Pastaza	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	14	5,4264	2,4194	5,2895	4,3784
	<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke.	11	4,2636	2,4194	5,1463	3,9431
	<i>Ficus sp.</i>	10	3,8760	2,4194	4,8850	3,7268
	<i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) J.F. Macbr	13	5,0388	2,4194	3,6015	3,6865
	<i>Heliocarpus americanus</i> L.	13	5,0388	1,6129	3,8167	3,4895
	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	9	3,4884	2,4194	3,2325	3,0467
Dayuma - Orellana	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	8	2,1798	6,3588	1,0050	3,1812
	<i>Alchornea pearcei</i> Britton ex Rusby	10	2,7248	5,2826	1,5075	3,1716
	<i>Grias peruviana</i> Miers	18	4,9046	2,9389	1,5075	3,1170
	<i>Guatteria sp.</i>	12	3,2698	3,8320	1,5075	2,8698
	<i>Virola pavonis</i> (A. DC.) A.C. Sm.	7	1,9074	4,4857	1,5075	2,6335
Juan Montalvo - Sucumbíos	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	37	11,3150	0,5650	13,7383	8,5394
	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	21	6,4220	1,1299	9,9332	5,8284
	<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	16	4,8930	1,6949	5,3806	3,9895
	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A. Mori	9	2,7523	1,6949	4,4630	2,9701
	<i>Inga sp.</i>	10	3,0581	1,6949	2,0841	2,2790
	<i>Inga sp.</i>	24	6,6482	8,2929	1,6949	5,5453
Tiwintza – Morona Santiago	<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	18	4,9861	4,6131	1,6949	3,7647
	<i>Pouteria sp.</i>	14	3,8781	3,4949	1,6949	3,0226
	<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	9	2,4931	4,7703	1,6949	2,9861
	<i>Pseudosenefeldera inclinata</i> (Müll. Arg.) Esser	17	4,7091	2,3384	1,1299	2,7258

F= Frecuencia; DR= Densidad relativa (%); Fr= Frecuencia Relativa (%); DmR= Dominancia Relativa (%); IVI= Índice de valor de importancia (%); ■ = árbol cosechado

4.3. Factor de expansión biomasa (FEB)

Se estimaron valores de FEB para las cuatro especies cosechadas *Guarea kunthiana* (2,49); *Grias peruviana* (2,37); *Jacaranda copaia* (1,28); *Inga sp.* (1,83); en la figura 16 se puede observar un diagrama de dispersión del FEB para cada especie.

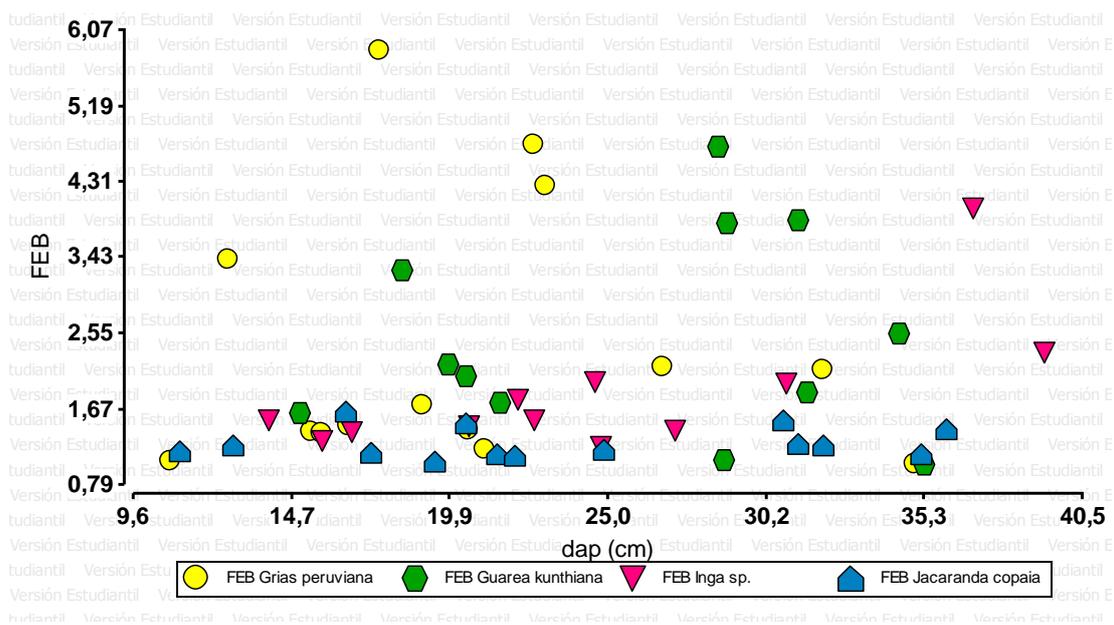


Figura 16. Diagrama de dispersión del factor de expansión de Biomasa (FEB) por especies.

Los valores de FEB se reemplazaron en el inventario en árboles vivos a nivel de género y familia, para especies que no tienen relación taxonómica se utilizó un promedio de 1,94; que se obtienen a partir de todos los valores reemplazados.

El análisis de varianza en el cuadro 5 indica diferencias significativas del FEB entre especies cosechadas.

Cuadro 5. Análisis de varianza del FEB de las especies cosechadas

Especies	n	Suma	Promedio	Varianza
<i>Guarea kunthiana</i>	12	29,8307604	2,4858967	1,40073979
<i>Grías peruviana</i>	14	33,1688925	2,36920661	2,40506609
<i>Jacaranda copaia</i>	14	17,9143288	1,27959491	0,03145337
<i>Inga sp.</i>	12	21,9916699	1,83263916	0,57272134

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	12,320	3	4,107	3,693	0,01799	2,798
Dentro de los grupos	53,383	48	1,112			
Total	65,703	51				

4.4. Biomasa aérea de las especies del bosque siempre verde de tierras bajas de la amazonia.

Los resultados obtenidos de biomasa aérea (kg/ha) de las 269 especies identificadas en los cuatro conglomerados del estrato bosque, se muestran en la figura 17. El total de especies se divide en 27 grupos de manera aleatoria para elaborar gráficos que permitan mayor detalle.

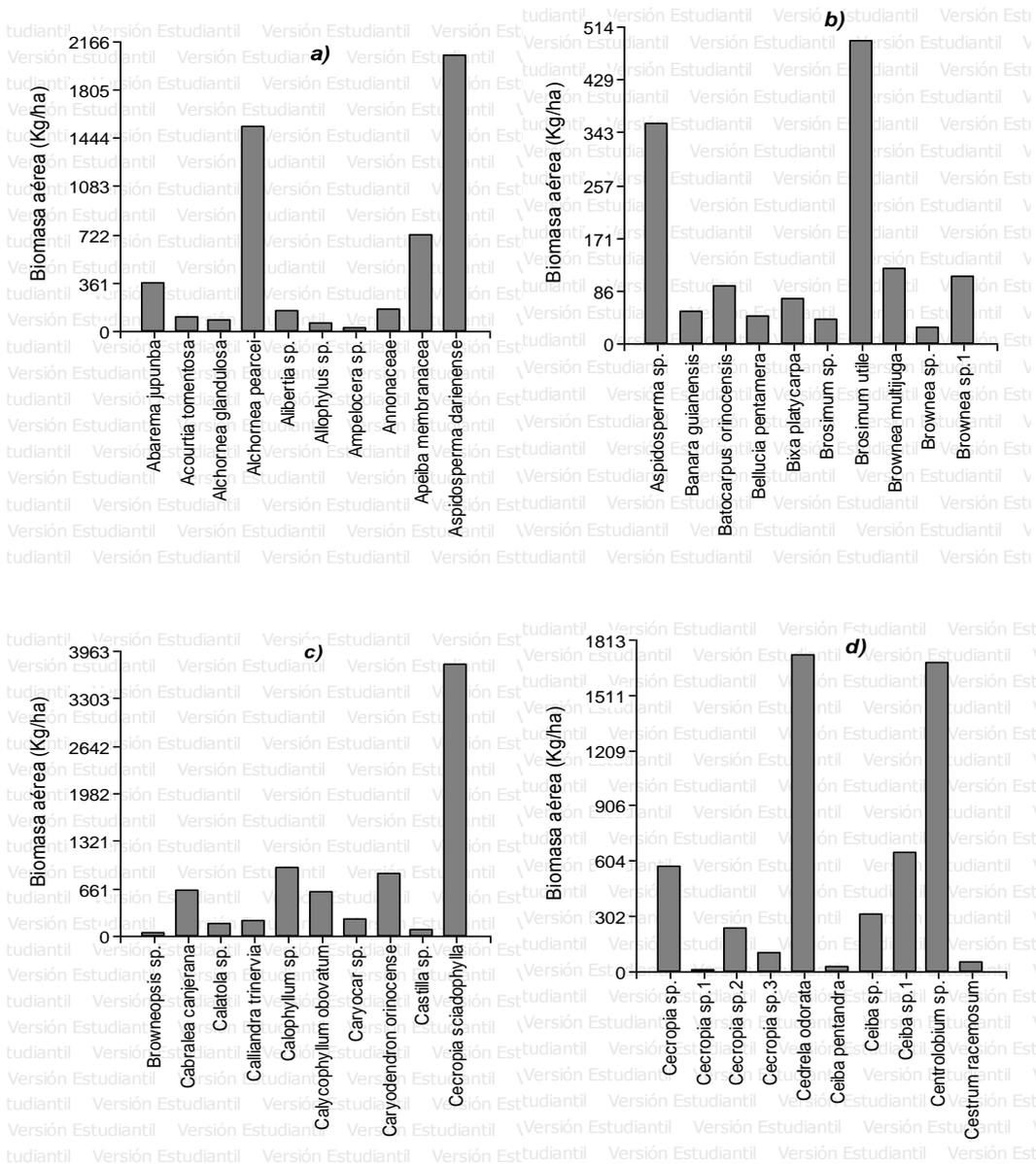
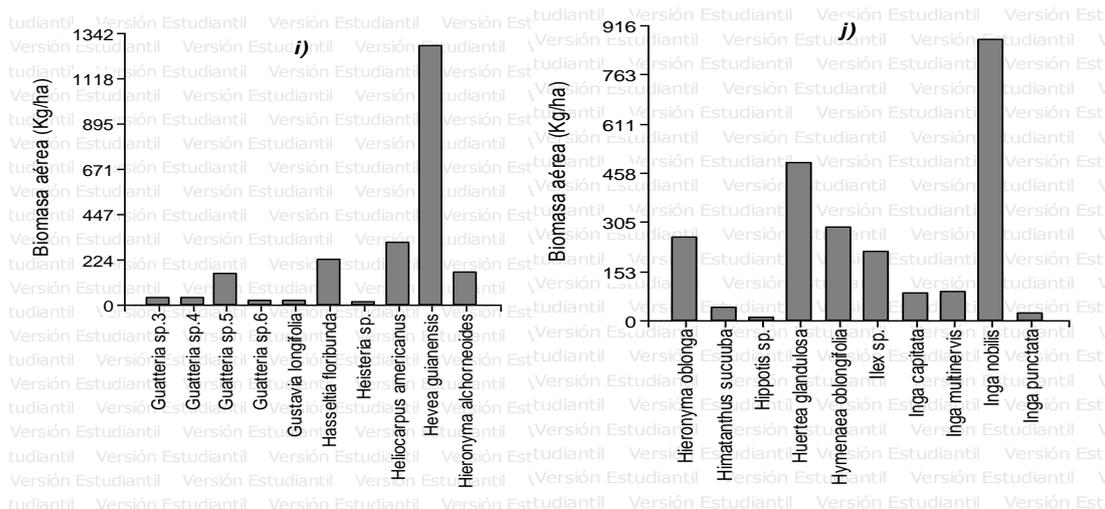
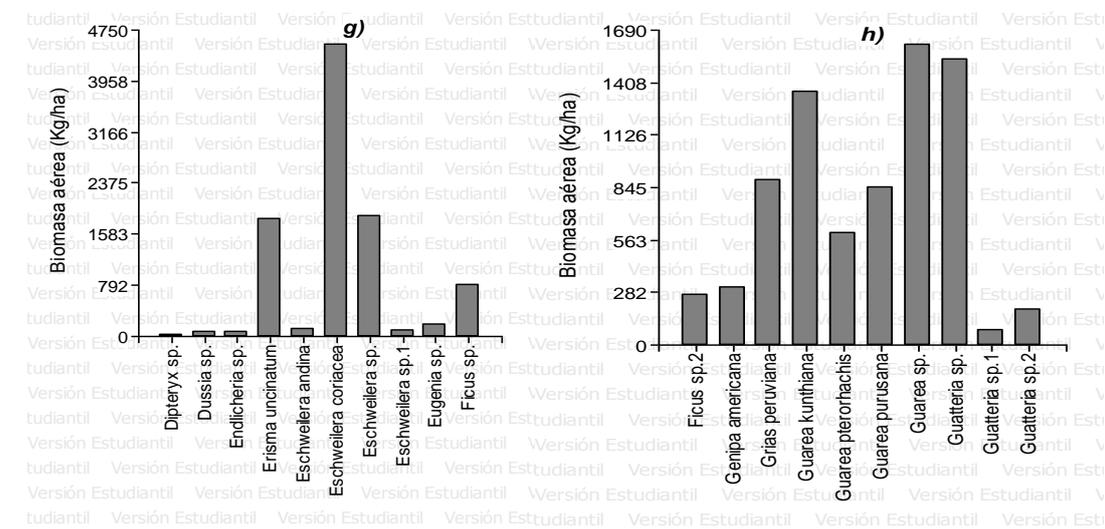
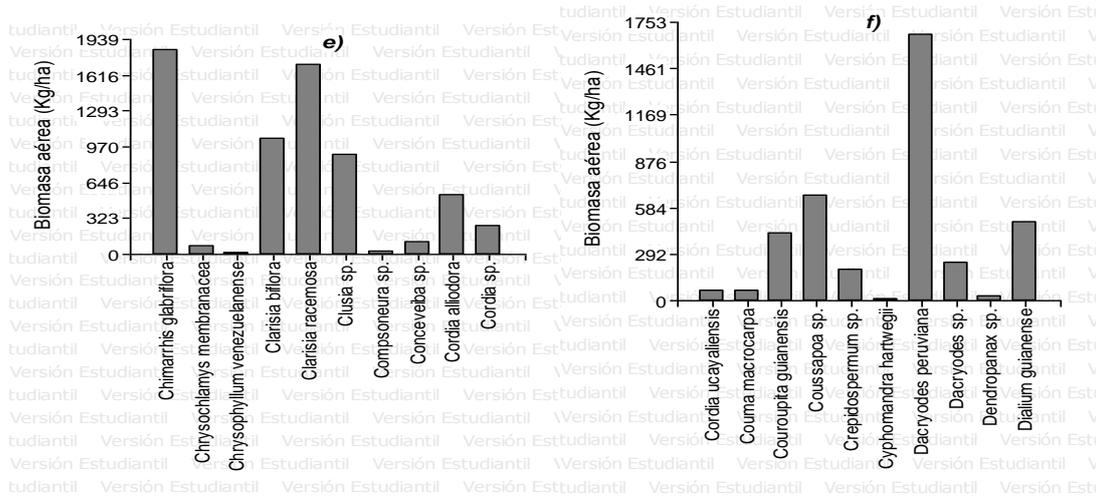
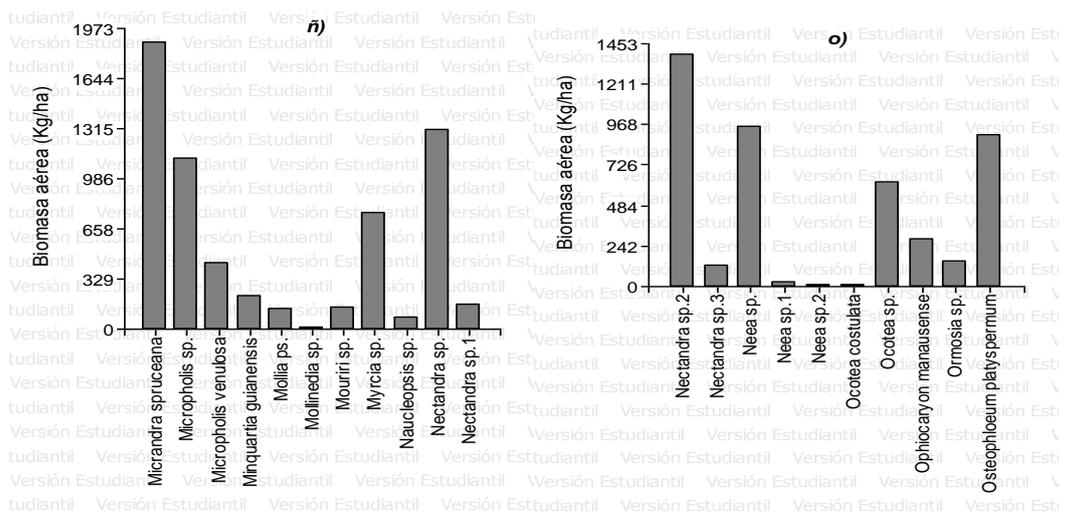
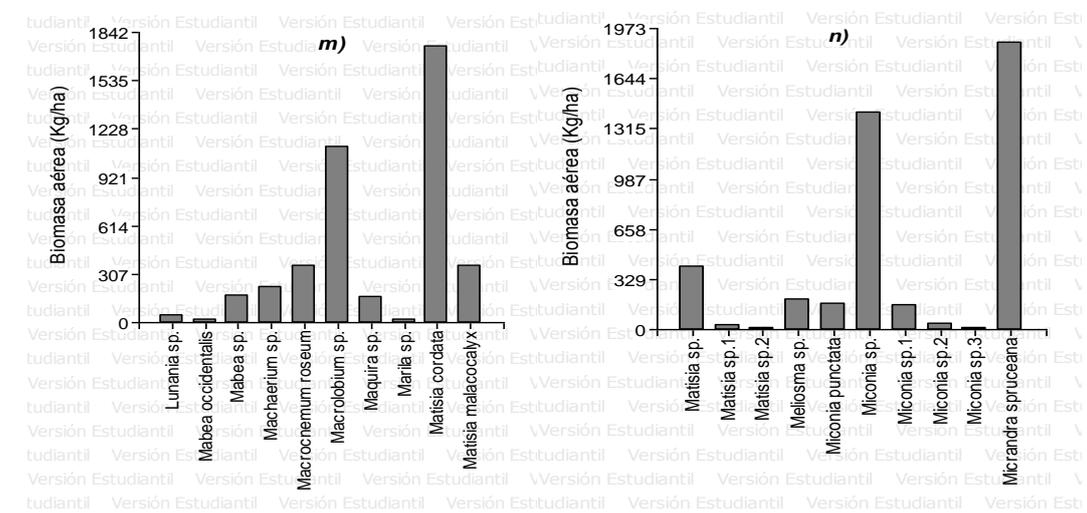
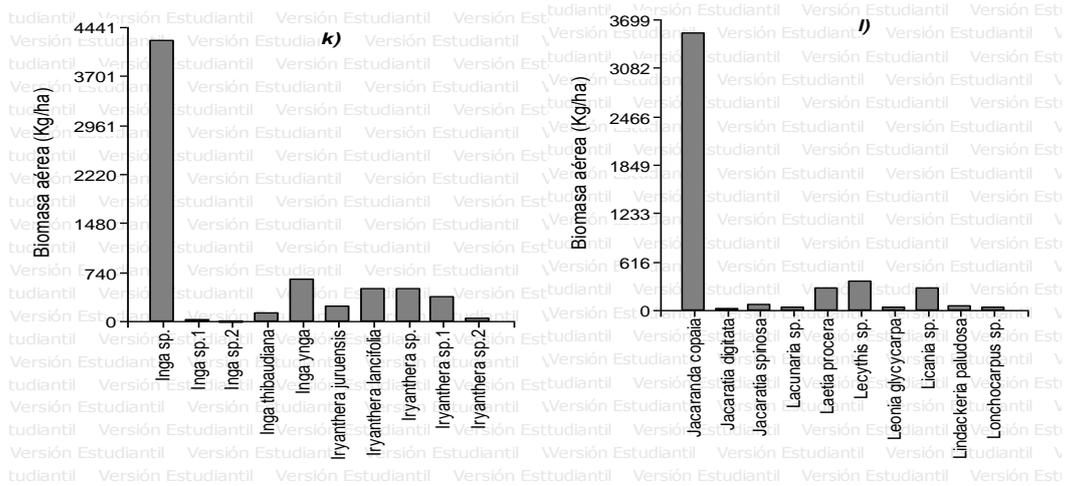


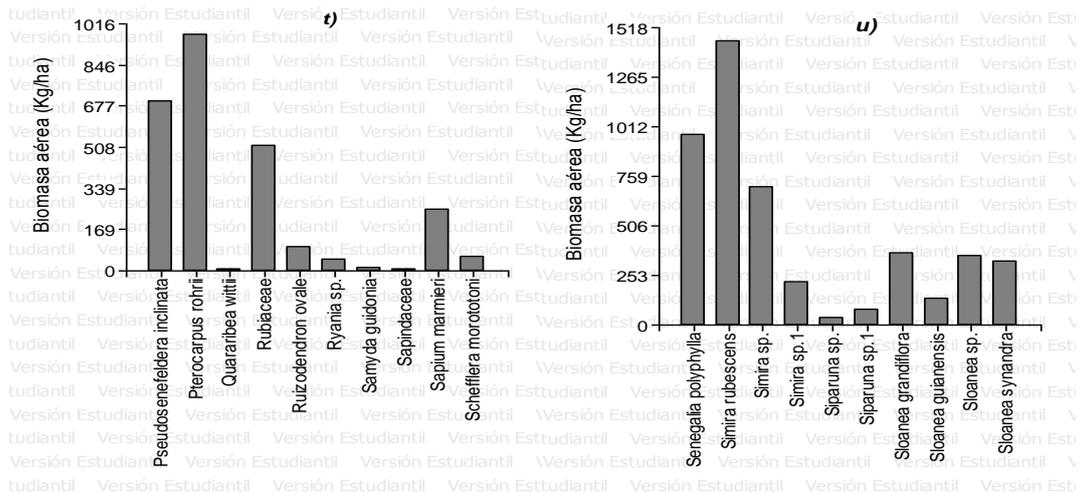
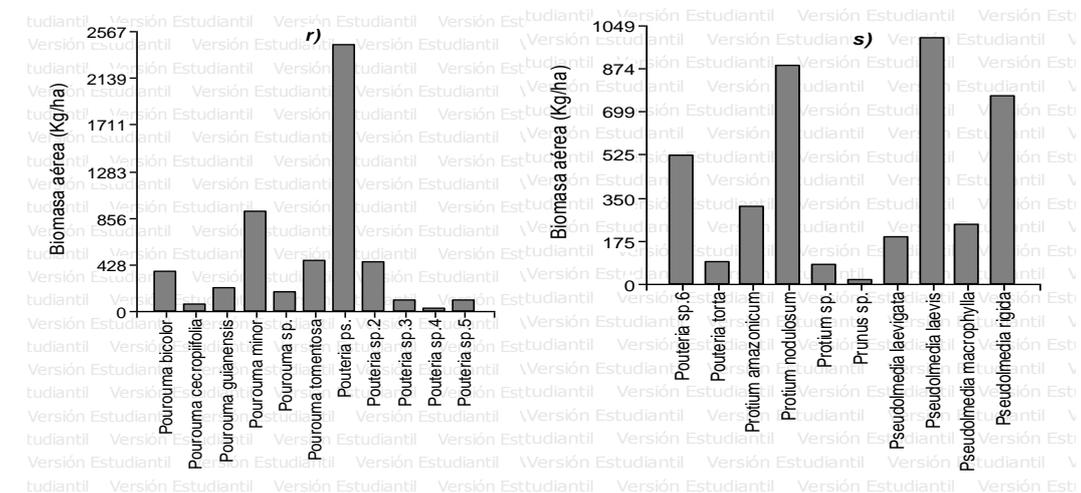
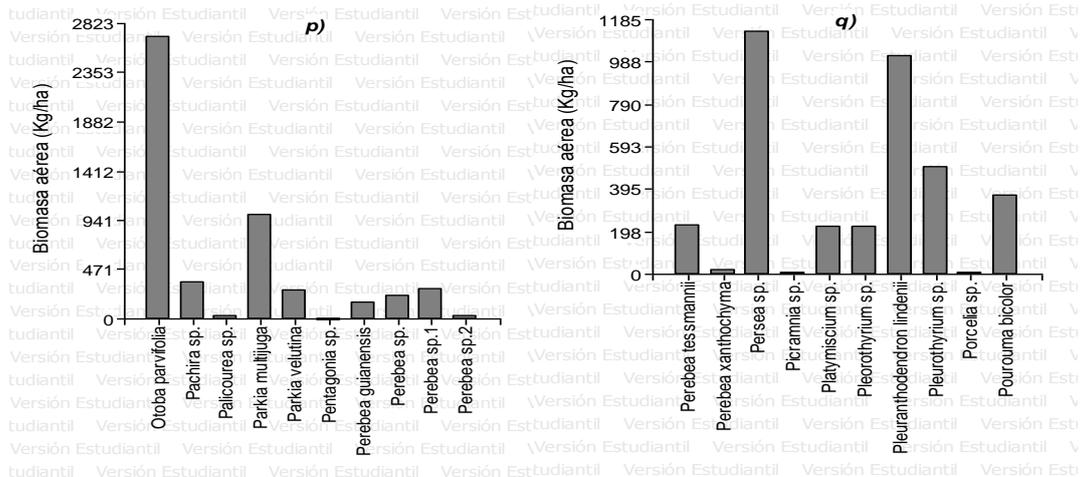
Figura 17. Biomasa aérea total (kg/ha) a nivel de especies del BSVTBA



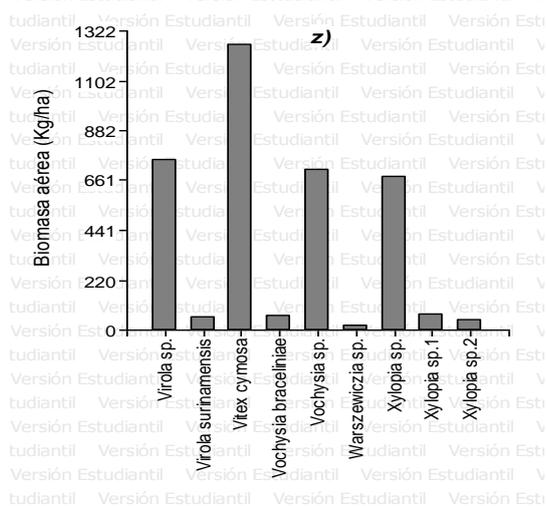
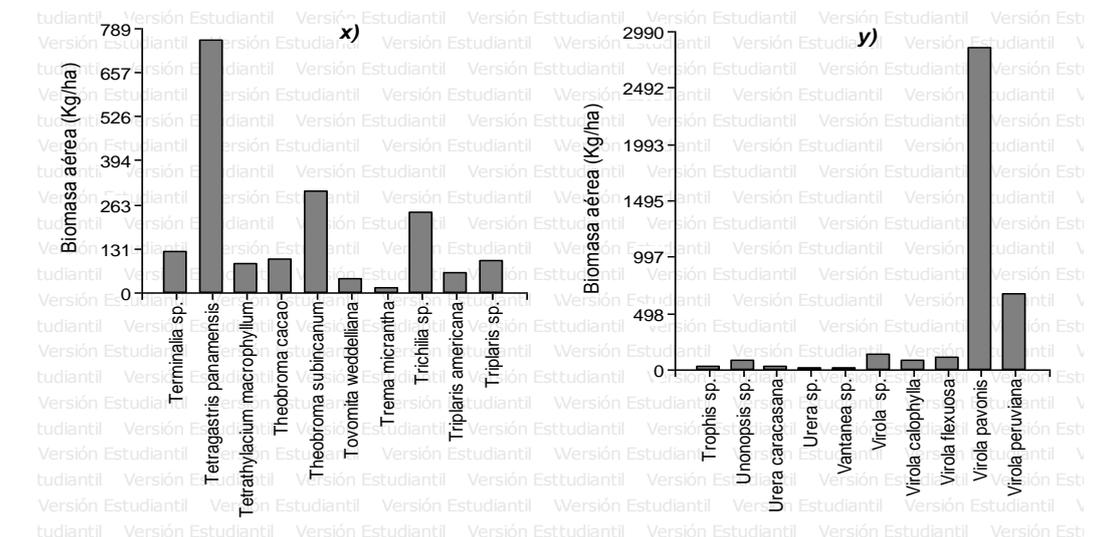
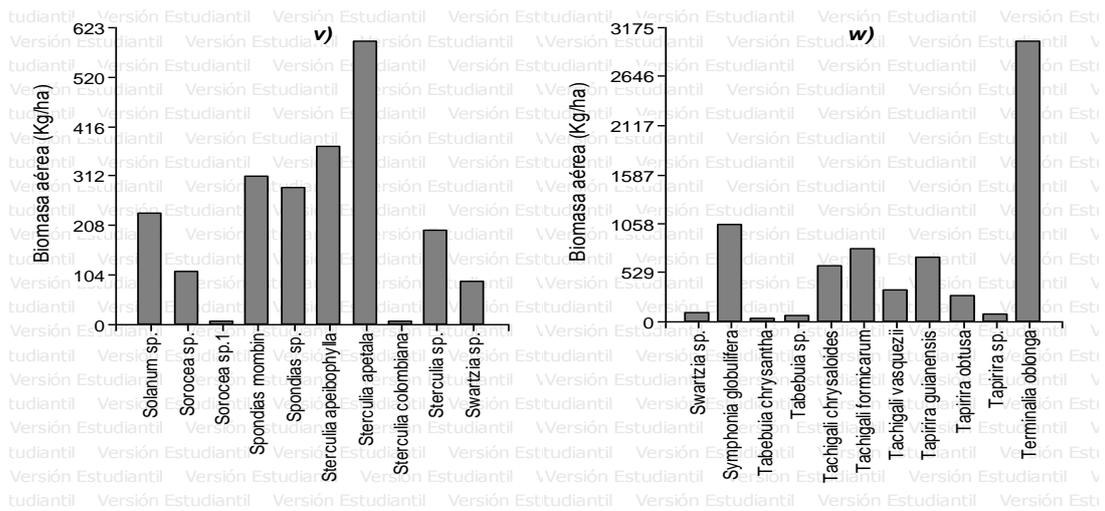
Continuación Figura 17. Biomasa aérea total (kg/ha) a nivel de especies del BSVTBA



Continuación Figura 17. Biomasa aérea total (kg/ha) a nivel de especies del BSVTBA



Continuación Figura 17. Biomasa aérea total (kg/ha) a nivel de especies del BSVTBA



Continuación Figura 17. Biomasa aérea total (kg/ha) a nivel de especies del BSVTBA

Como resultado del inventario de los 4 conglomerados con una superficie total de 4,32 ha, se identificaron 269 especies. Las especies que presentan mayor cantidad de biomasa (kg/ha) son las siguientes: *Eschweilera coriácea* con 4 524,11kg/ha, seguida de *Inga sp.* con 4 229,6 kg/ha; *Cecropia sciadophylla* con 3 776,36 kg/ha; *Jacaranda copaia* con 3 522,86 kg/ha; *Terminalia oblonga* con 3 025,27 kg/ha; *Virola pavonis* con 2 848,12 kg/ha; *Otoba parvifolia* con 2 689,06 kg/ha; *Pouteria sp.* con 2 445,78 y *Aspidosperma darienense* con 2 063,94 kg/ha.

Por otra parte las especies más bajas en cantidad de biomasa son: *Porcelia sp.* con 6,08 kg/ha; *Pentagonia sp.* con 5,87 kg/ha; *Cecropia sp. 1* con 5,10 kg/ha; *Matisia sp. 2* con 5,01 kg/ha y *Quararibea wittii* con 4,08 kg/ha de biomasa; la información completa de biomasa por especies se indica en el apéndice 4.

4.5. Modelos alométricos estadísticamente validados para estimar biomasa aérea total en especies.

Se construyó modelos alométricos para 51 especies considerando todos los árboles medidos mayores a 10 cm de dap, con frecuencias mayores a 8. Se probó 10 modelos genéricos por cada especie dando un total de 510 modelos, posteriormente se seleccionó el modelo de mejor ajuste para cada especie (ver Apéndice 5).

Los modelos para estimar biomasa aérea total por especies, con mejor ajuste se detallan en el cuadro 6.

Cuadro 6. Modelos de mejor ajuste para estimar biomasa aérea en especies del BSVTBA

Especie	n	Modelo	R ²	AIC	VIF	P-Valor
<i>Alchornea pearcei</i> Britton ex Rusby	12	B= -118,53 + 0,48 * dap ²	0,85	166,19	1,00	0,2991 0,0001
<i>Caryodendron orinocense</i> H. Karst.	10	B= -436,23 + 0,40 * dap ² + 42,71 * hc	0,94	117,05	1,09 1,09	0,0049 0,0001 0,0024
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart.	36	B= -766,28 + 0,38 * dap ² + 58,31 * hc	0,80	479,87	1,01 1,01	0,0001 0,0001 0,0001
<i>Cecropia</i> sp.	15	B= -5,25 + 1,61 * LN(dap ²)	0,89	24,22	1,00	0,0001 0,0001
<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	12	B= -978,95 + 17,32 * dap + 74,56 * hc	0,89	163,83	1,02 1,02	0,0008 0,0007 0,0001
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	14	B= -411,58 + 0,23 * dap ² + 51,44 * hc	0,88	182,01	1,19 1,19	0,0010 0,0012 0,0002
<i>Dacryodes peruviana</i> (Loes.) H.J. Lam	22	B= -534,56 + 24,95 * dap - 20,14 * ht + 56,24 * hc	0,89	274,90	1,89 3,40 2,24	0,0001 0,0001 0,0046 0,0001
<i>Erisma uncinatum</i> Warm.	17	B= -814,78 + 0,71 * dap ² + 51,00* hc	0,94	211,15	1,16 1,16	0,0001 0,0001 0,0004
<i>Eschweilera coriácea</i> (DC.) S.A. Mori	16	B= -1035,94 + 1,07 * dap ² + 81,78 * hc	0,97	227,80	1,50 1,50	0,0013 0,0001 0,0037
<i>Ficus</i> sp.	10	B= -174,92 + 0,26 * dap ² + 9,52 * ht	0,98	117,57	7,88 7,88	0,0574 0,0007
<i>Grias peruviana</i> Miers	24	B= -2,51 + 0,97 * LN(dap ²) + 0,85 *LN(hc)	0,94	-8,08	1,01 1,01	0,0001 0,0001 0,0001
<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	18	B= -2,98 + 0,99 * LN(dap ²) + 1,02 * LN(hc)	0,96	-1,98	1,02	0,0001 0,0001 0,0001

n= Número de muestras; B= biomasa total; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Valor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural.

Continuación Cuadro 6. Modelos alométricos de mejor ajuste para estimar biomasa aérea en especies del BSVTBA

Especie	n	Modelo	R ²	AIC	VIF	P-Valor
<i>Guarea pterorhachis</i> Harms	14	B= -3,76 + 1,09 * LN(dap ²) + 1,19 * LN(hc)	0,93	5,93	1,00 1,00	0,0003 0,0001 0,0001
<i>Guarea</i> sp.	13	B= -357,40 + 0,44 * dap ² + 40,16 * hc	0,95	172,10	1,14 1,14	0,0110 0,0001 0,0064
<i>Guatteria</i> sp.	14	B= -140,21 + 0,73 * dap ²	0,93	186,05	1,00	0,0547 0,0001
<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth	9	B= 251,89+ 15,47 * dap -17,66 * ht + 40,54 * hc	0,95	94,79	1,66 2,43 1,64	0,0067 0,0029 0,0539 0,0015
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	13	B= -253,69 + 20,76 * ht	0,81	138,68	1,00	0,0006 0,0001
<i>Hevea guianensis</i> Aubl.	8	B= -757,99 + 0,32 * dap ² + 69,50 * hc	0,87	106,43	1,00 1,00	0,0443 0,0095 0,0127
<i>Inga</i> sp.	45	B= -2,91 + 0,98 * LN(dap ²) + 0,8 * LN(hc)	0,92	19,31	1,15	0,0001 0,0001 0,0001
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb.	8	B= -80,91+ 0,32 * dap ² + 7,4 * ht	0,99	68,23	3,56 3,56	0,0039 0,0003 0,0098
<i>Iryanthera lancifolia</i> Ducke	10	B= -203,94 + 16,50 * dap - 22,9 * ht + 37,88 * hc	0,98	100,35	1,86 2,85 2,11	0,0027 0,0001 0,0022 0,0003
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D. Don	63	B= -349,64 + 0,35 * dap ² + 16,05 * hc	0,91	756,67	1,04 1,04	0,0001 0,0001 0,0001
<i>Mabea</i> sp.	8	B= -138,20 + 0,36 * dap ² + 16,15 * hc	0,85	83,34	1,02 1,02	0,0395 0,0047 0,0296
<i>Matisia</i> sp.	9	B= -214,95 + 0,27 * dap ² + 21,29 * ht	0,98	97,36	3,91 3,91	0,0073 0,0051 0,0081

n= Número de muestras; B= biomasa total; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Valor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural.

Continuación Cuadro 6. Modelos alométricos de mejor ajuste para estimar biomasa aérea en especies del BSVTBA

Especie	n	Modelo	R ²	AIC	VIF	P-Valor
<i>Miconia sp.</i>	16	B= -266,59 + 0,58 * dap ² + 21,71 * hc	0,95	204,71	1,59 1,59	0,0038 0,0001 0,0317
<i>Miconia sp.1</i>	8	B= -106,07 + 0,73 * dap ²	0,98	79,45	1,00	0,0005 0,0001
<i>Micrandra spruceana</i> (Baill.) R.E. Schultes	8	B= -338,45 + 1,15 * dap ²	0,92	121,63	1,00	0,1591 0,0002
<i>Myrcia sp.</i>	9	B= -66,90 + 0,61 * dap ²	0,82	120,05	1,00	0,4962 0,0008
<i>Nectandra sp.</i>	22	B= -9,69 + 0,45 * dap ²	0,94	262,73	1,00	0,6845 0,0001
<i>Neea sp.</i>	10	B= -59,68 + 0,44 * dap ²	0,82	140,21	1,00	0,5883 0,0003
<i>Ocotea sp.</i>	11	B= -543,75 + 9,81 * dap + 23,42 * ht + 14,71 * hc	0,97	123,23	1,57 2,81 2,05	0,0001 0,0062 0,0007 0,0162
<i>Ophiocaryon manausense</i> (W. Rodrigues) Barneby	8	B= -40,08 + 0,51 * dap ²	0,81	88,28	1,00	0,3728 0,0024
<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A. DC.) Warb.	8	B= -83,33 + 0,64 * dap ²	0,99	94,84	1,00	0,0532 0,0001
<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr.) A.H. Gentry	20	B= -250,28 + 0,82 * dap ²	0,98	262,10	1,00	0,0001 0,0001
<i>Parkia multijuga</i> Benth.	8	B= -328,10 + 0,93 * dap ²	0,98	103,24	1,00	0,0022 0,0001
<i>Perebea sp.</i>	9	B= -171,74 + 8,70 * dap - 10,51 * ht + 31,61 * hc	0,95	86,79	2,62 2,33 1,56	0,0053 0,0303 0,0427 0,0008
<i>Pourouma minor</i> Benoist	12	B= -182,55 + 0,30 * dap ² + 18,87 * hc	0,92	140,20	1,00 1,00	0,0333 0,0001 0,0174
<i>Pourouma tomentosa</i> Mart. ex Miq.	13	B= -117,67 + 0,21 * dap ² + 14,38 * hc	0,98	129,96	1,03 1,03	0,0011 0,0001 0,0002

n= Número de muestras; B= biomasa total; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Valor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural.

Continuación Cuadro 6. Modelos alométricos de mejor ajuste para estimar biomasa aérea en especies del BSVTBA

Especie	n	Modelo	R ²	AIC	VIF	P-Valor
<i>Pouteria ps.</i>	18	$B = -95,19 + 0,84 * dap^2$	0,98	229,46	1,00	0,0253 0,0001
<i>Protium amazonicum</i> (Cuatrec.) D.C. Daly	8	$B = -109,05 + 0,38 * dap^2 + 11,70 * hc$	0,97	79,28	1,16 1,16	0,0331 0,0001 0,0345
<i>Protium nodulosum</i> Swart	11	$B = -106,24 + 0,62 * dap^2$	0,96	133,20	1,00	0,0257 0,0001
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	12	$B = -445,35 + 0,55 * dap^2 + 40,12 * hc$	0,98	130,18	1,34 1,34	0,0001 0,0001 0,0001
<i>Pseudosenefeldera inclinata</i> (Müll. Arg.) Esser	17	$B = -188,74 + 0,26 * dap^2 + 31,87 * hc$	0,83	189,17	1,17 1,17	0,0014 0,0014 0,0001
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	9	$B = -191,81 + 0,34 * dap^2 + 29,95 * hc$	0,97	109,03	1,30 1,30	0,0221 0,0004 0,0011
<i>Sapium marmieri</i> Huber	9	$B = -125,29 + 12,94 * dap$	0,91	95,05	1,00	0,0053 0,0001
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	11	$B = -83,46 + 0,57 * dap^2$	0,92	126,82	1,00	0,0694 0,0001
<i>Theobroma cacao</i> L.	8	$B = -15,50 + 0,25 * dap^2$	0,76	73,42	1,00	0,4033 0,0047
<i>Virola pavonis</i> (A. DC.) A.C. Sm.	11	$B = -536,04 + 0,69 * dap^2 + 37,65 * hc$	0,98	151,76	1,83 1,83	0,0134 0,0001 0,0182
<i>Virola peruviana</i> (A. DC.) Warb.	8	$B = -150,82 + 0,94 * dap^2$	0,92	95,43	1,00	0,0693 0,0002
<i>Virola sp.</i>	9	$B = -154,47 + 0,72 * dap^2$	0,87	119,77	1,00	0,1371 0,0003
<i>Xylopia sp.</i>	8	$B = -782,67 + 34,97 * dap - 28,78 * ht + 61,41 * hc$	0,98	85,93	1,66 5,89 4,73	0,0009 0,0011 0,0397 0,0014

n= Número de muestras; B= biomasa total; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Valor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural.

Las especies con las que se obtuvo mejor ajuste de los modelos alométricos con un R^2 superior a 0,90 y con un nivel de significancia mayor a 0,05 son: *Caryodendron orinocense*, *Erismia uncinatum*, *Eschweilera coriacea*, *Ficus sp.*, *Grias peruviana*, *Guarea kunthiana*, *Guarea pterorhachis*, *Guarea sp.*, *Guatteria sp.*, *Hasseltia floribunda*, *Iryanthera juruensis*, *Jacaranda copaia* y *Matisia sp.*

Así mismo, las especies que presentaron menor ajuste en los modelos son: *Theobroma cacao*, *Virola sp.*, *Ophiocaryon manausense*, *Heliocarpus americanus*, *Cecropia sciadophylla*, con un R^2 que está alrededor de 0,76.

4.5.1. Descripción gráfica y estadística de los modelos alométricos generados a través de tres casos representativos de ajuste alto, medio y bajo, basados en los análisis estadísticos.

4.5.1.1. Modelo alométrico de biomasa aérea para especie *Iryanthera juruensis* (ajuste alto).

En la figura 18 se puede observar la relación entre el dap^2 y la altura total con la biomasa aérea total, las dos variables son utilizadas en el modelo de mejor ajuste; los gráficos indican que existe una relación normal de la biomasa con las variables dap^2 y ht.

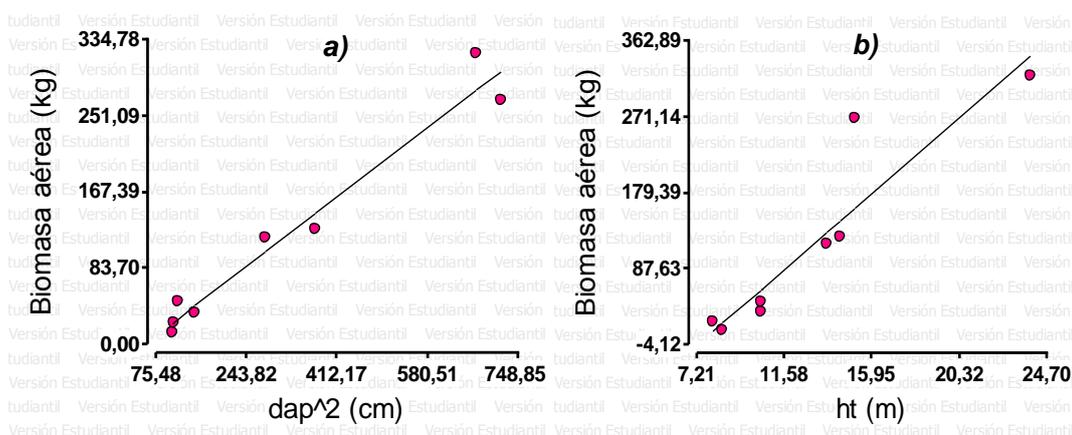


Figura 18. Relación entre la biomasa aérea total, a) con el dap^2 , b) con la altura total de *Iryanthera juruensis*.

El análisis estadístico del modelo para *Iryanthera juruensis* (Cuadro 7) indica que el 99 % de los valores de biomasa tienen una relación directa con las variables dap^2 y altura total; además los niveles de significancia son considerables ($p < 0,05$) indicando que ambas variables regresoras así como las constantes del modelo son significativas. El modelo para la biomasa aérea resultante es:

$$B = -80,91 + 0,32 * dap^2 + 7,43 * ht$$

Cuadro 7. Resumen de los parámetros estadísticos (R^2 , AIC, VIF, p- Valor) del modelo de *Iryanthera juruensis*.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Biomasa Total Av	8	0,99	0,99	1663,67	68,23	68,55

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	-80,91	15,99	-122,00	-39,81	-5,06	0,0039		
dap ²	0,32	0,04	0,23	0,42	8,72	0,0003	65,51	3,56
ht	7,43	1,83	2,72	12,15	4,06	0,0098	15,87	3,56

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	94455,60	2	47227,80	270,96	<0,0001
dap ²	13248,67	1	13248,67	76,01	0,0003
ht	2866,15	1	2866,15	16,44	0,0098
Error	871,48	5	174,30		
Total	95327,08	7			

Complementando el análisis estadístico en la figura 19 se puede observar un análisis gráfico de la regresión lineal múltiple aplicada para general el modelo alométrico para biomasa de la especie; a) se corrobora que existe una relación lineal positiva entre la biomasa estimada y el diámetro elevado al cuadrado (dap^2), b) se corrobora una relación lineal positiva entre la biomasa estimada y la altura total (ht), c) se evidencia los residuos vs predichos, en donde se observa una distribución de los puntos dispersos y los mismos se encuentran dentro de los límites establecidos y no representan datos atípicos, mientras que en la figura d) indica el gráfico Q-Q

plot realizado con los residuos del modelo de regresión y teniendo en cuenta una distribución teórica normal, se puede apreciar que los puntos se disponen en una recta de 45° o similar lo que indica el supuesto de distribución normal se cumple.

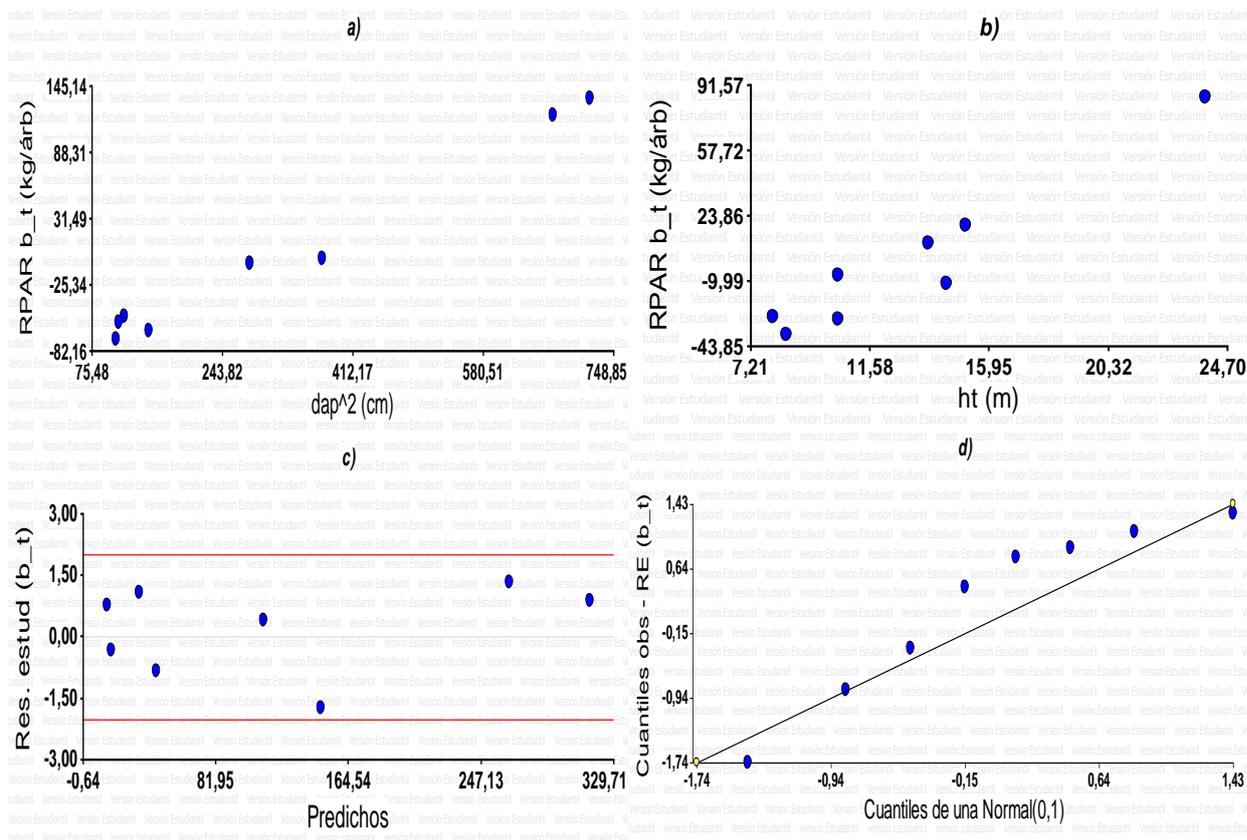


Figura 19. Representación gráfica del modelo de *Iryanthera juruensis*: a) distribución de residuos parciales de biomasa aérea en función del dap², b) distribución de residuos parciales de biomasa aérea en función de la altura total, c) residuos estudentizados y valores predichos, c) Q-Q plot distribución teórica normal.

4.5.1.2. Modelo alométrico de biomasa aérea para *Jacaranda copaia* (ajuste medio).

En la figura 20 se puede observar la relación entre el dap² y la altura comercial con la biomasa aérea total, las dos variables son utilizadas en el modelo de mejor ajuste.

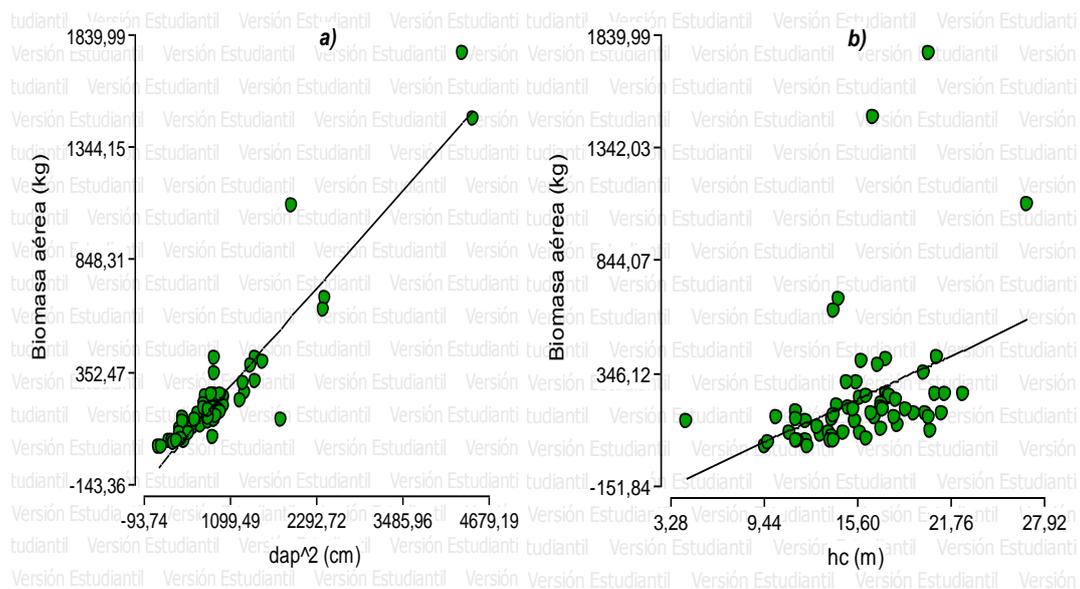


Figura 20. Relación entre la biomasa aérea total, a) con el dap, b) con la altura comercial de *Jacaranda copaia*.

Se pueden observar los diferentes parámetros estadísticos generados en el mejor modelo de *Jacaranda copaia* con un coeficiente de determinación R^2 de 0,91 (Cuadro 8); este modelo fue el de mejor ajuste para esta especie considerando que el 91 % de los valores de biomasa son expresados por las variables dap y altura comercial. En el análisis de varianza se evidencia que el modelo como las variables regresoras son significantes ($p < 0,0001$). El modelo para la biomasa resultante es:

$$B = -349,64 + 0,35 * dap^2 + 16,05 * hc$$

Cuadro 8. Resumen de los parámetros estadísticos (R^2 , AIC, VIF, p- Valor) del modelo de *Jacaranda copaia*.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
Biomasa Total Av	63	0,91	0,90	12036,03	756,67	765,25

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	-349,64	53,09	-455,82	-243,45	-6,59	<0,0001		
dap ²	0,35	0,02	0,32	0,38	22,14	<0,0001	484,16	1,04
hc	16,05	3,31	9,42	22,67	4,85	<0,0001	25,13	1,04

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	5189001,90	2	2594500,95	291,28	<0,0001
dap ²	4366190,74	1	4366190,74	490,18	<0,0001
hc	209333,46	1	209333,46	23,50	<0,0001
Error	534440,57	60	8907,34		
Total	5723442,47	62			

El análisis gráfico de la regresión lineal aplicada para generar el modelo alométrico para biomasa de la especie (Figura 21); a) indica que existe una relación lineal positiva entre la biomasa estimada y el diámetro elevado al cuadrado (dap²), b) señala una relación lineal positiva entre la biomasa estimada y la altura comercial (hc), c) los residuos vs predichos, en la que se observa una disposición de los puntos dispersa, la mayoría de los puntos se encuentran ubicados en los límites establecidos; sin embargo, existen datos atípicos que son influyentes en el modelo, d) Q-Q plot realizado con los residuos del modelo de regresión y teniendo en cuenta una distribución teórica normal, se puede observar que los puntos se disponen en una recta aproximada de 45° o similar lo que indica que el supuesto de distribución normal se cumple.

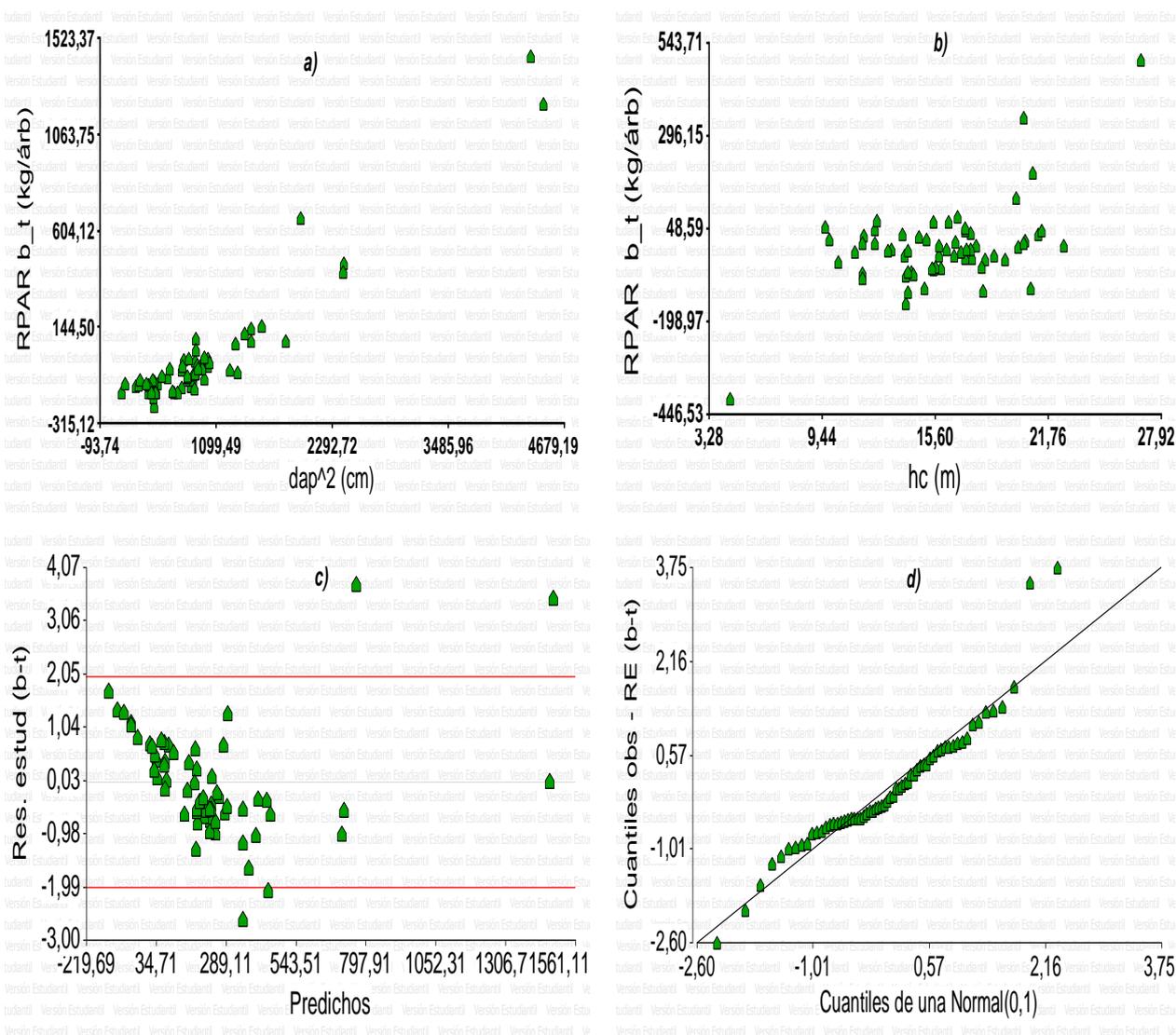


Figura 21. Representación gráfica del modelo de *Jacaranda copaia*: a) distribución de residuos parciales de biomasa aérea en función del dap², b) distribución de residuos parciales de biomasa aérea en función de la altura total, c) residuos estudentizados y valores predichos, d) Q-Q plot distribución teórica normal.

4.5.1.3. Modelo alométrico de biomasa aérea para *Theobroma cacao* (ajuste bajo).

En la figura 22 se puede observar la relación entre el dap² con la biomasa aérea total, la variable es utilizada en el modelo de mejor ajuste.

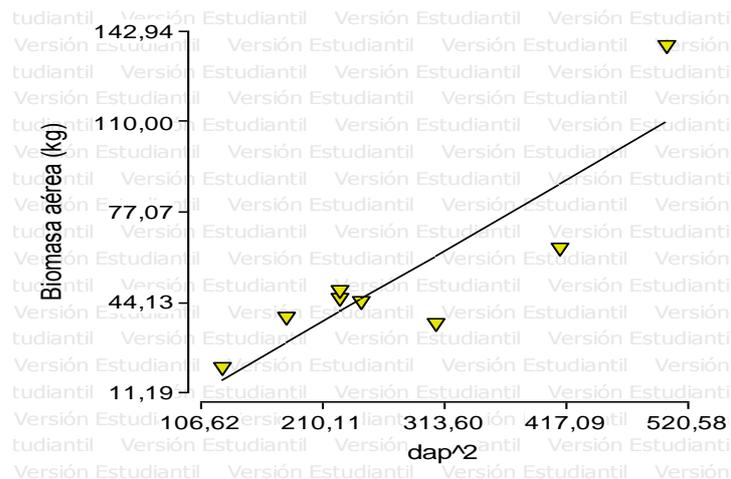


Figura 22. Relación entre la biomasa aérea total con el dap^2 de *Theobroma cacao*.

En el modelo de mejor ajuste de esta especie, la variable independiente dap^2 ($R^2 = 0,76$) sin embargo, este valor puede considerarse el más bajo en el estudio debido a que el 76 % de los datos de biomasa son expresados por el dap^2 ; el nivel de significancia ($p = 0,0047$) para la variable regresora; sin embargo, el modelo está dentro de los límites estadísticos permitidos (Cuadro 9). El modelo para la biomasa resultante es:

$$B = -15,50 + 0,25 * dap^2$$

Cuadro 9. Resumen de los parámetros estadísticos (R^2 , AIC, VIF, p- Valor) del modelo de *Theobroma cacao*.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R^2	R^2 Aj	ECMP	AIC	BIC
Biomasa Total AV	8	0,76	0,72	1103,51	73,42	73,66

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
const	-15,50	17,24	-57,68	26,68	-0,90	0,4033		
dap ²	0,25	0,06	0,11	0,39	4,37	0,0047	17,49	1,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6805,93	1	6805,93	19,08	0,0047
dap ²	6805,93	1	6805,93	19,08	0,0047
Error	2140,61	6	356,77		
Total	8946,54	7			

Los análisis gráficos del modelo se observan en la figura 23; a) gráfico de residuos vs predichos, en la que se observa una disposición de los puntos dispersa, la mayoría de los puntos se encuentran ubicados en los límites establecidos; sin embargo, existe un dato atípico que influye en el modelo, b) Q-Q plot realizado con los residuos del modelo de regresión y teniendo en cuenta una distribución teórica normal, se puede evidenciar que los puntos se disponen en una recta aproximada de 45° o similar lo que indica que el supuesto de distribución normal se cumple, c) puede observarse en el diagrama de dispersión de los datos de biomasa en función de la línea de tendencia y sus bandas de confianza, evidenciando una ligera separación de algunos datos.

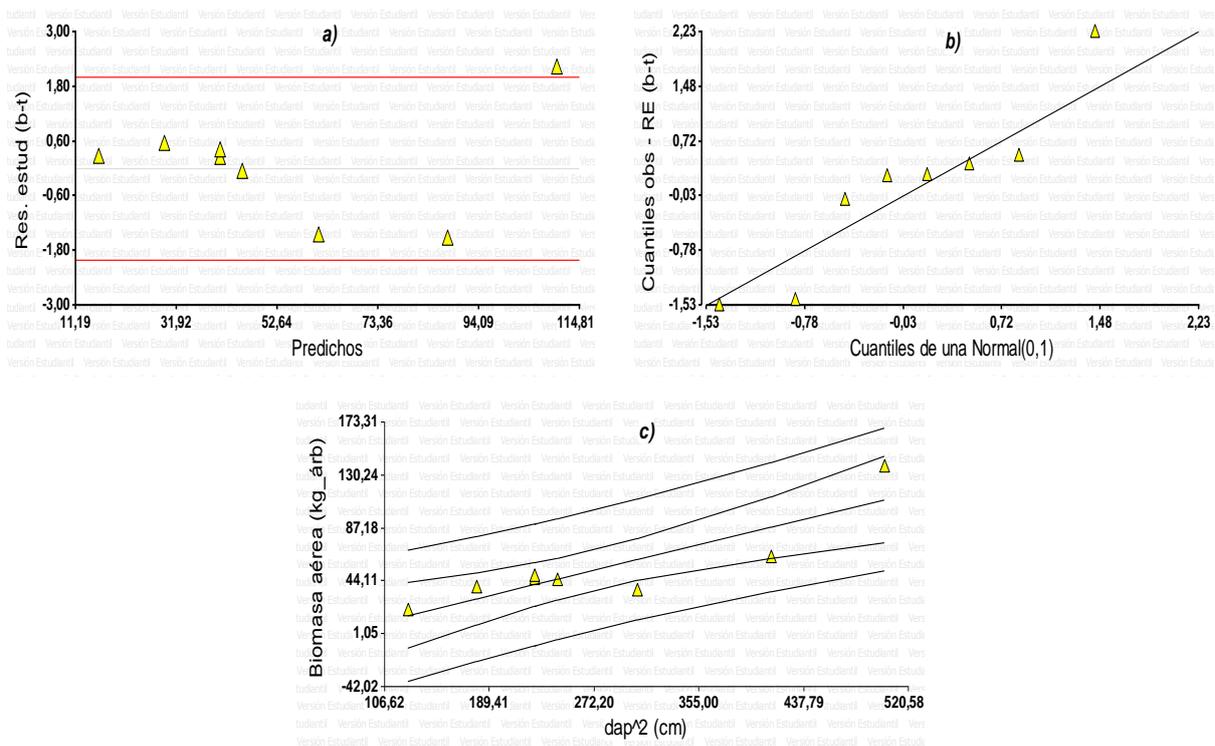


Figura 23. Representación gráfica del modelo de *Theobroma cacao*: a) residuos estudentizados y valores predichos, b) Q-Q plot distribución teórica normal, c) Diagrama de dispersión con bandas de confianza y de predicción.

Basándose en estos tres casos representativos, este análisis estadístico y grafico de los modelos alométricos se efectúa de la misma manera para las 51 especies.

4.6. Socialización de los resultados obtenidos

La socialización de resultados se realizó de forma continua con el personal de FAO (Figura 24); se entregó el documento de tesis a la carrera de Ingeniería Forestal, FAO y Ministerio del Ambiente, además, se elaboró un artículo científico y un tríptico divulgativo donde se expresa de forma clara y concreta la información obtenida, para mayor detalle (ver Apéndice 6).



Figura 24. Socialización de la metodología y experiencias de campo con el personal de FAO – Ecuador (mayo, 13 del 2013)

5. DISCUSIÓN

5.1. Factor de forma (f)

El factor de forma calculado para 269 especies con una población de 1 314 árboles distribuidos en los 4 conglomerados con una superficie total de 4,32 ha., tiene un valor promedio de 0,47; este valor concuerda con lo expresado por Toledo, (2011) que obtiene un valor de 0,407 para la especie *Gmelina arborea*, sin embargo, este valor tiene una considerable diferencia con el factor de forma utilizado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador que es, 0,74 para especies latifoliadas (MAE, 1996). Armijos, (2013) en un estudio para las especies Teca y Melina encontró un factor de forma 0,64; y, en Bolivia el factor de forma que se usa para especies latifoliadas es 0,65 (Heinsdrjk, 1997; citado por Armijos, 2013. Esta diferencia se debe, entre otros factores al número de especies muestreadas, como es conocido el MAE utiliza un reducido número de especies de alto valor comercial.

5.2. Factor de expansión de biomasa (FEB)

En lo referente al factor de expansión de biomasa (FEB) cuyo valor promedio de 1,94, producto de la medición destructiva de 52 árboles, distribuidos en 4 especies, *Guarea kunthiana* (2,49); *Grias peruviana* (2,37); *Jacaranda copaia* (1,28); *Inga sp.* (1,83); es muy cercano a otros valores obtenidos en zonas similares al ecosistema en estudio; Fonseca *et al.*, (2009), estiman un valor de 1,44 en una zona de vida Bosque muy húmedo tropical en Costa Rica. Alvarez (2008), en un estudio realizado en especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia; obtuvo valores promedio de 1,7 de FEB. Según Brown (1997), para bosques tropicales de la amazonia brasileña donde la biomasa total de fuste sea mayor o igual a 190 TN/ha el valor de FEB es de 1,74. Con este antecedente el valor obtenido en el estudio es ligeramente superior al de otros países en ecosistemas similares, esta diferencia se puede dar por las condiciones de: clima, calidad

de suelo, densidad de las especies y la dominancia dentro del estrato boscoso (Segura y Kanninen, 2005; Alvarez, 2008).

5.3. Biomasa aérea de las especies

La distribución de la biomasa a nivel de especies oscilan entre 4,08 – 4 524,11 kg/ha con una media de 462,428 kg/ha de biomasa por árbol; Estos valores demuestran la dominancia de pocas especies de grandes diámetros representadas por: *Eschweilera coriacea* (4 524,11kg/ha), seguida de *Inga sp.* (4 229,6 kg/ha), *Cecropia sciadophylla* (3 776,36 kg/ha), *Jacaranda copaia* (3 522,85 kg/ha), *Terminalia oblonga* (3 025,27 kg/ha). Por otra parte un 70 % las especies tienen valores medios y bajos en biomasa.

Cabe destacar que las especies: *Grias peruviana* (881,83 kg/ha), *Otoba parvifolia* (2 689,06 kg/ha), *Dacryodes peruviana* (1 669,64 kg/ha), *Nectandra sp.* (1 307,25 kg/ha), *Pourouma minor* (909,31 kg/ha), a pesar de tener diámetros pequeños, tienen un papel fundamental en el almacenamiento de carbono debido al alto número de individuos que contienen ya que están en proceso de crecimiento y algunos serán los individuos dominantes. La variación antes mencionada está dada por el número de individuos presente en cada zona de estudio muestreada y por el tamaño de los individuos dominantes.

Los resultados de este estudio se asemejan a los mencionados por Kirby y Potvin, (2007) en un estudio sobre la variación del almacenamiento de carbono entre especies en Panamá, el cual muestra que la contribución relativa de las especies al almacenamiento de carbono por hectárea en bosques y sistemas agroforestales, es altamente sesgada y frecuentemente no es proporcional a la abundancia de especies. Esto concuerda con lo manifestado por Lindner, (2010); citado por Vásquez y Arellano, (s.f), en bosques húmedos del Atlántico en Brasil, también encontró alta variación en la biomasa, que estaba relacionada con la presencia de árboles grandes en varios levantamientos de vegetación; en dicho estudio, los árboles con dap >

30 cm representaron solo el 6 % de los individuos muestreados que contribuyeron el 72 % de la biomasa estimada.

5.4. Modelos alométricos validados, para estimar biomasa aérea y contenido de carbono en especies.

En los modelos alométricos generados para estimar biomasa aérea y a través de esta la cantidad de carbono almacenado a nivel de especies se utilizó regresiones lineales simples con una, dos y tres variables regresora del tipo $y = a + b * x + c * z$; incluyen variables de diámetro a la altura del pecho (dap), altura total (ht), altura comercial (hc) y logaritmos de las mismas variables. Los modelos seleccionados superan el valor de (R^2 0,76) de la especie *Theobroma cacao*; el valor más alto de R^2 se estableció para la especie *Iryanthera juruensis* (R^2 0,99). El mejor modelo ajustado con una sola variable resultó del (dap^2) $B = a + b * dap^2$; y, la combinación de dos variables independientes (dap^2 y altura comercial) $B = a + b * dap^2 + c * hc$. El dap^2 y la altura comercial (hc) fueron las variables más correlacionada con coeficientes de variación que van del ($R^2 = 0,79$ a $0,99$).

La obtención del carbono almacenado en la biomasa aérea se puede determinar mediante la multiplicación de la biomasa por la fracción de carbono recomendada por el IPCC (0,5); lo que significa que la mitad de la biomasa es el carbono almacenado, en la biomasa aérea total de las diferentes especies forestales.

En la mayoría de los trabajos realizados en zonas tropicales se ha encontrado que la variable independiente que mejor explica la biomasa de un árbol es el diámetro a la altura del pecho (Overman *et al.*, 1994; Regina, 2000), al igual que en zonas templadas (Chave *et al.*, 2001). Muchos autores lo consideran por ser de fácil medición y además lo utilizan multiplicado por otras variables o expresando bajo algún tipo de transformación.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Fonseca *et al.*, (2009) que generaron modelos para estimar la biomasa de especies nativas en

plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica el dap del árbol fue la variable que mejor se correlacionó con la biomasa seca de los diferentes componentes del árbol con un R^2_{aj} superior al 82,6 %, un error estándar bajo y una $P < 0,05$. Igualmente Alvarez (2008), genera modelos alométricos para dos especies, la variable altura total para esta especie fue descartada por presentar una alta dispersión con respecto a la biomasa aérea, el dap fue la variable independiente más correlacionada ($R^2 = 0,93$) con la biomasa aérea. Segura *et al.*, (2006) también concluyen en su estudio que más del 93 % de la variabilidad encontrada en la biomasa aérea total se explica por dap.

Un aspecto importante de destacar de los modelos alométricos son los límites máximos y mínimos con los que se pueden usar, debido a que fueron construidos con dap mayores a 10 cm en su mayoría; pudiendo limitarse su uso a datos mayores a estos; por la naturaleza misma de los modelos y las líneas de tendencia de los mismos, tienden a aumentar su margen de error en los extremos, es decir al introducir datos muy bajos o muy altos.

6. CONCLUSIONES

- La metodología propuesta por el MAE y FAO para determinar la biomasa aérea en especies maderables de la amazonia ecuatoriana es procedente; sin embargo, tienen algunas limitaciones en los aspectos de: determinación de la biomasa de la copa mediante la extracción de una rama representativa y la densidad de la madera con el uso del pilodyn.
- El factor de forma establecido por el MAE (0,74), difiere del resultado de esta investigación (0,47) lo cual influye en los cálculos y proyección de volúmenes y biomasa.
- En el presente trabajo de investigación solo se determinó la biomasa aérea, pero es importante que en otros estudios se incorpore la biomasa de las raíces, suelo, ya que varios autores coinciden en que la biomasa de la raíces contiene entre 15 a 25 % de la biomasa total.
- Mediante la estimación de la biomasa por especies se logró determinar un promedio de 462,43 kg/ha de biomasa por árbol, con un rango de 4,08 – 4524,11 kg/ha, tal variabilidad está dada por la cantidad de árboles medidos, las especies dominantes características de este tipo de bosques y por el número de individuos muestreados.
- Todos los modelos seleccionados, con el dap^2 y altura comercial (hc) como variables predictoras, para estimar la biomasa aérea y carbono en distintas especies del bosque, fueron estadísticamente significativos y con ajustes superiores al 76 %; con la utilización de la variable altura total (ht) no se obtuvieron buenos ajustes.

- La cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea total de las diferentes especies forestales, es igual a la mitad de la biomasa aérea almacenada, se la puede calcular utilizando la fracción de carbono recomendado por el IPCC 0,5.

7. RECOMENDACIONES

- Es importante muestrear un rango mayor número de parcelas, para tener mejor precisión sobre la cantidad de biomasa por cada especie, y por ende tener mayor exactitud la cantidad biomasa aérea carbono almacenado.
- Las estimaciones de biomasa a nivel regional, nacional no debieran basarse en pocas parcelas de medición directa porque las muestras a esta escala no son representativas.
- Se recomienda la generación de modelos alométricos para estimar la biomasa de copas, para evitar la utilización de un factor de expansión de biomasa generado en otras especies.
- Por su simplicidad, se recomiendan los modelos lineales con una o dos variables independientes (dap, ht, hc), debido a que son las mediciones más exactas que se tienen en los inventarios forestales y son las variables más fáciles de medir.
- Si se desea utilizar los modelos alométricos generados en esta investigación, se debe tener en cuenta el ámbito de datos (dap, ht, hc) con los que fueron generados y las condiciones de la región del presente estudio; la utilización de la ecuación alométricas para la estimación de biomasa aérea total es adecuada y predicen mejor para clases diamétricas entre 15 a 50 cm de dap.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, M., Vargas, J., Velásquez, A., Etchevers, J. 2002. Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. Agrociencia.
- 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. Escuela De Posgrado. Turrialba, Costa Rica.
- Andrade, H., Ibrahim, M. 2003. ¿Cómo monitorear el secuestro de carbono en sistemas silvopastoriles? Agroforestería en las Américas.
- Añazco, M., Morales, M., Palacios, W., Vega, E., Cuesta, A. 2010. Sector Forestal Ecuatoriano: propuesta para una gestión forestal sostenible. Serie Investigación y Sistematización N° 8. Programa Regional ECOBONA – INTERCOOPERATION. Quito, Ecuador.
- Armijos, D. 2013. Contrucción de tablas volumétricas y cálculo de factor de forma para dos especies, teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*) en tres plantaciones de la empresa REYBANPAC CA. En la provincia de Los Ríos, Ecuador.
- Avendaño, J. 2008. Modelos genéricos de biomasa aérea para especies forestales en función de la arquitectura y la ocupación del rodal. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Brown, S. 1997. Estimating biomass and change of tropical forest. A primer. FAO Forestry paper 134. Roma.
- Chave, J., Riéra, B., Dubois, M. 2001. Estimation of biomass in a neotropical forest of French Guiana: spatial and temporal variability. Journal of Tropical Ecology.
- Ciesla, W. 1996. Cambio Climático, bosques y ordenación forestal. Una visión de conjunto. Estudios FAO montes 126 Roma.
- CLIRSEN. 2003. La deforestación en el Ecuador.

- Dixon, K., Browns, S., Houghton R., Solomon A., Trexler M., Wisniwski, J. 1994. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. Science.
- Dixon, R. 1995. Agroforestry systems: Sources or sinks of greenhouse gases? Agroforestry Systems.
- Duque, A., Phillips J. F., von Hildebrand P., Posada C., Prieto A., Rudas A., Suescun M., Stevenson, P. 2009. Distance Decay of Tree Species Similarity in Protected Areas on Terra Firme Forests in Colombian Amazonia. Biotropica.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2000. Sistemas de uso de la tierra en los trópicos húmedos y la emisión y secuestro de CO₂. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma.
- FAO. 1996. Forest Resources Assessment 1990: Tropical Countries: Roma. FAO.
- FONSECA., ALICE., REY. 2009. Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. Bosque (Valdivia).
- Garduño, R. 2005. ¿Qué es el efecto invernadero? en Cambio climático: Una visión desde México. SEMARNAT-INE. México.
- Gayoso, J., Guerra, J., Alarcón, D. 2002. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Valdivia, Chile.
- Giuliana, C. 2007. Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de combinaciones agroforestales de *theobroma cacao l.* & determinación de la ecuación alométrica para el cacao. Universidad Nacional Agraria la molina. Perú.
- Gómez, D. 2008. Determinación de los almacenes de carbono en los compartimentos aéreo y subterráneo de dos tipos de vegetación en la Reserva de la Biósfera Sierra de Huautla, Morelos, México. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados. México.
- Heinsdrjk, 1997. Propuesta para la elaboración de tablas de volumen y factor de forma.

- Husch, B., Miller, C., Beers, T. 1993. Forest Mensuration. Krieger Publishing Company, Third. Edition Malabar, Florida.
- Ibrahim, M., Chacón, M., Cuartas, C., Naranjo, J., Ponce, G., Vega, P., Casasola, F., Rojas, F. 2007. Almacenamiento de carbono en el suelo y la biomasa arbórea en sistemas de usos de la tierra en paisajes ganaderos de Colombia, Costa Rica y Nicaragua.
- InfoStat. 2008. Manual del Usuario, versión 2008. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba. Primera Edición, Editorial Brujas Argentina.
- IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, US). 2001. Tercer Informe de Evaluación Cambio climático 2001: Impactos, adaptación y vulnerabilidad. Ginebra, CH, Cambridge University Press.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1996. Chapter 5: Land Use Change & Forestry. Greenhouse Gas Inventory Reference Manual. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Revised Version. London.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Penman.
- Jiménez, B. 2001. La contaminación ambiental en México. LIMUSA-Noriega Editores. México.
- Larrea, C. 2007. “Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea de combinaciones agroforestales de *Theobroma cacao* & determinación de la ecuación alométrica para el cacao”. Universidad Nacional Agraria la Molina. Facultad de Ciencias Departamento de Ingeniería Ambiental. Lima, Perú.
- López, J., Vera, C., Genes, P. 2010. Estimación de la densidad de la madera de *Grevillea robusta* a una edad juvenil utilizando Pilodyn. PNFOR.

- López, J. 2008. Caracterización ecológica de la provincia de Napo. Proyecto Fortalecimiento a Gobiernos Locales. EcoCiencia. Quito, Ecuador.
- Ludevid, M. 1997. El cambio global en medio ambiente. Introducción a sus causas humanas. Editorial Alfa y Omega. Barcelona, España.
- Mac Donald, D. 2005. Biomasa aérea en una plantación de *Austrocedrus chilensis* de 20 años ubicada en Valdivia. Tesis Ing. Forestal. UACH. Valdivia, Chile..
- MAE (Ministerio del Ambiente del Ecuador). 2000 .Normas para el manejo forestal sustentable para aprovechamiento de madera. Quito, Ecuador.
- MAE y FAO. 2012. Manual de campo para la Evaluación Nacional Forestal. Quito, Ecuador.
- MAE, EcoCiencia, Unión Mundial para la Naturaleza (UICN). 2001. La biodiversidad del Ecuador. Informe 2000, editado por Carmen Josse. Quito: Ministerio del Ambiente, EcoCiencia y UICN.
- Marena. 2000. Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Nicaragua. Proyecto Primera Comunicación Nacional, PNUD-NIC/98/G31 - MARENA. Managua.
- Merino, A., Rey, C., Brañas, J., Rodríguez, R. 2003. Biomasa arbórea y acumulación de nutrientes en plantaciones de *Pinus radiata* D. Don en Galicia. Investigación agraria: Sistemas y recursos forestales.
- Ministerio del Ambiente del Ecuador. 2013. Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental. Subsecretaría de Patrimonio Natural. Quito, Ecuador.
- Monteoliva, S. (s.f.). Determinación de densidad de la madera de sauces con pilodyn: calibración. La Plata. Argentina.
- Moret, A., Ruíz, P. 1998. Determinación de ecuaciones de volumen para Mureillo (*Erisma uncinatum*) en la unidad C4 de la Reserva forestal Imataca, Bolívar – Venezuela. Revista Forestal Venezolana.

- Muñoz, T. 2001. Árboles fuera del bosque en Bolivia. Proyecto información y análisis para el manejo forestal sostenible: Integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América Latina.
- Overman, J., Witte, H., Saldarriaga, J. 1994. Evaluation of regression models for above-ground biomass determination in Amazon rainforest. *Journal of Tropical Ecology*.
- Parresol, B. 1999. Assessing tree and stand biomass: a review with examples and critical comparisons. *Forest Science*.
- Pitman, N., Mogollón, H., Dávila, N., Ríos, M., García-Villacorta R., Guevara, J., Baker, T., Monteagudo, A., Phillips, O., Valderrama, E. 2008. Tree Community Change across 700 km of Lowland Amazonian Forest from the Andean Foothills to Brazil. *Biotropica*.
- PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente). 2005. Cambio climático, proyecto ciudadanía ambiental global. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. México.
- Ponce-Hernández, R. 2004. Assessing carbon stocks and modelling win-win scenarios of carbon sequestration through land-use changes. FAO. Roma.
- Posada, S., Zoot, M., Rosero, R. 2007. Comparación de modelos matemáticos: una aplicación en la evaluación de alimentos para animales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*.
- Prodan, M., Peters, R., Cox, F., Real, P. 1997. *Mensura Forestal*. Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible. San José, Costa Rica.
- Regina, S. 2000. Biomasa y nutrientes en cuatro poblaciones de *Quercus pirenaica*. Departamento de Ecología Forestal. España.
- Rojas, F., Villers, L. 2005. Comparación de dos métodos para estimar la densidad de la madera de *Pinus hartwegii* Lindl. Del volcán la Malinche. UNAM. Mexico.

- Rüginitz, M., Chacón, M., Porro, R. 2009. Guía para la Determinación de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales -- 1. ed. -- Lima, Perú. Centro Mundial Agroforestal (ICRAF) / Consorcio Iniciativa Amazónica (IA).
- Ruiz, A. 2002. Fijación y almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles y competitividad económica en Matiguás, Nicaragua. Tesis Mag. Sc. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Saavedra, C. 2005. Cuantificación y distribución de biomasa aérea en una plantación de 5 años de *Eucalyptus nitens* (Maiden) con alternativas nutricionales en un suelo rojo arcilloso. Tesis Ing. Forestal. UACH. Valdivia, Chile.
- Salgado, J. 2010. Fijación de carbono en biomasa aérea y rentabilidad financiera de sistemas agroforestales con café. Turrialba, Costa Rica, y Masatepe, Nicaragua. Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza, Escuela de posgrado. Costa Rica.
- Schlegel, B. 2001. Estimación de la Biomasa y carbono en bosques del tipo forestal Siempreverde. Universidad Austral. Chile.
- Schlegel, B., Gayoso, J., Guerra, J. 2002. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia, Chile.
- Segura, M., Andrade, J. 2008. ¿Cómo construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes? Revista: Agroforestería en las Américas.
- Segura, M., Kanninen, M. 2005. Allometric Models for Tree Volume and Total Aboveground Biomass in a Tropical Humid Forest in Costa Rica. CATIE, CIFOR. Revista BIOTROPICA. Costa Rica.
- Segura, M., Kanninen, M., Suárez, D. 2006. Allometric models for estimating aboveground biomass of shade trees and coffee bushes grown together. Agroforest Syst.
- Sierra, R., Cerón, C., Palacios, W., Valencia, R. 1999. Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y EcoCiencia. Quito, Ecuador.

- Sprugel, D. 1983. Correcting for bias in log – transformed allometric equations. Ecology.
- Steel, R., Torrie, J. 1988. Bioestadística: principios y procedimientos. México, McGraw-Hill.
- Toledo, P. 2011. Determinación del factor de forma de gmelina (*Gmelina arborea* roxb), en la hacienda forestal libertad agr de la empresa agrícola ganadera reysahiwal agr sa. Riobamba, Ecuador
- Valencia, M., Vargas, J. 1997. Método empírico para determinar la densidad básica de muestras pequeñas de madera. Madera y Bosques.
- Vásquez, A., Arellano, H. Estructura, biomasa aérea y carbono almacenado en los bosques del sur y noroccidente de córdoba.
- Vidal, A., Benítez, J., Rodriguez, J., Carlos, R. 2003. Estimación de la biomasa de copa para árboles en pie de *Pinus caribaea* var. *Caribaea* en la E.F.I. La Palma de la provincia de Pinar del Río, Cuba.
- Walpole, R, Myers, R. 1992. Probabilidad y estadística. 4 ed. México, McGraw-Hill.
- Zamora, J. 2003. Estimación del contenido de carbono en biomasa aérea en el bosque de pino del ejido “la majada” municipio de Periban de ramos, Michoacán. Universidad Michoacana de San Nicolás de hidalgo. México.
- Zamora, J., Quiroz, D. 2000. Terminología forestal de uso común en Centro América. Manejo forestal tropical. CATIE. Unidad de manejo de bosques Naturales. NO 14. Junio, 2000.

9. APÉNDICE

Apéndice 1. Formulario para la recolección de datos de campo.

MODELOS ALOMÉTRICOS Formulario 1 – Acceso al Conglomerado

Bosque Seco Andino
Bosque Seco Pluvioestacional

Ingreso al Conglomerado

¿Ha ingresado al conglomerado directamente por esta parcela?
(Registre una sola respuesta)

	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
Sí	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

→ Llene las preguntas del formulario 1
→ Pase al formulario 2

Ubicación del LUGAR DE SALIDA
(Se considera lugar de salida al sitio más cercano a un conjunto de conglomerados donde el equipo de campo puede hospedarse y contar con servicios (ejemplo: capital provincial, cabecera cantonal o cabecera parroquial))

1. Identificación del lugar de salida:
(Ingresar el nombre en la línea punteada, e ingresar los códigos en la oficina) Códigos

1.01 Provincia.....

1.02 Cantón.....

1.03 Cabecera cantonal o parroquia rural.....

Información del VEHICULO antes de iniciar el acceso

2. ¿Cuál es el medio de transporte y el tipo de vehículo utilizado para trasladarse desde el LUGAR DE SALIDA hacia la parcela del conglomerado?:
(Marcar todos los medios de transporte que utilizó desde la salida, y registrar el tipo de vehículo utilizado para cada medio de transporte)

Tipo

2.01 Aéreo →

2.02 Acuático →

2.03 Terrestre →

3. ¿Cuánto fue el tiempo del viaje, en el vehículo, y cuál fue la distancia aproximada, en kilómetros, desde el lugar de salida (Pregunta 1) hasta comenzar la caminata a la parcela?
(Registre el tiempo y la distancia)

3.01 Tiempo: Horas : Minutos

3.02 Distancia aproximada: Kilómetros km

4. Ubicación del lugar donde termina el viaje en el vehículo, antes de emprender la caminata a la parcela: (Utilizar el GPS)

4.01 UTM → 1. X (longitud) m
→ 2. Y (latitud) m

4.02 Altitud → msnm

4.03 Código foto →

Información de la CAMINATA de ACCESO a la parcela

5. Fecha y hora a la que comienza la caminata de acceso:

5.01 Fecha de inicio de la caminata de acceso a la parcela: Día / Mes / Año

5.02 Hora de inicio de la caminata de acceso a la parcela: Horas : Minutos

5.03 Hora de llegada al punto de inicio de la parcela: Horas : Minutos

(Continuar a la siguiente sección.....)

Acceso a la PARCELA

6. Puntos de referencia (PR) identificados en la caminata de acceso a la parcela:
(Ingresar al menos 3 puntos de referencia PR)

Código PR	Descripción del PR	UTM X	UTM Y	Código foto	Azimut (°)	Distancia m
PR 01						
PR 02						
PR 03						
PR 04						
PR 05						

7. Croquis de Acceso (Se sugiere hacer un croquis, con la ayuda del GPS, indicando el punto de inicio de la caminata hasta llegar al punto de inicio de la parcela. Incluya la leyenda de ser necesario)

Descripción del croquis:

Ubicación del CONGLOMERADO

8. Identificación del conglomerado:
(Registrar el nombre en la línea punteada, e ingresar los códigos en la oficina) Códigos

8.01 Clase de uso de la tierra (CUT) teórico

8.02 Conglomerado

8.03 Parcela **P**

8.04 Distribución Zonal MAE

8.05 Provincia.....

8.06 Cantón.....

8.07 Cabecera cantonal o parroquia rural.....

8.08 Nombre localidad, comunidad, recinto

8.09 Nombre Carta Topográfica

8.10 Número Carta Topográfica -
(El DATUM que se debe utilizar es WGS84)

8.11 Zona UTM

(FIN DEL FORMULARIO 1)

INSTRUCCIONES PARA LLENAR EL FORMULARIO

Recomendaciones generales para todos los formularios

Para el llenar el formulario debe tener presente las siguientes recomendaciones:

- Se marca con visto o con X según su respuesta
- Se registra los nombres o números de acuerdo a lo solicitado
- Código Llenar con un sólo valor por casilla

→ **Pase a Pregunta XX** Indica el salto o flujo de secuencia de las preguntas dependiendo del registro realizado

Ayuda a identificar que la pregunta viene de un flujo o salto.

Instrucciones para el llenado del Formulario 1

Códigos de Provincia, Cantón, Cabecera cantonal o parroquia rural y Carta Topográfica

Numerales:
1,
8.04, 8.05, 8.06, 8.08, 8.09

Instrucciones:

La Unidad Técnica (UT) ha facilitado una guía con los códigos definidos por el INEC para todas las provincias, cantones y parroquias del Ecuador, a cada equipo de campo.

El número y nombre de la Carta Topográfica se encuentra en la parte superior de la misma. En caso que no conozca dichos códigos, o que no disponga de una Carta Topográfica, no se registrará esta información.

Códigos de Clase de Uso de la Tierra (CUT), Conglomerado y Distribución Zonal MAE

Numeral:
8.01

Instrucciones:

Las CUT según el nivel II y III de la clasificación realizada por el IPCC para la ENF son:

Numeral:
8.02

Instrucciones:

La UT ha facilitado, a cada equipo de campo, una guía con los códigos definidos para cada conglomerado dependiendo del tipo de bosque en el que se encuentra. En caso que no conozca dichos códigos, por favor informar la situación a la UT una vez concluido el trabajo.

Numeral:
8.03

Instrucciones:

La UT ha facilitado, a cada equipo de campo, una guía con los códigos definidos por el MAE para cada zona del Ecuador. En caso que no conozca dichos códigos, por favor informar la situación a la Unidad Técnica una vez concluido el trabajo.

Nivel II	Nivel III	Código
Bosque Nativo	Bosque Seco Andino	01
	Bosque Seco Fluvioestacional	02
	Bosque Siempreverde Andino Montano	03
	Bosque Siempreverde Andino de Pie de Monte	04
	Bosque Siempreverde Andino de Caja Andina	06
	Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonia	06
	Bosque siempre verde de tierras bajas del Chocó	07
	Manglar	08
	Muretales	09

Nombre de localidad, comunidad, barrio o recinto

Numeral:
8.07

Instrucciones:

Realizar la indagación al guía local sobre el nombre de la localidad, comunidad, barrio o recinto, y asegurarse de registrarlo correctamente. Tomar en cuenta que se puede dar el caso que exista más de una localidad o barrio con el mismo nombre para una misma parroquia. Informar a la UT cualquier duda, una vez concluido el trabajo.

Zona UTM

Numeral:
8.10

Instrucciones:

Las únicas posibilidades son: N17, S17, N18 y S18 para Ecuador continental. Debe utilizar el GPS para asegurarse de la zona en la que se encuentra.

Información de acceso a la Parcela

Numeral:
6

Instrucciones:

Descripción de las columnas de la tabla:

- * **Código PR.**- código asignado al punto de referencia de la caminata de acceso.
- * **Descripción del PR.**- Descripción de un objeto identificado como punto de referencia (río, casas, puente, etc.).
- * **UTM X.**- longitud del punto de referencia (dato del GPS).
- * **UTM Y.**- latitud del punto de referencia (dato del GPS).
- * **Código Foto.**- código asignado para la foto del punto de referencia identificado en la caminata. Es importante que al momento de entregar el formulario escaneado en digital, se adjunte también el respaldo de las fotos tomadas, para la base de datos. El código de la foto debe facilitar la identificación del conglomerado y parcela a la cual pertenece.
- * **Azmut Foto.**- valor registrado utilizando la brújula en dirección al punto de referencia.
- * **Distancia.**- valor registrado de la distancia aproximada del sendero al punto de referencia.

MODELOS ALOMÉTRICOS
Formulario 2 – Datos Generales de la Parcela 1/2

Ubicación de la PARCELA

1. Identificación de la Parcela

1.01 Clase de Uso de la Tierra (CUT) teórico Códigos

1.02 Conglomerado

1.03 Parcela **P**

(Este campo puede tomar los valores P1, P2 o P3.)

Información del PUNTO de INICIO de la PARCELA

2. Fecha y hora en la que inician las mediciones en la Parcela:

2.01 Fecha en la que inician las mediciones en la parcela
 Día / Mes / Año
 * / /

2.02 Hora de inicio de las mediciones
 Horas / Minutos
 * :

2.03 Hora de finalización de las mediciones
 Horas / Minutos
 * :

* (Llenar si las mediciones tardan más de un día)

3. Coordenadas UTM del Punto de Inicio (PI) de Campo:

UTM

3.01 X (longitud) m

3.02 Y (latitud) m

3.03 Código de la foto de la lectura de GPS:

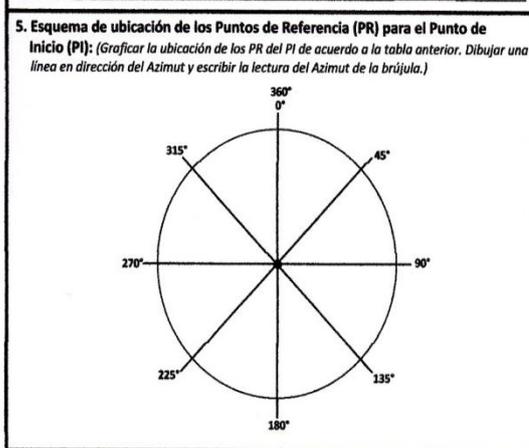
3.04 Altitud: msnm

3.05 Distancia al punto de inicio teórico: * Metros m

* (Llenar sólo en caso de que el punto de inicio teórico NO sea igual al punto de inicio de campo)

4. Puntos de Referencia (PR) para identificar la posición del Punto de Inicio (PI):
(Registrar los 3 PR con base en los puntos cardinales)

Código PR del PI	Descripción del PR del punto de inicio	Código foto	Azimut [°]	Distancia m
PI 01				
PI 02				
PI 03				



(Continuar a la siguiente sección.....)

Caracterización del Medio Natural

6. ¿Cuál es la Accesibilidad de la parcela?: (Seleccionar una sola opción)

6.01 Fácil 6.03 Muy difícil

6.02 Difícil 6.08 ¿Cual es la dificultad principal?

7. ¿Cuál es la fisiografía del medio natural?: (Seleccionar una sola opción)

7.01 Cima de colina 7.06 Terraza

7.02 Ladera alta 7.07 Depresión

7.03 Ladera media 7.08 Planicie

7.04 Pie de monte 7.09 Otro

7.05 Valle

8. Pendiente promedio estimada de la parcela:

% Considerar un promedio de la pendiente luego de recorrer las tres fajas de la parcela

INSTRUCCIONES PARA LLENAR EL FORMULARIO

Instrucciones para el llenado del Formulario 2 (1/2)

Códigos de Conglomerado y Clase de Uso de la Tierra (CUT) teórico

Numerales:
1.01,
6.01

Instrucciones:
Las CUT según el nivel II y III de la clasificación realizada por el IPCC para la ENF son:

Numeral:
1.02

Instrucciones:
La UT ha facilitado, a cada equipo de campo, una guía con los códigos definidos para cada conglomerado dependiendo del tipo de bosque en el que se encuentra. En caso que no conozca dichos códigos, por favor informar la situación a la UT una vez concluido el trabajo.

Nivel II	Nivel III	Código
Bosque Nativo	Bosque Seco Andino	01
	Bosque Seco Pluvioestacional	02
	Bosque Siempreverde Andino Montano	03
	Bosque Siempreverde Andino de Pie de Monte	04
	Bosque Siempreverde Andino de Caja Andina	05
	Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonia	06
	Bosque siempre verde de tierras bajas del Chocó	07
	Manglar	08
	Marales	09

Coordenadas UTM del punto de inicio de campo

Numerales:
3

Instrucciones:
Hay ocasiones en las que el punto de inicio teórico de la parcela, determinado por la UT, no puede ser accedido o si es accesible pero no es conveniente situarlo allí debido a distintos accidentes geográficos o circunstancias propias del terreno. En ese caso se debe establecer un punto de inicio de campo y se debe registrar las coordenadas de este NUEVO punto de inicio para facilitar los accesos a la parcela en el futuro.

Puntos de Referencia del Punto de Inicio

Numeral:
4

Instrucciones:
Descripción de las columnas de la tabla:
* *Código PR del PI.*- código asignado al punto de referencia identificado para el punto de inicio de la parcela donde iniciarán las mediciones.
* *Descripción del PR del punto de inicio.*- Descripción de un objeto identificado como punto de referencia (roca, camino, quebrada, árbol predominante, etc.).
* *Código Foto.*- código asignado para la foto del punto de referencia identificado. Es importante que al momento de entregar el formulario escaneado en digital, se adjunte también el respaldo de las fotos tomadas, para la base de datos. El código de la foto debe facilitar la identificación del conglomerado y parcela a la cual pertenece.
* *Azmut.*- valor registrado utilizando la brújula desde el PI a PR.
* *Distancia.*- valor registrado de la distancia aproximada del PI al punto de referencia.

Accesibilidad de la Parcela

Numerales:
6

Instrucciones:
Esta información debe ser llenada luego de que ha concluido la caminata de acceso al punto inicial de la parcela que se está evaluando. Todo esto se debe a que puede darse el caso en el que el acceso a la parcela sea muy difícil y el equipo se vea forzado a realizar el trabajo en mayor tiempo. Si esto sucede, favor informar a la UT una vez finalizado el trabajo de campo.

Fisiografía del medio natural

Numerales:
7

Instrucciones:
Se debe definir la ubicación fisiográfica de la parcela en el paisaje. Acordar la respuesta con todos los miembros del equipo, en caso de no llegar a un acuerdo, informar a la UT una vez concluido el trabajo de campo.
Cima de colina.- área más alta y plana de una colina o montaña
Ladera alta.- falda de una montaña, colina o cerro que se ubica hacia la mitad superior.
Ladera media.- falda de una montaña, colina o cerro que se ubica hacia la mitad inferior.
Pie de monte.- área de inicio de una falda o ladera de montaña.
Valle.- depresión de la superficie terrestre, de forma alargada e inclinada hacia una cuenca de río, lago o mar. Generalmente se forma por erosión fluvial.
Terraza.- plataforma en un área intermedia de una colina, puede ser natural o hecha por el hombre.
Depresión.- área más baja de un barranco o cárcava, no forma parte de un río o quebrada.
Planicie.- área llana o plana sin presencia de cerros o colinas. Llanura.

Pendiente estimada de la parcela

Numerales:
8

Instrucciones:
Los siguientes factores de conversión permitirán hacer una mejor estimación de la pendiente:
5° = 9%; 10° = 18 %; 15° = 27%; 20° = 36%; 30° = 58%; 40° = 84% y 45° = 100%

MODELOS ALOMÉTRICOS
Formulario 2 - Datos Generales de la Parcela 2/2

Propietario / Ocupante de la Parcela			
9. Identificación del Propietario / Ocupante de la Parcela (PP):			
Código del propietario	Área que ocupa el propietario (%) <i>Estimar en base al total de la parcela</i>	Tenencia de la Tierra 1 - Estatal 2 - Municipal 3 - Comunitario 4 - Privado independiente 5 - Privado empresarial 6 - Mixta 7 - Se desconoce 8 - Otro _____	Tipo de tenencia 1 - Con título de propiedad 2 - Sin título de propiedad
PP 01			
PP 02			
PP 03			
Perturbaciones y Estados de la Vegetación			
10. ¿Cuál es la función asignada para el bosque?			
10.01 <input type="radio"/> No aplica	10.07 <input type="radio"/> Energético		
10.02 <input type="radio"/> Conservación	10.08 <input type="radio"/> Sociocultural		
10.03 <input type="radio"/> Producción forestal	10.09 <input type="radio"/> Científico - Educativo		
10.04 <input type="radio"/> Múltiple	10.10 <input type="radio"/> Recreación		
10.05 <input type="radio"/> Regulación hídrica	10.11 <input type="radio"/> Turístico		
10.06 <input type="radio"/> Protección de suelos	10.12 <input type="radio"/> No determinado		
Perturbaciones Naturales:			
11. ¿Qué perturbaciones naturales se detectan?: <i>Seleccionar todas las opciones que apliquen</i>			
11.01 <input type="radio"/> Sin perturbación → Pase a Pregunta 14			
11.02 <input type="radio"/> Sequía	11.06 <input type="radio"/> Daños por viento		
11.03 <input type="radio"/> Inundación	11.07 <input type="radio"/> Plagas y enfermedades		
11.04 <input type="radio"/> Erosión	11.08 <input type="radio"/> Erupción volcánica		
11.05 <input type="radio"/> Deslizamiento de tierra	11.09 <input type="radio"/> Otro <i>Especifique</i>		
12. ¿Cuál es la magnitud de la perturbación natural?:			
12.01 <input type="radio"/> Ligeramente perturbado			
12.02 <input type="radio"/> Moderadamente perturbado			
12.03 <input type="radio"/> Fuertemente perturbado			
12.04 <input type="radio"/> No determinado			
13. Código de la Foto de la perturbación <input style="width: 50px;" type="text"/> <i>(Se sugiere utilizar una nomenclatura adecuada. Por ejemplo, para este caso podría usarse el código F_PN)</i>			
14. Estructura vertical del bosque:			
14.01 <input type="radio"/> No aplica			
14.02 <input type="radio"/> Tres doseles: dominante (superior), co-dominante (intermedio) y sotobosque			
14.03 <input type="radio"/> Dos doseles: dosel dominante y codominante			
14.04 <input type="radio"/> Dos doseles: dosel dominante o codominante y sotobosque			
14.05 <input type="radio"/> Un dosel			
Perturbaciones humanas y aprovechamiento:			
15. ¿Qué perturbaciones humanas se detectan?: <i>(Seleccionar todas las opciones que apliquen)</i>			
15.01 <input type="radio"/> Sin perturbación → Pase a Pregunta 18			
15.02 <input type="radio"/> Incendio	A) Tipo de incendio: 1. <input type="radio"/> Copas 2. <input type="radio"/> Rastroero o superficial		
15.03 <input type="radio"/> Pastoreo	B) Tiempo de incendio: 1. <input type="radio"/> Sin evidencia 2. <input type="radio"/> Incendio reciente (< 1 año) 3. <input type="radio"/> Incendio antiguo (> 1 año)		
15.04 <input type="radio"/> Minería			
15.05 <input type="radio"/> Infraestructura vial			
15.06 <input type="radio"/> Cultivos	15.07 <input type="radio"/> Otro <i>Especifique</i>		
16. ¿Cuál es la magnitud de la perturbación humana?:			
16.01 <input type="radio"/> Ligeramente perturbado		16.03 <input type="radio"/> Fuertemente perturbado	
16.02 <input type="radio"/> Moderadamente perturbado		16.04 <input type="radio"/> No determinado	
17. Código de la Foto de la perturbación <input style="width: 50px;" type="text"/> <i>(Se sugiere utilizar una nomenclatura adecuada. Por ejemplo, para este caso podría usarse el código F_PH)</i>			
18. ¿Qué aprovechamiento se detecta?: <i>(Seleccionar todas las opciones que apliquen)</i>			
18.01 <input type="radio"/> Sin aprovechamiento → Pase a Pregunta 21			
18.02 <input type="radio"/> Aprovechamiento de madera			
1. <input type="radio"/> Doméstico		18.07 <input type="radio"/> Aprovechamiento de plantas medicinales	
2. <input type="radio"/> Comercial		1. <input type="radio"/> Doméstico	
18.03 <input type="radio"/> Aprovechamiento de leña			
1. <input type="radio"/> Doméstico		2. <input type="radio"/> Comercial	
2. <input type="radio"/> Comercial		18.08 <input type="radio"/> Aprovechamiento de plantas ornamentales (Ej. musgos, orquídeas, bromelias)	
18.04 <input type="radio"/> Aprovechamiento de postes			
1. <input type="radio"/> Doméstico		1. <input type="radio"/> Doméstico	
2. <input type="radio"/> Comercial		2. <input type="radio"/> Comercial	
18.05 <input type="radio"/> Aprovechamiento de carbón			
1. <input type="radio"/> Doméstico		18.09 <input type="radio"/> Otro <i>(Especifique)</i>	
2. <input type="radio"/> Comercial		18.10 <input type="radio"/> No aplica	
18.06 <input type="radio"/> Aprovechamiento de resina			
1. <input type="radio"/> Doméstico			
2. <input type="radio"/> Comercial			
19. ¿Cuál es la magnitud del aprovechamiento?:			
19.01 <input type="radio"/> Ligeramente aprovechado		19.03 <input type="radio"/> Fuertemente aprovechado	
19.02 <input type="radio"/> Moderadamente aprovechado		19.04 <input type="radio"/> No determinado	
20. Código de la Foto del aprovechamiento <input style="width: 50px;" type="text"/> <i>(Se sugiere utilizar una nomenclatura adecuada. Por ejemplo, para este caso podría usarse el código F_PA)</i>			
21. Existencia y aplicación del plan de manejo:			
21.01 <input type="radio"/> No aplica		21.03 <input type="radio"/> Plan de manejo formulado y aplicado	
21.02 <input type="radio"/> Plan de manejo formulado y no aplicado		21.04 <input type="radio"/> Sin plan de manejo	
22. Sucesión del bosque:			
22.01 <input type="radio"/> No aplica		22.04 <input type="radio"/> Bosque secundario maduro	
22.02 <input type="radio"/> Bosque primario		22.05 <input type="radio"/> Bosque secundario joven	
22.03 <input type="radio"/> Bosque primario intervenido			
23. Origen del bosque			
23.01 <input type="radio"/> No aplica		23.03 <input type="radio"/> Natural	
23.02 <input type="radio"/> Plantación		23.05 <input type="radio"/> Otro <i>Especifique</i>	
23.04 <input type="radio"/> Mixto (enriquecimiento)			

(Continuar a la siguiente sección.....)

(FIN DEL FORMULARIO 2)

INSTRUCCIONES PARA LLENAR EL FORMULARIO

Instrucciones para el llenado del Formulario 2 (2/2)

Identificación del Propietario u Ocupante de la parcela

Numeral:
9

Instrucciones:

Para llenar los 3 campos de la tabla, se debe estar asesorado por el guía local e incluso se debe entrevistar a las personas (ocupantes) en caso de que se desconozca la pertenencia del terreno.

El Área debe ser estimada en porcentaje con relación a la extensión total de la parcela. Para los campos de *Tenencia de la tierra* y *Tipo de tenencia*, ingrese el número de la opción que corresponda.

Perturbaciones y Estados de la Vegetación

Se recomienda llenar paralelamente o luego del formulario 3

Funciones asignadas

Numerales:
10

Instrucciones:

Las funciones o propósitos asignados a una porción de tierra, se refiere tanto a aquellas funciones asignadas a través de medidas legislativas, como a aquellas asignadas mediante decisiones de quién administra la tierra. Tomar en cuenta que la función primaria es la función más importante respecto a las otras. Si se debe dividir en función primaria y secundaria, considerar que la función primaria es selección única y la secundaria puede ser múltiple.

Conservación.- destinado exclusivamente para la conservación, por ejemplo área protegida, bosque protector público o privado, etc.

Producción forestal.- destinado a la producción de bienes forestales, tanto maderables como no maderables.

Múltiple.- cuando el área es designada a más de una función, donde una no es más importante que la otra.

Regulación hídrica.- destinada para la protección de cuerpos de agua (quebrada, ríos, fuentes de agua, etc.).

Protección de suelos.- conservación de los suelos.

Energético.- para la producción de leña o biocombustibles.

Sociocultural.- para actividades culturales, espirituales o sociales.

Científico - Educativo.- para realizar investigación o educación ambiental.

Recreación.- para realizar actividades recreativas sin fines de lucro.

Turístico.- actividades turísticas con fines de lucro y empresariales.

No determinado.- no se le ha designado una función específica o no se conoce.

Estructura Vertical del Bosque

Numerales:
14

Instrucciones:

Definición de la estructura vertical del bosque de forma general donde se ubica la parcela. Considerar la opinión de todo el equipo. En caso de no llegar a un acuerdo, registrar la opinión de la mayoría, y comunicar a la UT esta situación.

Dominante (superior).- Árboles con copas que se extienden sobre el nivel general del dosel y reciben luz total por arriba y parte por los costados; son más grandes que los árboles de tamaño promedio; tienen copas bien desarrolladas y densas.

Co-dominante (intermedio) - Árboles cuyas copas forman parte del nivel general o promedio del dosel, están por debajo de los dominantes; reciben luz solar total por arriba, pero solo cantidades moderadas lateralmente; tienen copas de tamaño medio.

Soto bosque.- Esta situado por debajo del dosel vegetal principal de las especies arbóreas, esta integrado de árboles jóvenes, arbustos y hierbas.

Perturbaciones Naturales y Humanas

Numerales:
11, 15, 18

Instrucciones:

Son las perturbaciones que afectan al ecosistema de forma natural o debido a actividades humanas y aprovechamiento. Si selecciona la opción 11.01, la 15.01 o la 18.01; no puede seleccionar otra más.

Si selecciona las opciones 11.02, 15.02 y 18.02 en adelante, se puede seleccionar más de una opción.

Numerales:
12, 16

Instrucciones:

No determinado.- No se observó perturbación.

Ligeramente perturbado.- La perturbación es mínima, el sistema puede recuperarse si se aplican medidas básicas de conservación, o por restauración natural.

Moderadamente perturbado.- La perturbación es evidente y existe riesgo de degradar el ecosistema permanentemente. Pueden aplicarse medidas para recuperación (restauración asistida, mejoramiento y enriquecimiento leve).

Fuertemente perturbado.- La perturbación es muy seria casi irreversible. Deben aplicarse medidas severas de recuperación (Replantación o reforestación con plantaciones mixtas de spp. Nativas, etc.)

Numerales:
19

Instrucciones:

No determinado.- No se observa aprovechamiento.

Ligeramente aprovechado.- Se observa aprovechamiento de PFNM, leña en baja intensidad y muy pocos árboles talados. Cobertura $\pm > 70\%$.

Moderadamente aprovechado.- Se observa aprovechamiento selectivo o entresaca de madera, leña intensa ó carbón. Cobertura \pm entre 50 y 70%.

Fuertemente aprovechado.- Se observa claros de bosque por aprovechamiento de madera, árboles dispersos, evidencias de tala raza en ciertos sectores. Cobertura entre 30 y 50%.

Plan de Manejo

Numerales:
21

Instrucciones:

Se refiere a la existencia de un plan de manejo en el área de la parcela y conocimiento de su aplicación. Esta respuesta debe considerar la información más relevante de la entrevista realizada al propietario, administrador o guía.

Sucesión del Bosque

Numerales:
22

Instrucciones:

Bosque primario.- compuesto de especies arbóreas nativas donde no existe una clara indicación de actividades humanas y los procesos ecológicos no se han visto alterados considerablemente, presenta un sotobosque raro.

Bosque primario intervenido.- es un bosque primario donde los niveles de intervención no han alterado su estructura y composición florística; presentan indicios de extracción selectiva leve de madera, leña o PFNM.

Bosque secundario.- Compuesto de especies leñosas maduras de carácter sucesional que se desarrollan sobre tierras originalmente destinadas para actividades humanas. Posee un sotobosque denso.

Bosque secundario joven.- compuesto de especies leñosas jóvenes de carácter sucesional que se desarrollan sobre tierras abandonadas observándose indicios de la clase de uso de tierra anterior; presenta un sotobosque denso.

Instrucciones para el llenado del Formulario 3

Códigos de Clase de Uso de la Tierra (CUT) y Conglomerado

Instrucciones:
Las CUT según el nivel II y III de la clasificación realizada por el IPCC para la ENE son:

Nivel II	Nivel III	Código
Bosque Nativo	Bosque Seco Andino	01
	Bosque Húmedo Andino	02
	Bosque Siempreverde Andino Montano	03
	Bosque Siempreverde Andino de Pío de Monte	04
	Bosque Siempreverde Andino de Cajas Andino	05
	Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonia	06
	Bosque siempre verde de tierras bajas del Chocó	07
	Manglar	08
	Mostrales	09

Instrucciones:
Los códigos se escriben con letras mayúsculas, manteniendo el orden de numeración en la columna "código del árbol" según el orden que se han medido en la parcela, indistintamente sean árboles individuales, bifurcados, trifurcados o con más divisiones, o sean tocones.

Columnas:
- Código del árbol
- ≥ trifur.

Para los árboles vivos en pie se utilizará el código con las letras AV y tres dígitos: AV000. Para los árboles muertos en pie se utilizará el código con las letras AM y tres dígitos: AM000.

Para todos los árboles vivos bifurcados o con más divisiones del tronco se utilizará el código con las letras FV y tres dígitos: FV000.

Para todos los árboles muertos bifurcados o con más divisiones del tronco se utilizará el código con las letras FM y tres dígitos: FM000.

Para el caso de los árboles con el nudo de trifurcación o de más divisiones del tronco a una altura mayor a 1,30 m, el fuste principal (desde la base del árbol hasta el nudo de trifurcación) se identifica con el código FV000 o FM000 de acuerdo a su condición de vivo o muerto, y se registrará en la columna "código árbol". Cada tronco de división se identificará en orden numérico: 1, 2, 3, etc., iniciando por la de mayor a menor diámetro; y registrándose en la columna igual o mayor a la trifurcación "≥ trifur."

Para el caso de los árboles con el nudo de trifurcación o de más divisiones del tronco en la base del árbol, o a una altura menor a 1,30 m, se medirán todos los troncos que alcancen un DAP ≥ a 10 ó 20 cm, de acuerdo a su posición en la parcela de 20 x 20 m ó de 60 x 60 m respectivamente. Los troncos se registran en la columna "código árbol", identificándose con los códigos FV000 o FM000.

Los árboles con la bifurcación a una altura menor a 1,30 m, se miden como árboles individuales y se registran en la columna "código árbol", identificándose con los códigos FV000 o FM000.

Los árboles con la bifurcación a una altura igual o mayor a 1,30 m se considera como un solo árbol, midiéndose el DAP y las alturas del tronco mayor, y registrándose en la columna "código árbol", identificándose con los códigos FV000 o FM000.

Diámetros

Se debe medir el DAP a la altura exacta de 1,30 m, con la cinta diamétrica y utilizando una vara de 1,30 m.

Según la altura comercial (Hc) del árbol, con el uso del relascopio electrónico o de Bitterlich se deben medir varios diámetros así:

-Para árboles < 6 m se medirán diámetros cada 1 m de altura, a partir del DAP (1,3 m).

-Para árboles ≥ 6 m y < 9 m se medirán diámetros cada 2 m de altura, a partir de la base del árbol hasta la altura comercial.

-Para árboles ≥ 9 m y < 16 m se medirán diámetros cada 3 m de altura, a partir de la base del árbol hasta la altura comercial.

-Para árboles ≥ a 16 m se medirán diámetros cada 4 m de altura, a partir de la base del árbol hasta la altura comercial.

Alturas

Altura total.- desde la base del árbol hasta el ápice de la copa

Altura comercial.- desde la base del árbol hasta las primeras ramificaciones de la copa

Altura de raíz aérea (zarcuda o tablar).- desde la base del árbol hasta la modificación de la raíz.

Nombre científico

Instrucciones:
Estrictamente se debe determinar el nombre científico de la especie tomando una muestra herbario o con expertos.

En último de los casos de sebe identificar el individuo a nivel de género.

Árboles a medir

Instrucciones:
Se medirán todos los árboles sanos, que no presenten malformaciones causadas por lesiones físicas o por plagas y enfermedades.

Instrucciones para el llenado del Formulario 3

Códigos de Clase de Uso de la Tierra (CUT) y Conglomerado

Numeral:
1.01

Instrucciones:
Las CUT según el nivel II y III de la clasificación realizada por el IPCC para la ENF son:

Nivel II	Nivel III	Código
	Bosque Seco Andino	01
	Bosque Seco Pluviosacional	02
	Bosque Siempreverde Andino Montano	03
	Bosque Siempreverde Andino de Ho. de Monte	04
	Bosque Siempreverde Andino de Olla Andina	05
Bosque Nativo	Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonía	06
	Bosque siempre verde de tierras bajas del Orinoco	07
	Manglar	08
	Matorrales	09

Árboles a medir

Instrucciones:
Se medirán todos los árboles sanos, que no presenten malformaciones causadas por lesiones físicas o por plagas y enfermedades.

Diámetro de copa

El diámetro mínimo y máximo de copa, para mayor precisión se medirá a través de proyecciones de los bordes de los diámetros máximos y mínimos, utilizando una regla con burbuja de nivel (regleta de nivel), alineando los dos bordes de la regla con los bordes máximo y mínimo de la copa del árbol, luego procedemos a medir el diámetro proyectado a nivel del suelo con la cinta métrica.

Forma de copa

Luego de medir los diámetros de copa, y de apreciar a detalle la forma de la copa, siguiendo los gráficos de la guía metodológica, el equipo de campo debe consensuar sobre la forma exacta de la copa, con base en las tres alternativas propuestas en el formulario.

Forma aproximada de copa	Figura
Cónica	
Parabólica	
Hemisférica	

Densidad

Se tomarán datos de densidad a tres alturas: a 1,10 m, 4 m, y a 7 m.
Cuando la altura comercial (Hc) sea menor a 4 m, no aplican la segunda y tercera lectura. Cuando la Hc es mayor a 4 m, la segunda lectura será exacta a 4 m. Cuando la Hc sea mayor a 4 m y menor a 7 m no aplica la tercera lectura. Cuando la Hc sea mayor a 7 m la tercera lectura será exacta a 7 m.

A 1,10 se tomará una muestra de madera con el Barreno de Incremento para ser pesada y medida en campo (largo de la muestra), y luego será codificada y llevada al laboratorio. A esta misma altura también se tomarán dos lecturas contrapuestas con el Pylodin

Las medidas a 1,10 m, con barreno y Pylodin, se realizarán en todos los árboles de la parcela.

La profundidad aproximada del Barreno de Incremento debe estar relacionada al radio del fuste; es decir a menor radio menor profundidad de muestreo. Se recomienda un rango entre 3 y 8 cm.

Con base a la frecuencia del número de árboles por parcela identificados en el INF, para el caso del bosque seco pluviosacional, se tomarán datos a las alturas de 4 y 7 m cada 2 árboles medidos, el árbol 2, 4, 6, 8, 10 y así sucesivamente hasta completar la parcela.

Para el caso de árboles bifurcados, trifurcados o con más ramificaciones ≥ 10 cm de DAP, se tomarán datos para densidad solo de la ramificación principal (con mayor DAP)

Largo- el largo de la muestra se mide con el calibrador, cuidando de no destruir la muestra

Peso- el pesaje de la muestra se realiza con la balanza (PESOLA) de precisión para 10 g (capacidad desde 0,1 g).

Códigos de las submuestras

Para identificar las submuestras de madera obtenidas con barreno de incremento los códigos se componen así:

Código de la Clase de Uso de la Tierra (CUT), número de conglomerado, número de parcela, código del árbol, las iniciales de las palabras Barreno de Incremento, y la altura de la toma de la muestra.

Como ejemplo para la CUT Bosque seco Pluviosacional, conglomerado 3, parcela 1, árbol vivo 25, toma de muestra a 1,10 m, el código completo para identificar la muestra sería así:

02-003-01-AV025BI-1,1
El código síntesis registrado en el formulario sería: **025BI-1,1**

La numeración del conglomerado y del árbol va con tres dígitos, y el resto de numeraciones con dos dígitos.

Instrucciones para el llenado del Formulario 3

Códigos de Clase de Uso de la Tierra (CUT) y Conglomerado

Instrucciones:
Las CUT según el nivel II y III de la clasificación realizada por el IPCC para la ENF-son:

Nivel II	Nivel III	Código
Bosque Nativo	Bosque Seco Andino	01
	Bosque Seco Pluviosacional	02
	Bosque Siempreverde Andino Montano	03
	Bosque Siempreverde Andino de Pie de Monte	04
	Bosque Siempreverde Andino de Cajas Andino	05
	Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonia	06
	Bosque siempre verde de tierras bajas del Chocó	07
	Manglar	08
	Merenjales	09

Medición de árboles en pie (GUÍA PARA LLENAR LA TABLA)

Rama

En todos los árboles se debe proceder a cortar una rama representativa de la parte baja de la copa (inicio de la copa). En aquellos árboles con copas muy altas (mayores a 7 m de altura comercial de fuste no se recogerá la muestra (No Aplica) datos:

En la rama extraída se seguirá el siguiente proceso y toma de datos:

- La rama se dividirá en secciones: ramas gruesas ≥ 7 cm de diámetro, ramas finas < 7 cm de diámetro y hojas (las hojas incluyen ramillas menores a 5 mm de diámetro, peciolos y peciolúlos).
- Las porciones totales de ramas gruesas, ramas finas y hojas se pesan en fresco por separado.
- Se toman submuestras de cada porción: una rodaja de rama gruesa (7 cm de ancho), porción de ramas finas (± 1500 g) y hojas (± 1000 g), se pesan en fresco (peso exacto), se depositan en dos fundas plásticas con cierre hermético - Ziploc, se identifican con el código y se depositan en el bulto respectivo.
- El volumen de la rama se mide al formar una pila rectangular con toda la biomasa de la rama, depositando las ramas gruesas en el fondo, una segunda capa de ramas finas y la capa superior con hojas. En el formulario se registra el largo, ancho y altura de la pila formada. Se recomienda las medidas de 1 m de largo por 0,5 m de ancho y por la altura que alcance la biomasa.

Grosor de corteza

En todos los árboles se tomarán datos de grosor de corteza, midiéndola en la zona de corte o limpieza de la corteza para aplicar el barrenado de incremento o el pylonidn a una altura de 1,10 m

Fenología Defoliación

Para una mejor interpretación de la biomasa de ramas finas y hojas de la copa, que se obtengan en el momento de las mediciones, es necesario establecer el nivel de defoliación de cada uno de los árboles de la parcela.

Para facilitar esta medición, se utilizará el siguiente cuadro de valoración:

Código	Porcentaje observado	Interpretación
0	0 %	Defoliación nula
1	0,1 - 25 %	Defoliación ligera
2	25,1 - 50 %	Defoliación media
3	50,1 - 75 %	Defoliación alta
4	> 75 %	Defoliación completa

Códigos de las submuestras

Para identificar las submuestras los códigos se componen así:

Código de la Clase de Uso de la Tierra (CUT), número de conglomerado, número de parcela, código del árbol, las iniciales de la parte de la rama a la que corresponde la submuestra (rodaja de rama gruesa **RG**, ramas finas **RF** y hojas **HJ**), y la inicial de la palabra rama (**R**).

Como ejemplo para la CUT Bosque seco Pluviosacional, conglomerado 3, parcela 1, árbol 25 y submuestra de hojas de la rama, el código completo sería así:

02-003-01-AV025HJ-R

El código síntesis registrado en el formulario sería: **025HJ-R**

Notése que la numeración del árbol y del conglomerado va con tres dígitos, y el resto de numeraciones con dos dígitos.

Instrucciones para el llenado del Formulario 4

Códigos de Clase de Uso de la Tierra (CUT) y Conglomerado

Numeral:
1.01

Instrucciones:
Las CUT según el nivel II y III de la clasificación realizada por el IPCC para la ENE son:

Nivel II	Nivel III	Código
	Bosque Seco Andino	01
	Bosque Seco Rivulacional	02
	Bosque Siempreverde Andino	03
	Bosque Siempreverde Andino	04
	Bosque Siempreverde Andino de Hojas de Monte	05
Bosque Nativo	Bosque Siempreverde Andino de Hojas Andino	06
	Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonia	07
	Bosque siempre verde de tierras bajas del Chocó	08
	Manglar	09
	Morales	09

Nombre Científico

Instrucciones:
Estrictamente se debe determinar el nombre científico de la especie tomando una muestra botánica para ratificar su identificación en el herbario o con expertos.
En último de los casos se debe identificar el individuo a nivel de género.

Árboles a medir

Instrucciones:
Se medirán todos los árboles sanos, que no presenten malformaciones causadas por lesiones físicas o por plagas y enfermedades.

Medición de árboles en pie (GUÍA PARA LLENAR LA TABLA)

Columnas:
- Código del árbol
- ≥ trifur.

Instrucciones:
Los códigos se escriben con letras mayúsculas, manteniendo el orden de numeración en la columna "código del árbol" según el orden que se han medido en la parcela, indistintamente sean árboles individuales, bifurcados, trifurcados o con más divisiones, o sean troncos.

Para los árboles vivos en pie se utilizará el código con las letras AV y tres dígitos: AV000. Para los árboles muertos en pie se utilizará el código con las letras AM y tres dígitos: AM000.

Para todos los árboles vivos bifurcados o con más divisiones del tronco se utilizará el código con las letras FV y tres dígitos: FV000. Para todos los árboles muertos bifurcados o con más divisiones del tronco se utilizará el código con las letras FM y tres dígitos: FM000.

Para el caso de los árboles con el nudo de trifurcación o de más divisiones del tronco a una altura mayor a 1,30 m, el fuste principal (desde la base del árbol hasta el nudo de trifurcación) se identifica con el código FV000 o FM000 de acuerdo a su condición de vivo o muerto, y se registrará en la columna "código árbol". Cada tronco de división se identificará en orden numérico: 1, 2, 3, etc., iniciando por la de mayor a menor diámetro; y registrándose en la columna igual o mayor a la trifurcación "≥ trifur."

Para el caso de los árboles con el nudo de trifurcación o de más divisiones del tronco en la base del árbol, o a una altura menor a 1,30 m, se medirán todos los troncos que alcancen un DAP ≥ a 10 ó 20 cm, de acuerdo a su posición en la parcela de 20 x 20 m ó de 60 x 60 m respectivamente. Los troncos se registran en la columna "código árbol", identificándose con los códigos FV000 o FM000

Los árboles con la bifurcación a una altura menor a 1,30 m, se miden como árboles individuales y se registran en la columna "código árbol", identificándose con los códigos FV000 o FM000

Los árboles con la bifurcación a una altura igual o mayor a 1,30 m se considera como un solo árbol, midiéndose el DAP y las alturas del tronco mayor, y registrándose en la columna "código árbol", identificándose con los códigos FV000 o FM000

Diámetros

Se debe medir el DAP a la altura exacta de 1,30 m, cuando el árbol está aún en pie.

Una vez tumbado el árbol se procederá a medir varios diámetros con la cinta diamétrica, considerando los siguientes rangos de altura comercial:

-Para árboles < 6 m se medirán diámetros cada 1,5 m de altura, a partir del DAP (1,3 m).

-Para árboles ≥ 6 m y < 9 m se medirán diámetros cada 2 m de altura, a partir de la base del árbol hasta la altura comercial.

-Para árboles ≥ 9 m y < 16 m se medirán diámetros cada 3 m de altura, a partir de la base del árbol hasta la altura comercial.

-Para árboles ≥ a 16 m se medirán diámetros cada 4 m de altura, a partir de la base del árbol hasta la altura comercial.

Alturas

Altura total:- desde la base del árbol hasta el ápice de la copa

Altura comercial:- desde la base del árbol hasta las primeras ramificaciones de la copa

Altura de raíz aérea (zancuda o tablar):- desde la base del árbol hasta la modificación de la raíz.

Instrucciones para el llenado del Formulario 4

Códigos de Clase de Uso de la Tierra (CUT) y Conglomerado

Numeral:
1.01

Instrucciones:
Las CUT según el nivel II y III de la clasificación realizada por el IPCC para la ENF son:

Nivel II	Nivel III	Código
	Bosque Seco Andino	01
	Bosque Seco Fluviocastrol	02
	Bosque Siempreverde Andino Montano	03
	Bosque Siempreverde Andino de Eje de Monte	04
	Bosque Siempreverde Andino de Ojos Azules	05
	Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonia	06
	Bosque siempre verde de tierras bajas del Chocó	07
	Wengler	08
	Macizales	09
Bosque Nativo		

Árboles a medir

Instrucciones:
Se medirán todos los árboles sanos, que no presenten malformaciones causadas por lesiones físicas o por plagas y enfermedades.

Medición de árboles en pie (GUÍA PARA LLENAR LA TABLA)

Peso del Fuste

Para facilitar el peso del fuste, se procederá a dividir el fuste en trozas, que según su diámetro y peso pueden cortarse en secciones de 0,5 m de largo, 1 m, 1,5 m, de 2 m, ó de más largo según el caso.

Para el pesaje de los trozas se construirá un tripode con tres postes de madera contrapuestos y sujetados en el vértice con una cuerda de nylon. Parte de la cuerda permitirá suspender la balanza con capacidad para pesar 100 kg.

El tripode también servirá para pesar las ramas gruesas y finas de la copa.

Para el caso de las hojas de la copa se utilizará la balanza de 30 o 5 kg, que necesariamente se pesaran en varias secciones hasta completar toda la biomasa.

También tendremos que almacenar y pesar toda la viruta obtenida del corte de las trozas del fuste, y anotar su peso total en el casillero del formulario.

Densidad del Fuste

En los árboles tumbados se tomarán muestras de madera para determinar la densidad con el uso del barrenado de incremento.

Las alturas exactas de toma de muestra son a 4, 7, 10, 15 y 20 m, según la altura comercial (Hc) que tenga el árbol.

La profundidad mínima aproximada con el barrenado de incremento debe alcanzar los 10 cm.

Para el caso de árboles bifurcados, trifurcados o con más ramificaciones \geq a 10 cm de DAP, se tomarán datos para densidad solo de la ramificación principal (con mayor DAP)

Largo - el largo de la muestra extraída se mide con el calibrador, cuidando de no destruir la muestra

Peso - el pesaje de la muestra se realiza con la balanza (PESOLA) de precisión para 10 g (capacidad desde 0,1 g).

Códigos de las submuestras

Para identificar las submuestras de madera obtenidas con barrenado de incremento (BI) los códigos se componen así:

Código de la Clase de Uso de la Tierra (CUT), número de conglomerado, número de parcela, código del árbol, las iniciales de las palabras Barreno de Incremento y la altura a la cual se tomo la muestra.

Como ejemplo para la CUT Bosque seco Pluviosazonal, conglomerado 3, parcela 1, árbol vivo 25, muestra de madera a 7 m, el código completo para identificar la muestra sería así:

02-003-01-AV025B1-7

El código síntesis registrado en el formulario sería: **025B1-7**

La numeración del conglomerado y del árbol va con tres dígitos, y el resto de numeraciones con dos y un dígito.

Instrucciones para el llenado del Formulario 4

Códigos de Clase de Uso de la Tierra (CUT) y Conglomerado

Numeral:
1.01

Instrucciones:
Las CUT según el nivel II y III de la clasificación realizada por el IFCC para la ENF son:

Nivel II	Nivel III	Código
	Bosque Seco Andino	01
	Bosque Seco Páramo/estacional	02
	Bosque Siempreverde Andino	03
	Morizano	04
	Bosque Siempreverde Andino de Hoja Madura	05
	Bosque Siempreverde Andino de Hoja Andina	06
Bosque Nativo	Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonia	06
	Bosque siempre verde de tierras bajas del Chocó	07
	Manglar	08
	Morizales	09

Árboles a medir

Instrucciones:
Se medirán todos los árboles sanos, que no presenten malformaciones causadas por lesiones físicas o por plagas y enfermedades.

Normas de laboratorio

Para lograr hacer buenas mediciones de laboratorio es necesario que las personas encargadas de este trabajo aplique rigurosamente las normas de laboratorio: ubicar las muestras en lugares predefinidos y que faciliten su manipulación, manejar las muestras con precaución, tratar adecuadamente la estufa, calibradores, balanzas y otros equipos.

Explicar de manera detallada el trabajo a realizar al responsable del laboratorio y coordinar los días y horas de trabajo.

Proceso de laboratorio

Cada muestra será colocada en la estufa del laboratorio a una temperatura entre 50 - 60 °C para lograr un secado uniforme y lento, debido a volumen muy pequeño de la muestra.

Se debe tener cuidado de mantener identificada la muestra con su código durante el proceso de secado. Será mejor secar la muestra en las mismas cajitas metálicas donde se guardaron en campo.

Una vez que las muestras alcancen el peso constante, también se debe medir su largo y diámetro en seco, para ello utilizaremos el calibrador digital.

Es necesario tener mucha precaución de no dañar las muestras al momento del pesado y medición de largo y diámetro, ya que algunas especies son poco densas y frágiles, o la muestra puede presentar deformaciones al secarse (enrollarse).

Para el pesaje en laboratorio se debe utilizar una balanza de precisión de laboratorio, con la finalidad de medir objetivamente la variación del peso.

Con los nuevos datos de volumen (multiplicando el área de la base por el largo de la muestra seca), y la diferencia de pesos fresco de campo y seco de laboratorio, podemos calcular la densidad de la madera para cada altura del árbol.

La densidad se registrará en el casillero correspondiente de esta formulario para cada altura medida.

Instrucciones para el llenado del Formulario 4

Códigos de Clase de Uso de la Tierra (CUT) y Conglomerado

Numeral:
1.01

Instrucciones:
Las CUT según el nivel II y III de la clasificación realizada por el IPCC para la ENF-son.

Nivel II	Nivel III	Código
	Bosque Seco Andino	01
	Bosque Soco Ruvoestacional	02
	Bosque Siempreverde Andino Montano	03
	Bosque Siempreverde Andino de Ho. de Monte	04
Bosque Nativo	Bosque Siempreverde Andino de Caja Andina	05
	Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonia	06
	Bosque siempre verde de tierras bajas del Orocó	07
	Manglar	08
	Mostrales	09

Árboles a medir

Instrucciones:
Se medirán todos los árboles sanos, que no presenten malformaciones causadas por lesiones físicas o por plagas y enfermedades.

Medición de árboles en pie (GUÍA PARA LLENAR LA TABLA)

Lecturas con Pilodyn

Con la finalidad de calibrar las mediciones de la densidad de madera entre el método de muestreo de madera con barrenos de incremento y las lecturas de resistencia con Pilodyn, a la par que se toman muestras con barrenos, se deberán realizar lecturas con el Pilodyn a 4, 7, 10, 13 y 20 m., según el largo del fuste del árbol talado.

A cada altura se tomará dos lecturas de resistencia y el promedio.

Cuando las dos lecturas sean iguales a toda la capacidad de lectura del Pilodyn (40 mm), la lectura se inscribirá como > 40 mm

Medición de corteza

Con la finalidad de contar con información más precisa del grosor de la corteza a lo largo del fuste del árbol, se aprovechará del corte de la corteza para aplicar el pilodyn, para registrar del dato de grosor de la corteza en mm, a los 4, 7, 10, 15 y 20 m, según el largo del fuste talado.

La medición del grosor de corteza se realizará con el medidor de corteza, graduado en mm.

Instrucciones para el llenado del Formulario 4

Códigos de Clase de Uso de la Tierra (CUT) y Conglomerado

Numeral:
1.01

Instrucciones:
Las CUT según el nivel II y III de la clasificación realizada por el IPCC para la ENE-son.

Nivel II	Nivel III	Código
	Bosque Seco Andino	01
	Bosque Seco Fluviestacional	02
	Bosque Siempreverde Andino Montano	03
	Bosque Siempreverde Andino de Flecha Monte	04
Bosque Nativo	Bosque Siempreverde Andino de Cota Andina	05
	Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonia	06
	Bosque siempre verde de tierras bajas del Chocó	07
	Manglar	08
	Morales	09

Medición de árboles en pie (GUÍA PARA LLENAR LA TABLA)

Volumen de la copa

El volumen real de la copa, se mide al formar una pila o pirca rectangular con el total de la biomasa de la copa, depositando las ramas gruesas en el fondo, una segunda capa de ramas finas y la capa superior con hojas. En el formulario se registra el largo, ancho y altura de la pila formada. Se recomienda las medidas de 3 m de largo por 1,5 m de ancho y por la altura que alcance la biomasa.

Densidad de la copa

La copa se dividirá en secciones; ramas gruesas ≥ 7 cm de diámetro, ramas finas < 7 cm de diámetro y hojas (las hojas incluyen ramillas menores a 5 mm de diámetro, peciolos y peciolitos).

-Las porciones totales de ramas gruesas, ramas finas y hojas se pesan en fresco por separado.

Para el caso de las ramas gruesas, que seguro serán trozadas con motosierra, será necesario acopiar la viruta y aserrín y pesarlo, este peso se sumará al peso total de las ramas gruesas.

-Se toman submuestras de cada porción: una rodaja de rama gruesa (de 7 cm de ancho), porción de ramas finas (± 1500 g) y hojas (± 1000 g), se pesan en fresco (peso exacto), se depositan en dos fundas plásticas con cierre hermético - Ziploc, se identifican con el código y se depositan en el bulto respectivo.

Códigos de las submuestras

Para identificar las submuestras los códigos se componen así:

Código de la Clase de Uso de la Tierra (CUT), número de conglomerado, número de parcela, código del árbol, las iniciales de la parte de la copa a la que corresponde la submuestra (rodaja de rama gruesa RG, ramas finas RF y hojas HJ), y la letra inicial de copa (C) para diferenciar de las submuestras de ramas

Como ejemplo para la CUT Bosque Pluviestacional, conglomerado 3, parcela 1, árbol vivo 25, submuestra de hojas de la copa, el código completo sería así:

02-003-01-A-V025HJ-C

El código síntesis registrado en el formulario sería: **025HJ-C**

Nótese que la numeración del árbol y del conglomerado va con tres dígitos, y el resto de numeraciones con dos dígitos.

MODELOS ALOMÉTRICOS
Formulario 5 - Datos de los miembros del equipo de campo

Ubicación

A. Identificación de la Parcela:

Códigos

Códigos

Códigos

A.01 Clase de Uso de la Tierra (CUT) teórico

A.02 Conglomerado

A.03 Parcela

Formulario 10

1. Información de los guías locales y persona de contacto

N°	GUÍAS LOCALES				PERSONA CONTACTO DEL GUÍA	
	Nombre y apellido	Teléfono	Nombre de la localidad	Sobrenombre	Nombre y apellido	Teléfono
1						
2						
3						

2. Nombre de la Institución - universidad:

3. Información de cada miembro del equipo de investigación y asesores:

N°	Nombre y apellido	Teléfono	Correo electrónico	Cargo
1				
2				
3				
4				
5				
6				

4. Ingreso de Datos del formulario:

4.01 Fecha de Ingreso

Día / Mes / Año

 / /

Nombre del responsable:

(Letra legible e imprenta de preferencia)

FIRMA

INSTRUCCIONES PARA LLENAR LOS FORMULARIOS

Instrucciones para el llenado del Formulario 5

Códigos de Clase de Uso de la Tierra (CUT) y Conglomerado

Numeral:
A.01

Instrucciones:
Las CUT según el nivel II y III de la clasificación realizada por el IPCC para la ENF son:

Numeral:
1

Instrucciones:
Los equipos de campo deben estar integrados por Guías locales, con alto conocimiento para la identificación de especies, sobre sus propiedades y usos.

Se requiere contar con los nombres, direcciones y contactos locales de los Guías para futuros estudios en las parcelas.

Numeral:
2

Instrucciones:
Es necesario identificar y describir los datos de los equipos de campo: responsables de tesis, directores de tesis, asesores, etc.

Nivel II	Nivel III	Código
Bosque Nativo	Bosque Seco Andino	01
	Bosque Seco Fluvioestacional	02
	Bosque Siempreverde Andino Montano	03
	Bosque Siempreverde Andino de Pie de Monte	04
	Bosque Siempreverde Andino de Caja Andina	05
	Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonia	06
	Bosque siempre verde de tierras bajas del Chocó	07
	Manglar	08
	Montañas	09

** Gracias por su colaboración y dedicación**

Apéndice 2. Guía para medición de diámetros de fuste, diámetros de copa y alturas en árboles en pie

Medición de diámetros en árboles vivos en pie

Para identificar los árboles o palmas, se utilizó los códigos integrados por las letras iniciales de árboles vivos (AV) más tres dígitos. Como ejemplo para el árbol número 1, su código fué: AV001.

A continuación se presentan algunos casos que soportaran la toma de decisiones para la medición correcta del diámetro en el campo.

En la figura 25, se presenta la forma correcta de medir el diámetro en terrenos planos. Cuando el árbol está inclinado, donde la medición del 1,3 m de diámetro debe iniciarse sobre el extremo hacia donde el árbol está inclinado. El diámetro se toma en forma perpendicular al eje central del tronco.

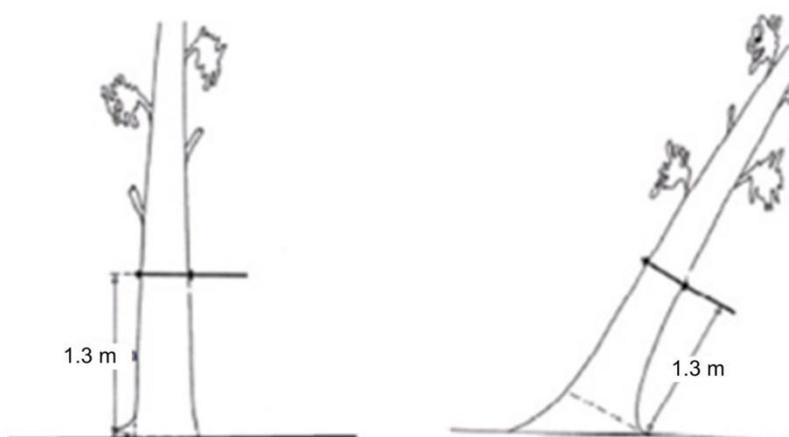


Figura 25. Medición del diámetro en terrenos planos.

En terrenos inclinados, el punto de medición se ubicó en la parte superior de la pendiente. Esta regla también aplicó para árboles inclinados en terrenos con pendiente (Figura 26).

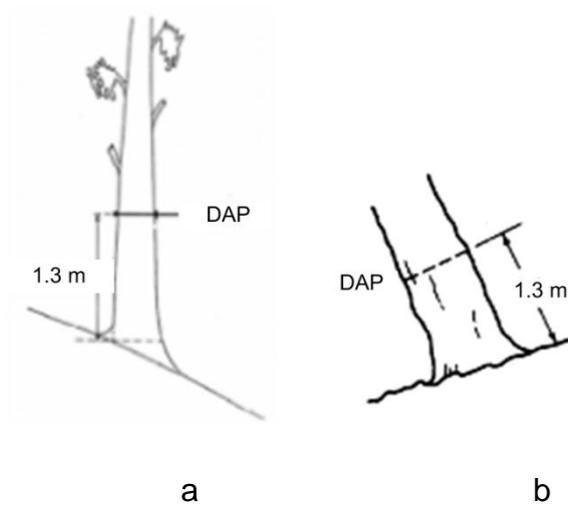


Figura 26. Medición de diámetro de árboles en terrenos inclinados, a) para árboles rectos, b) para árboles inclinados.

Para árboles con raíces tablares mayores de 1,3 m, las mediciones se realizaron a 30 cm arriba de donde se normaliza el diámetro del árbol, tal como se ilustra en la figura 27.

Cuando las raíces tablares alcanzaron más de 2 m de altura, el diámetro del fuste se midió con el relascopeo. El diámetro final fue en promedio de 2 mediciones contrapuestas del fuste.

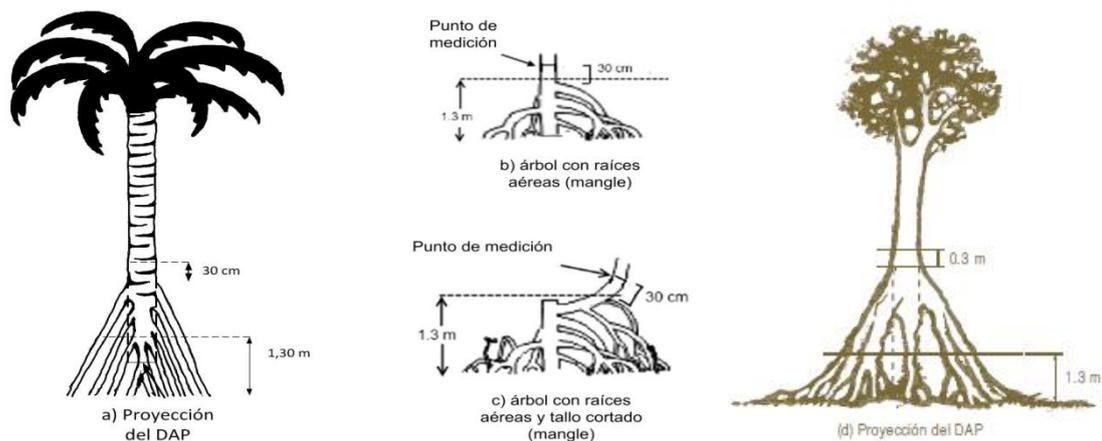


Figura 27. Medición de diámetro de árboles con raíces tablares con altura mayor de 1,3 m, (a) árbol con raíces tablares o gambas, (b) árbol con raíces aéreas (mangle), (c) árbol con raíces aéreas y el tallo principal cortado.

Para árboles con troncos bifurcados, trifurcados o con más divisiones

Se analizó el punto donde el árbol se divide. Los rebrotes de árboles también fueron considerados como árboles y aplica estas mismas condiciones. A continuación se presentan tres casos comunes y algunos fundamentos para decidir la forma correcta de la medición del diámetro en este tipo de árboles:

- Si la bifurcación, trifurcación o más divisiones se originan bajo los 1,3 m de altura (Figura 28a), cada división que alcance el límite del diámetro establecido se midió. Para el registro en el formulario cada división tubo su propio código, la cual incluye la letra F, más la condición de vivo (V) y tres dígitos para su numeración respectiva.
- Si el árbol es bifurcado y esta se origina arriba de 1,3 m, el árbol fue considerado como uno solo (Figura 28b). La medición del diámetro se realizó debajo de la bifurcación si es exacta a 1,3 m de altura. Sin embargo, para estos casos el código del árbol fue como árbol bifurcado.

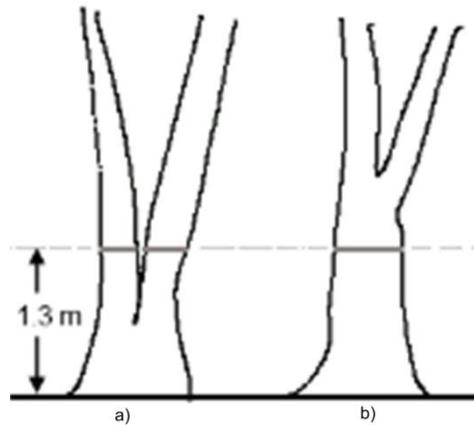


Figura 28. Medición del diámetro de árboles bifurcados: (a) ejemplo de medición para árboles bifurcados debajo de 1,3 m de altura, en este caso los dos fustes se consideran como árboles individuales (se requiere tomar dos mediciones de dap, (b) ejemplo de medición para arboles bifurcados sobre el 1,3 m de altura, en este caso solo se mide un diámetro a 1,3 m.

Si el tronco del árbol fue **trifurcado o con mayores divisiones arriba de 1,30 m**, se realizó la medición individual de los diámetros de las divisiones a 1,30 m del nudo de división, y medir el dap del tronco principal (Figura 29). Estos datos fueron registrados en filas individuales en el formulario (tanto el dap del tronco principal y de las divisiones). El tronco principal se registró en la columna “Código árbol” utilizando como código la letra F y su condición de vivo (siempre en mayúsculas) y su número respectivo; por su parte, las divisiones se anotaron en la columna igual o mayor a la trifurcación “≥ Trifur.”, identificándose con los números 1, 2, 3 o más según el número de divisiones, el orden de numeración se basó en el diámetro de mayor a menor. Para la medición de los diámetros se utilizó el relascopio.

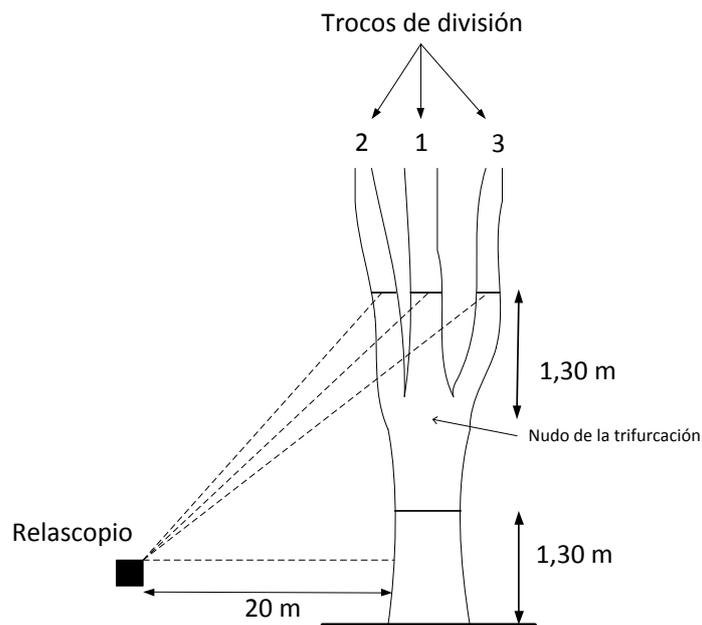


Figura 29. Medición del diámetro de los árboles con divisiones iguales o mayores a la trifurcación. Se midió el dap con cinta diamétrica para el tronco principal, y el diámetro de cada división con el relascopio.

Para **árboles con forma irregular a los 1,3 m** (Figura 30), como por ejemplo protuberancias, heridas, huecos, ramas u otras razones que causen la irregularidad a la altura del pecho, se midió arriba y debajo de la deformación y obtener un promedio del dap.

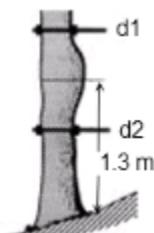


Figura 30. Ejemplo de medición de dap en árboles con deformación a 1,3 m de altura, donde se midieron 2 diámetros arriba y abajo (d_1 y d_2).

Medición de alturas en árboles vivos en pie

Para la medición de la altura de los árboles se consideró:

- La altura total (ht) es la distancia vertical entre el nivel del suelo y el extremo superior del árbol.
- La altura comercial (hc) es la longitud de un tronco o fuste desde su parte inferior hasta su extremo superior donde empiezan las ramificaciones de la copa del árbol (Figura 31).

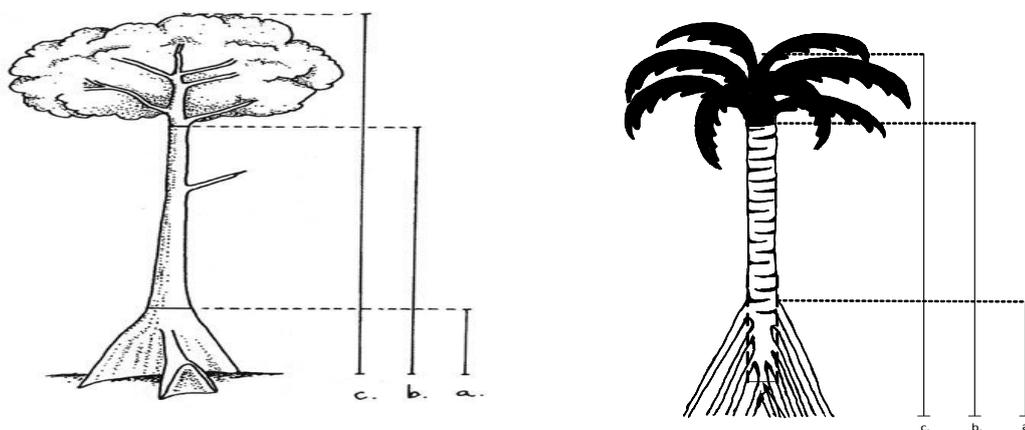


Figura 31. Diferentes tipos de altura de los árboles que fueron medidas: (a) altura de la modificación de la raíz, desde el nivel de suelo hasta la parte superior de la modificación, (b) altura comercial desde el nivel del suelo hasta el punto donde se inician las ramificaciones, y (c) altura total desde el nivel del suelo hasta el punto superior del árbol.

Para la medición de las alturas con el hipsómetro electrónico vertex IV laser, se siguió el procedimiento del manual de uso que la unidad técnica facilitó. Además, se realizó una capacitación para el uso de los equipos electrónicos de alta precisión.

Siguiendo la lógica del procedimiento para la medición de los diámetros, las figuras 32, 33 y 34, detallan el proceso para las mediciones de las alturas

comerciales y totales para árboles bifurcados, trifurcados o con más divisiones.

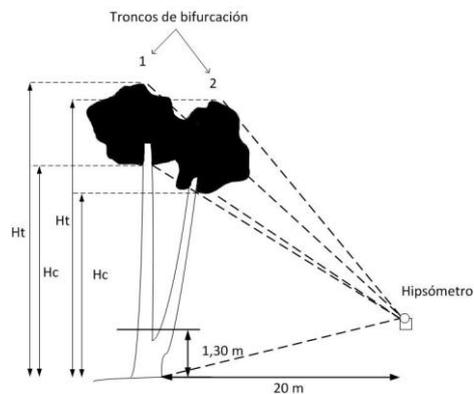


Figura 32. En árboles bifurcados o con más divisiones a menos de 1,3 m, y mayores a 10 o 20 cm de dap según corresponda, las alturas comerciales (h_c) y totales (h_t) se midieron individualmente para cada tronco, con el uso del hipsómetro vertex, y se registraron como árbol individual en el formulario de campo.

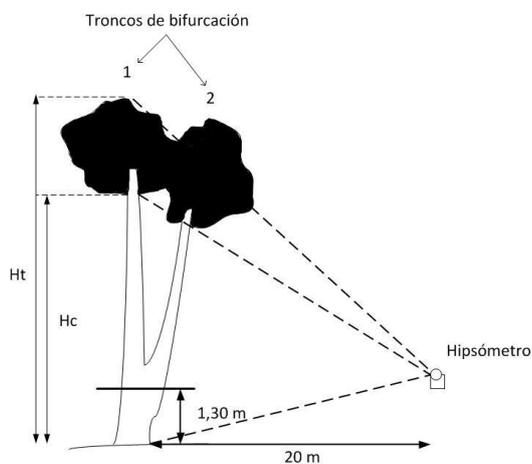


Figura 33. En árboles bifurcados sobre el 1,3 m, las alturas comerciales y totales, se midieron únicamente del tronco principal (mayor diámetro), con el uso del hipsómetro vertex, y se registraron como solo árbol en el formulario de campo.

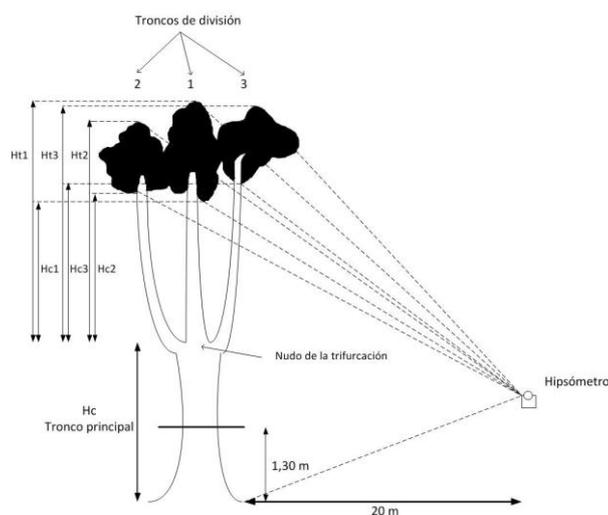


Figura 34. En árboles trifurcados o con más divisiones del tronco sobre el 1,3 m, primeramente se midió la altura del tronco principal (hc); luego se midieron individualmente las alturas comerciales de cada división (en el gráfico hc1, hc2 y hc3) tomando como base el nudo de la trifurcación o división; paralelamente se va midiendo la altura total de cada tronco (en el gráfico ht1, ht2 y ht3). Las mediciones realizadas con el hipsómetro vertex se registraron individualmente (tanto tronco principal y divisiones) en las columnas de alturas comerciales hc y totales ht del formulario de campo.

Medición de diámetro de copa en árboles vivos en pie

Se midieron el diámetro promedio de la copa de todos los árboles mayores a 10 cm de dap, y se registraron en los dos casilleros respectivos del formulario.

Para los casos de árboles bifurcados o con más de dos ramificaciones, debido al entrecruzamiento y combinación de la masa de copa, se midieron el diámetro promedio de la copa unificada de todas las ramificaciones mayores a 10 cm de dap, indistintamente si el dap está bajo o sobre la bifurcación.

El diámetro promedio de la copa individual o unificada se determinó midiendo el diámetro máximo y mínimo observado (Figura 35).

Los diámetros de copa se medirán utilizando el relascopeo de bitterlich.

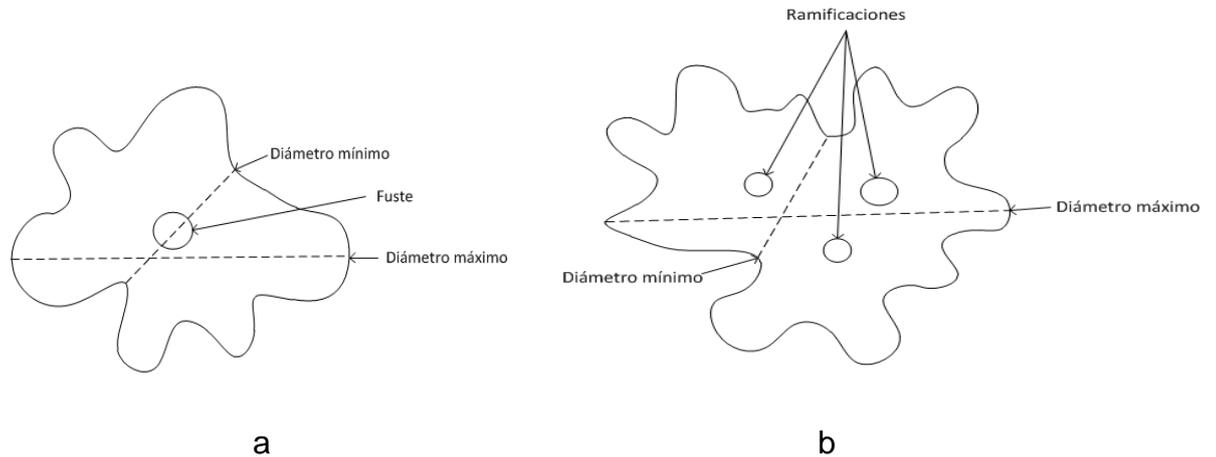


Figura 35. Representación horizontal de la copa para ilustrar la medición del diámetro máximo y mínimo para determinar el diámetro promedio de la copa: (a) para el caso de árboles de un solo fuste, y (b) para el caso de árboles bifurcados o con varias ramificaciones mayores a 10 cm de dap.

Medición de ancho de copa en árboles vivos en pie

Para los árboles de un solo fuste el ancho de copa o altura (A_c) se determinó restando la altura comercial (h_c) de la altura total del árbol (h_t).

$$A_c = h_t - h_c$$

Para los árboles bifurcados o con ramificaciones se consideró el promedio de los anchos o alturas de copa de cada fuste o ramificación.

$$A_c = ((h_{t1} - h_{c1}) + (h_{t2} - h_{c2}) + \dots (h_{tn} - h_{cn})) / \text{número de ramificaciones}$$

Apéndice 3. Índice de valor de importancia (IVI) obtenido para seleccionar las especies a cosechar

Conglomerado 1. Cuevas de los Tayos – Pastaza

Nombre Científico	F	DR %	Fr %	DmR %	IVI %
<i>Guarea kunthiana</i> A, Juss,	14	5,4264	2,4194	5,2895	4,3784
<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke,	11	4,2636	2,4194	5,1463	3,9431
<i>Ficus</i> sp,	10	3,8760	2,4194	4,8850	3,7268
<i>Dacryodes peruviana</i> (Loes,) J,F,Macbr	13	5,0388	2,4194	3,6015	3,6865
<i>Heliocarpus americanus</i> L,	13	5,0388	1,6129	3,8167	3,4895
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav,	9	3,4884	2,4194	3,2325	3,0467
Desconocido	12	4,6512	2,4194	1,8994	2,9900
<i>Caryodendron orinocense</i> H, Karst,	10	3,8760	2,4194	2,6685	2,9879
<i>Pourouma minor</i> Benoist	8	3,1008	2,4194	3,2099	2,9100
<i>Hasseltia floribunda</i> Kunth,	9	3,4884	2,4194	1,1844	2,3641
<i>Cedrela odorata</i> L,	4	1,5504	1,6129	3,7422	2,3018
<i>Aspidosperma clariense</i> Woodson ex Dwyer	4	1,5504	2,4194	2,4881	2,1526
<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr,) A,H, Gentry	4	1,5504	1,6129	2,7228	1,9620
<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng	2	0,7752	0,8065	4,2856	1,9558
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav,) Steud,	4	1,5504	1,6129	2,6230	1,9288
<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav,	2	0,7752	1,6129	3,3519	1,9133
<i>Trichilia</i> sp	6	2,3256	2,4194	0,9194	1,8881
<i>Sapium marmieri</i> Huber	7	2,7132	1,6129	1,2426	1,8562
<i>Urera caracasana</i> (Jacq,) Gaudich, ex Griseb,	7	2,7132	2,4194	0,4170	1,8499
<i>Conceveiba</i> sp,	6	2,3256	2,4194	0,8019	1,8489
<i>Acacia glomerosa</i> Benth,	3	1,1628	1,6129	2,7252	1,8336
<i>Nectandra</i> sp, 2	3	1,1628	0,8065	3,2681	1,7458
<i>Matisia cordata</i> Bonpl,	2	0,7752	1,6129	2,8087	1,7323
<i>Huerteia glandulosa</i> Ruiz & Pav,	4	1,5504	1,6129	1,7734	1,6456
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl,	3	1,1628	2,4194	0,7648	1,4490
<i>Micropholis</i> sp,	2	0,7752	1,6129	1,8071	1,3984
<i>Inga</i> sp,	3	1,1628	2,4194	0,3985	1,3269

.....continuación conglomerado 1

Nombre Científico	F	DR %	Fr %	DmR %	IVI %
<i>Nectandra sp,</i>	2	0,7752	1,6129	1,5839	1,3240
<i>Cecropia sp,</i>	6	2,3256	0,8065	0,5812	1,2377
<i>Macrocnemum roseum</i> (Ruiz & Pav,) Wedd,	1	0,3876	0,8065	2,4849	1,2263
<i>Cecropia sp, 2</i>	4	1,5504	1,6129	0,4961	1,2198
<i>Nectandra sp, 1</i>	3	1,1628	1,6129	0,6960	1,1572
<i>Pseudolmedia rigida</i> (Klotzsch & H, Karst,) Cuatrec,	2	0,7752	1,6129	1,0799	1,1560
<i>Sloanea grandiflora</i> Sm,	2	0,7752	0,8065	1,8041	1,1286
<i>Ficus sp, 2</i>	3	1,1628	0,8065	1,4133	1,1275
<i>Grias peruviana</i> Miers	3	1,1628	1,6129	0,5617	1,1125
<i>Chrysochlamis membranacea</i> Planeh, & Triana,	2	0,7752	2,4194	0,1139	1,1028
<i>Ocotea sp,</i>	4	1,5504	0,8065	0,9430	1,0999
<i>Simira rubescens</i> (Benth,) Bremek, ex Steyerm,	1	0,3876	0,8065	1,8578	1,0173
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart,	2	0,7752	0,8065	1,4530	1,0116
<i>Calatola sp,</i>	4	1,5504	0,8065	0,6632	1,0067
<i>Cecropia sp, 3</i>	2	0,7752	1,6129	0,5494	0,9792
<i>Guarea sp,</i>	1	0,3876	0,8065	1,6335	0,9425
<i>Neea sp,</i>	2	0,7752	1,6129	0,1422	0,8434
<i>Tachigali vasquezii</i> Pipoly,	2	0,7752	0,8065	0,8609	0,8142
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq,) H, Karst,	1	0,3876	0,8065	1,1377	0,7772
<i>Pourouma sp,</i>	1	0,3876	0,8065	0,9674	0,7205
<i>Inga multinervis</i> T,D, Penn,	2	0,7752	0,8065	0,5393	0,7070
<i>Alchornea glandulosa</i> Poepp,	2	0,7752	0,8065	0,5098	0,6972
<i>Couroupita guianensis</i> Aubl,	1	0,3876	0,8065	0,8557	0,6832
<i>Virola sp,</i>	2	0,7752	0,8065	0,3679	0,6498
<i>Urera sp,</i>	2	0,7752	0,8065	0,2693	0,6170
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pav,) Oken,	1	0,3876	0,8065	0,6437	0,6126
<i>Lunania sp,</i>	2	0,7752	0,8065	0,2037	0,5951
<i>Nectandra sp, 3</i>	1	0,3876	0,8065	0,5421	0,5787
<i>Lonchocarpus sp,</i>	2	0,7752	0,8065	0,1472	0,5763
<i>Inga sp, 1</i>	2	0,7752	0,8065	0,0863	0,5560
<i>Minquartia guianensis</i> Aubl,	1	0,3876	0,8065	0,4555	0,5498
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell,) Mart,	1	0,3876	0,8065	0,4144	0,5362

.....continuación conglomerado 1

Nombre Científico	F	DR %	Fr %	DmR %	IVI %
<i>Inga sp, 2</i>	1	0,3876	0,8065	0,3649	0,5197
<i>Triplaris sp,</i>	1	0,3876	0,8065	0,3559	0,5166
<i>Inga edulis</i> Mart,	1	0,3876	0,8065	0,3208	0,5049
<i>Palicourea sp,</i>	1	0,3876	0,8065	0,3028	0,4990
<i>Tetrathylacium macrophyllum</i> Poepp,	1	0,3876	0,8065	0,2465	0,4802
<i>Triplaris americana</i> L,	1	0,3876	0,8065	0,2122	0,4687
<i>Theobroma cacao</i> L,	1	0,3876	0,8065	0,1788	0,4576
<i>Trema micrantha</i> (L,) Blume	1	0,3876	0,8065	0,1678	0,4540
<i>Ruizodendron ovale</i> (Ruiz & Pav,) R,E, Fr,	1	0,3876	0,8065	0,1542	0,4494
<i>Solanum sp,</i>	1	0,3876	0,8065	0,1430	0,4457
<i>Miconia sp,</i>	1	0,3876	0,8065	0,0970	0,4304
<i>Batocarpus orinocensis</i> H, Karst,	1	0,3876	0,8065	0,0878	0,4273
<i>Cyphomandra hartwegii</i> (Miers,) Walp,	1	0,3876	0,8065	0,0834	0,4258
<i>Chrysophyllum venezuelanense</i> (Pierre) T,D, Penn,	1	0,3876	0,8065	0,0749	0,4230
<i>Miconia sp, 1</i>	1	0,3876	0,8065	0,0393	0,4111
SAPINDACEAE	1	0,3876	0,8065	0,0385	0,4109
TOTAL	258	100	100	100	100

F= Frecuencia; DR= Densidad relativa (%); Fr= Frecuencia Relativa (%); DmR= Dominancia Relativa (%); IVI= Índice de valor de importancia (%)

Conglomerado 2. Dayuma – Orellana

Nombre Científico	F	DR %	DmR %	FR %	I,V,I %
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D, Don	8	2,1798	6,3588	1,0050	3,1812
<i>Alchornea pearcei</i> Britton ex Rusby	10	2,7248	5,2826	1,5075	3,1716
<i>Grias peruviana</i> Miers	18	4,9046	2,9389	1,5075	3,1170
<i>Guatteria</i> sp,	12	3,2698	3,8320	1,5075	2,8698
<i>Virola pavonis</i> (A, DC,) A,C, Sm,	7	1,9074	4,4857	1,5075	2,6335
<i>Nectandra</i> sp,	11	2,9973	2,6323	1,0050	2,2115
<i>Inga</i> sp,	7	1,9074	2,8802	1,5075	2,0984
<i>Iryanthera lancifolia</i> Ducke,	9	2,4523	1,8974	1,5075	1,9524
<i>Myrsia</i> sp,	7	1,9074	2,0549	1,5075	1,8233
<i>Pourouma tomentosa</i> Mart, ex Miq,	7	1,9074	1,9357	1,5075	1,7835
<i>Calycophyllum obovatum</i> (Ducke) Ducke,	7	1,9074	1,8415	1,5075	1,7521
<i>Guarea purusana</i> C, DC,	6	1,6349	2,0538	1,5075	1,7321
<i>Guarea</i> sp,	7	1,9074	2,2198	1,0050	1,7107
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav,) J,F, Macbr,	7	1,9074	1,6896	1,5075	1,7015
<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl,) Kuntze	6	1,6349	1,7625	1,5075	1,6350
<i>Protium nodulosum</i> Swart,	7	1,9074	1,3318	1,5075	1,5822
<i>Simira</i> sp,	5	1,3624	1,5000	1,5075	1,4567
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl,	6	1,6349	1,2096	1,5075	1,4507
<i>Xylopia</i> sp,	6	1,6349	1,0759	1,5075	1,4061
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart, & Eichler) Pierre	4	1,0899	1,5632	1,5075	1,3869
<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr,) A,H, Gentry	8	2,1798	1,4619	0,5025	1,3814
<i>Inga nobilis</i> Willd,	4	1,0899	1,9829	1,0050	1,3593
<i>Guarea pterorhachis</i> Harms	7	1,9074	1,0801	1,0050	1,3308
<i>Protium amazonicum</i> (Cuatrec,) D,C, Daly	6	1,6349	0,8251	1,5075	1,3225
<i>Coussapoa</i> sp,	3	0,8174	1,5309	1,5075	1,2853
<i>Persea</i> sp,	4	1,0899	1,2516	1,5075	1,2830
<i>Iryanthera</i> sp,	5	1,3624	1,1844	1,0050	1,1839
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart,	4	1,0899	1,4276	1,0050	1,1742
<i>Neea</i> sp,	3	0,8174	1,6179	1,0050	1,1468

.....continuación conglomerado 2

Nombre Científico	F	DR %	DmR %	FR %	I,V,I %
<i>Miconia sp,</i>	4	1,0899	1,2104	1,0050	1,1018
<i>Iryanthera sp,1</i>	4	1,0899	0,9918	1,0050	1,0289
<i>Guatteria sp, 2</i>	3	0,8174	0,7587	1,5075	1,0279
<i>Tachigali formicarum</i> Harms,	3	0,8174	1,1767	1,0050	0,9997
<i>Perebea sp,</i>	5	1,3624	0,6207	1,0050	0,9961
<i>Laetia procera</i> (Poepp,) Eichler,	3	0,8174	0,5308	1,5075	0,9519
<i>Spondias mombin</i> L,	3	0,8174	1,0020	1,0050	0,9415
<i>Pleuranthodendron lindenii</i> (Turcz,) Sleumer	2	0,5450	1,7321	0,5025	0,9265
<i>Theobroma subincanum</i> Mart,	4	1,0899	0,6117	1,0050	0,9022
<i>Calophyllum sp,</i>	2	0,5450	1,6477	0,5025	0,8984
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth,) J,D, Mitch,	3	0,8174	0,8156	1,0050	0,8794
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC,) S,A, Mori,	2	0,5450	1,0771	1,0050	0,8757
<i>Miconia sp, 1</i>	6	1,6349	0,4010	0,5025	0,8461
<i>Sorocea sp,</i>	4	1,0899	0,3730	1,0050	0,8226
<i>Aspidosperma sp,</i>	3	0,8174	0,5613	1,0050	0,7946
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb,	3	0,8174	0,5057	1,0050	0,7760
<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth,	2	0,5450	1,2110	0,5025	0,7528
<i>Sloanea sp,</i>	2	0,5450	0,6728	1,0050	0,7409
Desconocido	2	0,5450	0,6013	1,0050	0,7171
<i>Ocotea sp,</i>	3	0,8174	0,2786	1,0050	0,7003
RUBIACEAE	2	0,5450	0,5308	1,0050	0,6936
<i>Simira rubescens</i> (Benth,) Bremek, ex Steyerm,	3	0,8174	0,7029	0,5025	0,6743
<i>Virola sp,</i>	2	0,5450	0,4607	1,0050	0,6702
<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier	1	0,2725	1,2094	0,5025	0,6615
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl,	3	0,8174	0,6584	0,5025	0,6594
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul,	2	0,5450	0,3567	1,0050	0,6356
<i>Dacryodes peruviana</i> (Loes,) J,F, Macbr,	2	0,5450	0,3384	1,0050	0,6295
<i>Batocarpus orinocensis</i> H, Karst,	2	0,5450	0,3265	1,0050	0,6255
<i>Eugenia sp,</i>	2	0,5450	0,3128	1,0050	0,6209
<i>Virola flexuosa</i> A,C, Sm,	2	0,5450	0,3020	1,0050	0,6173
<i>Miconia punctata</i> (Desr,) D, Don ex DC,	2	0,5450	0,3000	1,0050	0,6167
<i>Pourouma bicolor</i> Mart,	1	0,2725	1,0493	0,5025	0,6081

.....continuación conglomerado2

Nombre Científico	F	DR %	DmR %	FR %	I,V,I %
<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq,) G, Nicholson	2	0,5450	0,2525	1,0050	0,6008
<i>Ceiba sp,1</i>	1	0,2725	0,9862	0,5025	0,5871
<i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke	1	0,2725	0,8054	0,5025	0,5268
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav,	1	0,2725	0,7631	0,5025	0,5127
<i>Protium sp,</i>	3	0,8174	0,2144	0,5025	0,5115
<i>Meliosma sp,</i>	2	0,5450	0,4738	0,5025	0,5071
<i>Ryania sp,</i>	3	0,8174	0,1993	0,5025	0,5064
<i>Cordia ucayaliensis</i> (I,M, Johnst,) I,M, Johnst,	3	0,8174	0,1607	0,5025	0,4935
<i>Brownea sp,</i>	3	0,8174	0,1534	0,5025	0,4911
<i>Spondias sp,</i>	1	0,2725	0,6400	0,5025	0,4717
<i>Parkia velutina</i> Benoist	1	0,2725	0,6341	0,5025	0,4697
ANNONACEAE	1	0,2725	0,5966	0,5025	0,4572
<i>Xylopia sp,1</i>	2	0,5450	0,3229	0,5025	0,4568
<i>Brosimum sp,</i>	1	0,2725	0,0424	1,0050	0,4400
<i>Caryocar sp,</i>	1	0,2725	0,5197	0,5025	0,4316
<i>Guatteria sp, 1</i>	2	0,5450	0,2115	0,5025	0,4197
<i>Pseudolmedia rigida</i> (Klotzsch & H, Karst,) Cuatrec	1	0,2725	0,4781	0,5025	0,4177
<i>Browneopsis sp,</i>	2	0,5450	0,1997	0,5025	0,4157
<i>Hieronyma oblonga</i> (Tul,) Müll, Arg,	2	0,5450	0,1790	0,5025	0,4088
<i>Minuartia guianensis</i> Aubl,	2	0,5450	0,1768	0,5025	0,4081
<i>Erisma uncinatum</i> Warm,	1	0,2725	0,4190	0,5025	0,3980
<i>Dendropanax sp,</i>	2	0,5450	0,1218	0,5025	0,3897
<i>Mabea occidentalis</i> Benth,	2	0,5450	0,0950	0,5025	0,3808
<i>Mauriri sp,</i>	1	0,2725	0,3377	0,5025	0,3709
<i>Pleurothyrium sp,</i>	1	0,2725	0,3271	0,5025	0,3674
<i>Sterculia sp,</i>	1	0,2725	0,2903	0,5025	0,3551
<i>Alliophylus sp,</i>	1	0,2725	0,2502	0,5025	0,3417
<i>Castilla sp,</i>	1	0,2725	0,2393	0,5025	0,3381
<i>Naucleopsis sp,</i>	1	0,2725	0,2269	0,5025	0,3340
<i>Virola calophylla</i> (Spruce) Warb,	1	0,2725	0,2234	0,5025	0,3328
<i>Pleurothyrium sp</i>	1	0,2725	0,1868	0,5025	0,3206
<i>Jacaratia digitata</i> (Poepp, & Endl,) Solms	1	0,2725	0,1758	0,5025	0,3169

.....continuación conglomerado 2

Nombre Científico	F	DR %	DmR %	FR %	I,V,I %
<i>Iryanthera sp,2</i>	1	0,2725	0,1743	0,5025	0,3164
<i>Macheirum sp,</i>	1	0,2725	0,1727	0,5025	0,3159
<i>Ilex sp,</i>	1	0,2725	0,1712	0,5025	0,3154
<i>Inga thibaudiana DC,</i>	1	0,2725	0,1712	0,5025	0,3154
<i>Enterolobium sp,</i>	1	0,2725	0,1563	0,5025	0,3104
<i>Brownea multijuga Britton & Killip,</i>	1	0,2725	0,1491	0,5025	0,3080
<i>Cabralea canjerana (Vell,) Mart,</i>	1	0,2725	0,1477	0,5025	0,3076
<i>Unonopsis sp,</i>	1	0,2725	0,1449	0,5025	0,3066
<i>Tapirira sp,</i>	1	0,2725	0,1353	0,5025	0,3034
<i>Trophis sp,</i>	1	0,2725	0,1260	0,5025	0,3003
<i>Chrysochlamys membranacea Planch, & Triana</i>	1	0,2725	0,1234	0,5025	0,2995
<i>Miconia sp, 2</i>	1	0,2725	0,1145	0,5025	0,2965
<i>Micropholis sp,</i>	1	0,2725	0,1096	0,5025	0,2949
<i>Mouriri sp,</i>	1	0,2725	0,0813	0,5025	0,2854
<i>Browsimum sp,</i>	1	0,2725	0,0802	0,5025	0,2851
<i>Osteophloeum platyspermum (Spruce ex A, DC,) Warb,</i>	1	0,2725	0,0731	0,5025	0,2827
<i>Tetrathylacium macrophyllum Poepp,</i>	1	0,2725	0,0731	0,5025	0,2827
<i>Compsonaura sp,</i>	1	0,2725	0,0682	0,5025	0,2811
<i>Miconia sp, 3</i>	1	0,2725	0,0616	0,5025	0,2789
<i>Ruizodendron ovale (Ruiz & Pav,) R,E, Fr,</i>	1	0,2725	0,0607	0,5025	0,2786
<i>Maquira sp,</i>	1	0,2725	0,0580	0,5025	0,2777
<i>Huerteia glandulosa Ruiz & Pav,</i>	1	0,2725	0,0563	0,5025	0,2771
<i>Prunus sp,</i>	1	0,2725	0,0563	0,5025	0,2771
<i>Hippotis sp,</i>	1	0,2725	0,0545	0,5025	0,2765
<i>Gustavia longifolia Poepp, ex O, Berg</i>	1	0,2725	0,0537	0,5025	0,2762
<i>Ocotea costulata (Nees) Mez,</i>	1	0,2725	0,0440	0,5025	0,2730
<i>Guarea grandiflora Decne, ex Steud,</i>	1	0,2725	0,0394	0,5025	0,2715
<i>Trichilia sp,</i>	1	0,2725	0,0352	0,5025	0,2701
<i>Marila sp,</i>	1	0,2725	0,0345	0,5025	0,2698
<i>Porcelia sp,</i>	1	0,2725	0,0345	0,5025	0,2698
TOTAL	367	100	100	100	100

F= Frecuencia; DR= Densidad relativa (%); Fr= Frecuencia Relativa (%); DmR= Dominancia Relativa (%); IVI= Índice de valor de importancia (%)

Conglomerado 3. Juan Montalvo – Sucumbíos

Nombre Científico	F	DR%	Fr%	DmR %	IVI %
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl.) D, Don	37	11,3150	0,5650	13,7383	8,5394
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart,	21	6,4220	1,1299	9,9332	5,8284
<i>Erismia uncinatum</i> Warm,	16	4,8930	1,6949	5,3806	3,9895
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC,) S,A, Mori	9	2,7523	1,6949	4,4630	2,9701
<i>Inga</i> sp,	10	3,0581	1,6949	2,0841	2,2790
<i>Matisia malacocalyx</i> (A, Robyns & S, Nilsson) W,S, Alverson	6	1,8349	1,1299	1,6629	1,5426
<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr,) A,H, Gentry	3	0,9174	1,6949	2,0113	1,5412
<i>Nectandra</i> sp,	7	2,1407	1,1299	1,3236	1,5314
<i>Enterolobium</i> sp,	4	1,2232	1,1299	2,2258	1,5263
<i>Protium nodulosum</i> Swart	3	0,9174	1,1299	2,4099	1,4858
<i>Ophiocaryon manausense</i> (W, Rodrigues) Barneby	8	2,4465	0,5650	1,4225	1,4780
<i>Perebea</i> sp,	6	1,8349	1,6949	0,8109	1,4469
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl,	4	1,2232	1,6949	1,1441	1,3541
<i>Pourouma tomentosa</i> Mart, ex Miq,	4	1,2232	1,6949	0,9977	1,3053
<i>Pouteria</i> sp,	3	0,9174	0,5650	2,0374	1,1733
<i>Matisia</i> sp,	3	0,9174	1,6949	0,8869	1,1664
<i>Cordia</i> sp,	4	1,2232	1,1299	1,0673	1,1402
<i>Miconia punctata</i> (Desr,) D, Don ex DC,	5	1,5291	1,1299	0,6047	1,0879
<i>Pleuranthodendron lindenii</i> (Turcz,) Sleumer,	2	0,6116	1,1299	1,3616	1,0344
<i>Symphonia globulifera</i> L, f,	2	0,6116	0,5650	1,9251	1,0339
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl,	3	0,9174	1,1299	1,0486	1,0320
<i>Pachira</i> sp,	3	0,9174	1,1299	1,0464	1,0313
<i>Persea</i> sp,	1	0,3058	0,5650	2,2027	1,0245
<i>Neea</i> sp,	4	1,2232	0,5650	1,1020	0,9634
<i>Cecropia</i> sp,	4	1,2232	1,1299	0,4978	0,9503
<i>Perebea</i> sp, 1	4	1,2232	0,5650	0,9189	0,9024
<i>Guarea kunthiana</i> A, Juss,	2	0,6116	0,5650	1,4847	0,8871
<i>Hyeronima oblonga</i> (Tul,) Müll, Arg,	3	0,9174	1,1299	0,6135	0,8870
<i>Sloanea</i> sp,	2	0,6116	1,1299	0,8770	0,8728
<i>Guatteria</i> sp,	3	0,9174	1,1299	0,4180	0,8218

.....continuación conglomerado 3

Nombre Científico	F	DR%	Fr%	DmR %	IVI %
<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A, DC,) Warb,	4	1,2232	0,5650	0,6710	0,8197
<i>Ocotea sp,</i>	2	0,6116	1,1299	0,6855	0,8090
<i>Machaerium sp,</i>	2	0,6116	1,1299	0,6745	0,8053
<i>Lecythis sp,</i>	3	0,9174	0,5650	0,8968	0,7931
<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth,	2	0,6116	1,1299	0,5808	0,7741
<i>Brownea multijuga</i> Britton & Killip	3	0,9174	1,1299	0,2646	0,7707
<i>Pouteria sp, 6</i>	1	0,3058	0,5650	1,4253	0,7654
<i>Maquira sp,</i>	2	0,6116	1,1299	0,4875	0,7430
<i>Sloanea synandra</i> Spruce ex Benth,	2	0,6116	1,1299	0,4571	0,7329
<i>Simira sp,</i>	2	0,6116	0,5650	1,0186	0,7317
<i>Inga sp, 1</i>	2	0,6116	1,1299	0,4139	0,7185
<i>Swartzia sp,</i>	2	0,6116	1,1299	0,2988	0,6801
<i>Eugenia sp,</i>	2	0,6116	1,1299	0,2807	0,6741
<i>Cestrum racemosum</i> Ruiz & Pav,	3	0,9174	0,5650	0,5393	0,6739
<i>Banara guianensis</i> Aubl,	2	0,6116	1,1299	0,2638	0,6685
<i>Leonia glycyarpa</i> Ruiz & Pav,	2	0,6116	1,1299	0,2267	0,6561
<i>Dialium guianense</i> (Aubl,) Sandwith	1	0,3058	0,5650	1,0703	0,6470
<i>Guarea sp</i>	2	0,6116	1,1299	0,1976	0,6464
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav,) J,F, Macbr,	3	0,9174	0,5650	0,4301	0,6375
<i>Siparuna sp,</i>	2	0,6116	1,1299	0,1250	0,6222
<i>Virola pavonis</i> (A, DC,) A,C, Sm,	2	0,6116	0,5650	0,6562	0,6109
<i>Sorocea sp,</i>	3	0,9174	0,5650	0,3166	0,5997
<i>Jacaratia spinosa</i> (Aubl,) A, DC,	1	0,3058	0,5650	0,9097	0,5935
<i>Alchornea pearcei</i> Britton ex Rusby	2	0,6116	0,5650	0,5331	0,5699
<i>Genipa americana</i> L,	1	0,3058	0,5650	0,8363	0,5690
<i>Miconia sp, 1</i>	2	0,6116	0,5650	0,5295	0,5687
<i>Protium amazonicum</i> (Cuatrec,) D,C, Daly	2	0,6116	0,5650	0,4960	0,5575
<i>Tovomita weddelliana</i> Planch, & Triana	2	0,6116	0,5650	0,4083	0,5283
<i>Perebea sp, 2</i>	2	0,6116	0,5650	0,3866	0,5210
<i>Guatteria sp, 1</i>	2	0,6116	0,5650	0,3679	0,5148
<i>Pleurothyrium sp,</i>	1	0,3058	0,5650	0,6699	0,5136
<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl,) Maguire, Steyerm, & Frodin	1	0,3058	0,5650	0,6628	0,5112

.....continuación conglomerado 3

Nombre Científico	F	DR%	Fr%	DmR %	IVI %
<i>Pourouma guianensis</i> Aubl,	2	0,6116	0,5650	0,3359	0,5042
<i>Parkia velutina</i> Benoist	1	0,3058	0,5650	0,6071	0,4926
<i>Pourouma</i> sp,	2	0,6116	0,5650	0,3004	0,4923
<i>Brownea</i> sp,1	2	0,6116	0,5650	0,2869	0,4878
<i>Allophylus</i> sp,	2	0,6116	0,5650	0,2401	0,4722
RUBIACEAE	1	0,3058	0,5650	0,4939	0,4549
<i>Gutteria</i> sp, 5	1	0,3058	0,5650	0,4878	0,4529
<i>Inga edulis</i> Mart,	1	0,3058	0,5650	0,4848	0,4518
<i>Pouteria</i> sp, 2	1	0,3058	0,5650	0,4817	0,4508
<i>Miconia</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,4431	0,4380
<i>Pourouma cecropiifolia</i> Mart,	1	0,3058	0,5650	0,4402	0,4370
<i>Clusia</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,4090	0,4266
<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemão	1	0,3058	0,5650	0,4006	0,4238
<i>Perebea tessmannii</i> Mildbr,	1	0,3058	0,5650	0,3629	0,4112
<i>Sloanea guianensis</i> (Aubl,) Benth,	1	0,3058	0,5650	0,3550	0,4086
<i>Eschweilera</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,3524	0,4077
<i>Pouteria</i> sp, 5	1	0,3058	0,5650	0,3371	0,4026
<i>Platymiscium</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,3220	0,3976
<i>Pouteria</i> sp, 3	1	0,3058	0,5650	0,3220	0,3976
<i>Lindackeria paludosa</i> (Benth,) Gilg	1	0,3058	0,5650	0,3025	0,3911
<i>Alibertia</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,2977	0,3895
<i>Ormosia</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,2906	0,3871
<i>Xylopia</i> sp,2	1	0,3058	0,5650	0,2859	0,3856
<i>Brownea</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,2813	0,3840
<i>Crepidospermum</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,2608	0,3772
<i>Bellucia pentamera</i> Naudin	1	0,3058	0,5650	0,2264	0,3657
<i>Macrolobium</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,2202	0,3637
<i>Gutteria</i> sp, 6	1	0,3058	0,5650	0,2182	0,3630
<i>Endlicheria</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,2121	0,3610
<i>Siparuna</i> sp,1	1	0,3058	0,5650	0,2101	0,3603
<i>Sterculia apeibophylla</i> Ducke	1	0,3058	0,5650	0,2101	0,3603
<i>Xylopia</i> sp,1	1	0,3058	0,5650	0,2061	0,3590

.....continuación conglomerado 3

Nombre Científico	F	DR%	Fr%	DmR %	IVI %
ANNONACEAE	1	0,3058	0,5650	0,1849	0,3519
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb,	1	0,3058	0,5650	0,1774	0,3494
<i>Tabebuia</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,1756	0,3488
<i>Inga thibaudiana</i> DC,	1	0,3058	0,5650	0,1492	0,3400
<i>Guatteria</i> sp, 4	1	0,3058	0,5650	0,1442	0,3383
<i>Inga punctata</i> Willd,	1	0,3058	0,5650	0,1377	0,3362
<i>Pouteria</i> sp, 1	1	0,3058	0,5650	0,1377	0,3362
<i>Inga capitata</i> Desv,	1	0,3058	0,5650	0,1220	0,3309
<i>Lacunaria</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,1174	0,3294
<i>Cordia ucayaliensis</i> (I,M, Johnst,) I,M, Johnst,	1	0,3058	0,5650	0,1159	0,3289
<i>Matisia</i> sp, 1	1	0,3058	0,5650	0,1144	0,3284
<i>Guatteria</i> sp, 2	1	0,3058	0,5650	0,1130	0,3279
<i>Sterculia</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,1072	0,3260
<i>Neea</i> sp,1	1	0,3058	0,5650	0,1029	0,3246
<i>Licania</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,1002	0,3236
<i>Porcelia</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,0974	0,3227
Desconocido	1	0,3058	0,5650	0,0961	0,3223
<i>Brosimum</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,0934	0,3214
<i>Micropholis venulosa</i> (Mart, & Eichler) Pierre	1	0,3058	0,5650	0,0920	0,3209
<i>Heisteria</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,0907	0,3205
<i>Ryania</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,0855	0,3188
<i>Warszewiczia</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,0830	0,3179
<i>Inga</i> sp, 2	1	0,3058	0,5650	0,0805	0,3171
<i>Tetragastris panamensis</i> (Engl,) Kuntze,	1	0,3058	0,5650	0,0805	0,3171
<i>Prunus</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,0768	0,3159
<i>Pouteria</i> sp, 4	1	0,3058	0,5650	0,0744	0,3151
<i>Pentagonia</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,0709	0,3139
<i>Quararibea wittii</i> K, Schum, & Ulbr,	1	0,3058	0,5650	0,0709	0,3139
<i>Dipteryx</i> sp,	1	0,3058	0,5650	0,0697	0,3135
<i>Grias peruviana</i> Miers	1	0,3058	0,5650	0,0697	0,3135
<i>Iryanthera</i> sp,1	1	0,3058	0,5650	0,0697	0,3135
<i>Neea</i> sp,2	1	0,3058	0,5650	0,0686	0,3131

.....continuación conglomerado 3

Nombre Científico	F	DR%	Fr%	DmR %	IVI %
<i>Sterculia colombiana</i> Sprague	1	0,3058	0,5650	0,0686	0,3131
<i>Laetia procera</i> (Poepp,) Eichler	1	0,3058	0,5650	0,0663	0,3124
<i>Trophis sp,</i>	1	0,3058	0,5650	0,0619	0,3109
<i>Ilex sp,</i>	1	0,3058	0,5650	0,0587	0,3098
<i>Gustavia longifolia</i> Poepp, ex O, Berg	1	0,3058	0,5650	0,0576	0,3095
<i>Tapirira obtusa</i> (Benth,) J,D, Mitch,	1	0,3058	0,5650	0,0515	0,3074
<i>Matisia sp, 2</i>	1	0,3058	0,5650	0,0505	0,3071
<i>Mircia sp,</i>	1	0,3058	0,5650	0,0486	0,3065
TOTAL	327	100	100	100	100

F= Frecuencia; DR= Densidad relativa (%); Fr= Frecuencia Relativa (%); DmR= Dominancia Relativa (%); IVI= Índice de valor de importancia (%)

Conglomerado 4. Tiwintza – Morona Santiago

Nombre Científico	F	DR %	DmR %	FR %	I,V,I %
<i>Inga sp,</i>	24	6,6482	8,2929	1,6949	5,5453
<i>Jacaranda copaia</i> (Aubl,) D, Don	18	4,9861	4,6131	1,6949	3,7647
<i>Pouteria sp,</i>	14	3,8781	3,4949	1,6949	3,0226
<i>Cecropia sciadophylla</i> Mart,	9	2,4931	4,7703	1,6949	2,9861
<i>Pseudosenefeldera inclinata</i> (Müll, Arg,) Esser	17	4,7091	2,3384	1,1299	2,7258
<i>Hevea guianensis</i> Aubl,	8	2,2161	4,0211	1,6949	2,6440
<i>Micrandra spruceana</i> (Baill,) R,E, Schultes	8	2,2161	3,2603	1,6949	2,3904
<i>Miconia sp,</i>	9	2,4931	2,5170	1,6949	2,2350
<i>Parkia multijuga</i> Benth,	8	2,2161	2,5707	1,6949	2,1606
<i>Eschweilera coriacea</i> (DC,) S,A, Mori	6	1,6620	2,4646	1,6949	1,9405
<i>Cecropia sp,</i>	8	2,2161	2,1656	1,1299	1,8372
<i>Virola sp,</i>	6	1,6620	1,6918	1,6949	1,6829
<i>Macrobium sp,</i>	6	1,6620	2,8028	0,5650	1,6766
<i>Virola peruviana</i> (A, DC,) Warb,	8	2,2161	1,4933	1,1299	1,6131
<i>Guarea pterorhachis</i> Harms,	7	1,9391	1,1191	1,6949	1,5844
<i>Dacryodes peruviana</i> (Loes,) J,F, Macbr,	7	1,9391	1,0911	1,6949	1,5750
<i>Tachigali chrysaloides</i> van der Werff	3	0,8310	2,7234	1,1299	1,5615
<i>Otoba parvifolia</i> (Markgr,) A,H, Gentry	5	1,3850	1,3998	1,6949	1,4932
<i>Vochysia sp,</i>	2	0,5540	2,6707	1,1299	1,4515
<i>Eschweilera sp,</i>	5	1,3850	1,8370	1,1299	1,4507
<i>Micropholis sp,</i>	2	0,5540	2,4538	1,1299	1,3792
<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav,	4	1,1080	1,2535	1,6949	1,3522
<i>Clusia sp,</i>	5	1,3850	0,8191	1,6949	1,2997
<i>Osteophloeum platyspermum</i> (Spruce ex A, DC,) Warb,	3	0,8310	1,9324	1,1299	1,2978
<i>Pourouma minor</i> Benoist	4	1,1080	1,4398	1,1299	1,2259
<i>Theobroma cacao</i> L,	7	1,9391	0,5944	1,1299	1,2211
<i>Desconocido</i>	4	1,1080	0,7360	1,6949	1,1797
<i>Ceiba sp,</i>	5	1,3850	1,0020	1,1299	1,1723
<i>Nectandra sp,</i>	4	1,1080	0,6211	1,6949	1,1414
<i>Apeiba membranacea</i> Spruce ex Benth,	3	0,8310	1,3345	1,1299	1,0985

.....continuación conglomerado 4

Nombre Científico	F	DR %	DmR %	FR %	I,V,I %
<i>Mabea sp,</i>	7	1,9391	0,7703	0,5650	1,0914
<i>Calliandra trinervia</i> Benth,	4	1,1080	0,8792	1,1299	1,0391
<i>Matisia sp,</i>	6	1,6620	0,7740	0,5650	1,0004
<i>Guarea sp,</i>	3	0,8310	0,9922	1,1299	0,9844
<i>Neea sp,</i>	2	0,5540	1,2521	1,1299	0,9787
<i>Inga edulis</i> Mart,	4	1,1080	1,1447	0,5650	0,9393
<i>Pterocarpus rohrii</i> Vahl	2	0,5540	1,0971	1,1299	0,9270
<i>Licania sp,</i>	4	1,1080	0,5276	1,1299	0,9219
<i>Chrysochlamys membranacea</i> Planch, & Triana	4	1,1080	0,4344	1,1299	0,8908
<i>Acacia glomerosa</i> Benth,	1	0,2770	1,7162	0,5650	0,8527
<i>Guarea kunthiana</i> A, Juss,	2	0,5540	0,8400	1,1299	0,8413
<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz & Pav.) Steud,	3	0,8310	0,5564	1,1299	0,8391
<i>Crepidospermum sp,</i>	3	0,8310	0,5526	1,1299	0,8379
<i>Centrolobium sp,</i>	2	0,5540	0,7916	1,1299	0,8252
<i>Dacryodes sp,</i>	2	0,5540	0,6687	1,1299	0,7842
<i>Calatola sp,</i>	3	0,8310	0,2951	1,1299	0,7520
<i>Inga thibaudiana</i> DC,	3	0,8310	0,2491	1,1299	0,7367
<i>Pseudolmedia macrophylla</i> Trécul	2	0,5540	0,4635	1,1299	0,7158
<i>Platymiscium sp,</i>	2	0,5540	0,4315	1,1299	0,7052
<i>Tapirira guianensis</i> Aubl,	2	0,5540	0,3618	1,1299	0,6819
<i>Alibertia sp,</i>	2	0,5540	0,3026	1,1299	0,6622
<i>Theobroma subincanum</i> Mart,	2	0,5540	0,2440	1,1299	0,6427
<i>Iryanthera juruensis</i> Warb,	4	1,1080	0,2267	0,5650	0,6332
<i>Dussia sp,</i>	2	0,5540	0,7455	0,5650	0,6215
<i>Virola pavonis</i> (A, DC,) A,C, Sm,	2	0,5540	0,7002	0,5650	0,6064
<i>Abarema jupunba</i> (Willd,) Britton & Killip	1	0,2770	0,8971	0,5650	0,5797
<i>Simira rubescens</i> (Benth,) Bremek, ex Steyerm,	1	0,2770	0,7137	0,5650	0,5186
<i>Perebea guianensis</i> Aubl,	2	0,5540	0,4364	0,5650	0,5185
<i>Cabralea canjerana</i> (Vell,) Mart,	1	0,2770	0,6552	0,5650	0,4991
<i>Ocotea sp,</i>	2	0,5540	0,3517	0,5650	0,4902
<i>Inga multinervis</i> T,D, Penn,	1	0,2770	0,5457	0,5650	0,4626
<i>Sterculia sp,</i>	2	0,5540	0,2573	0,5650	0,4588

.....continuación conglomerado 4

Nombre Científico	F	DR %	DmR %	FR %	I,V,I %
<i>Solanum sp,</i>	1	0,2770	0,5133	0,5650	0,4517
<i>Tachigali formicarum</i> Harms	1	0,2770	0,5000	0,5650	0,4473
<i>Protium nodulosum</i> Swart	2	0,5540	0,2101	0,5650	0,4430
<i>Grias peruviana</i> Miers	2	0,5540	0,1389	0,5650	0,4193
<i>Sapium marmieri</i> Huber	2	0,5540	0,1389	0,5650	0,4193
<i>Inga capitata</i> Desv,	2	0,5540	0,1358	0,5650	0,4183
<i>Vochysia bracedliniae</i> Standl,	1	0,2770	0,4098	0,5650	0,4172
<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	1	0,2770	0,4050	0,5650	0,4157
<i>Meliosma sp,</i>	2	0,5540	0,1205	0,5650	0,4132
<i>Pourouma tomentosa</i> Mart, ex Miq,	2	0,5540	0,1161	0,5650	0,4117
<i>Ilex sp,</i>	1	0,2770	0,3817	0,5650	0,4079
<i>Bixa platycarpa</i> Ruiz & Pav, ex G, Don	1	0,2770	0,3771	0,5650	0,4064
<i>Sloanea sp,</i>	2	0,5540	0,0956	0,5650	0,4049
<i>Mollinedia sp,</i>	2	0,5540	0,0765	0,5650	0,3985
<i>Pachira sp,</i>	1	0,2770	0,3524	0,5650	0,3981
<i>Chimarrhis glabriflora</i> Ducke	1	0,2770	0,3458	0,5650	0,3959
<i>Virola surinamensis</i> (Rol, ex Rottb,) Warb,	1	0,2770	0,3458	0,5650	0,3959
<i>Terminalia sp,</i>	1	0,2770	0,3436	0,5650	0,3952
<i>Mollia sp,</i>	1	0,2770	0,3414	0,5650	0,3945
<i>Vitex cymosa</i> Bertero ex Spreng,	1	0,2770	0,3075	0,5650	0,3832
<i>Sloanea synandra</i> Spruce ex Benth,	1	0,2770	0,2872	0,5650	0,3764
<i>Pouteria torta</i> (Mart,) Radlk,	1	0,2770	0,2754	0,5650	0,3724
<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav,) J,F, Macbr,	1	0,2770	0,2754	0,5650	0,3724
<i>Perebea tomentosa</i>	1	0,2770	0,2619	0,5650	0,3679
<i>Ceiba pentandra</i> (L,) Gaertn,	1	0,2770	0,2323	0,5650	0,3581
<i>Couma macrocarpa</i> Barb, Rodr,	1	0,2770	0,2216	0,5650	0,3545
<i>Couroupita guianensis</i> Aubl,	1	0,2770	0,2199	0,5650	0,3540
RUBIACEAE	1	0,2770	0,1994	0,5650	0,3471
<i>Hyeronima oblonga</i> (Tul,) Müll, Arg,	1	0,2770	0,1737	0,5650	0,3386
<i>Perebea tessmannii</i> Mildbr,	1	0,2770	0,1676	0,5650	0,3365
<i>Himatanthus sukuuba</i> (Spruce ex Müll, Arg,) Woodson	1	0,2770	0,1601	0,5650	0,3340
<i>Eschweilera andina</i> (Rusby) J,F, Macbr,	1	0,2770	0,1556	0,5650	0,3325

.....continuación conglomerado 4

Nombre Científico	F	DR %	DmR %	FR %	I,V,I %
<i>Symphonia globulifera</i> L, f,	1	0,2770	0,1469	0,5650	0,3296
<i>Persea sp,</i>	1	0,2770	0,1317	0,5650	0,3245
<i>Ormosia sp,</i>	1	0,2770	0,1122	0,5650	0,3181
<i>Ampelocera sp,</i>	1	0,2770	0,1060	0,5650	0,3160
<i>Minuartia guianensis</i> Aubl,	1	0,2770	0,0843	0,5650	0,3087
<i>Vantanea sp,</i>	1	0,2770	0,0728	0,5650	0,3049
<i>Sorocea sp,</i>	1	0,2770	0,0688	0,5650	0,3036
<i>Perebea xanthochyma</i> H, Karst,	1	0,2770	0,0650	0,5650	0,3023
<i>Myrsia sp,</i>	1	0,2770	0,0631	0,5650	0,3017
<i>Pseudolmedia laevigata</i> Trécul	1	0,2770	0,0631	0,5650	0,3017
<i>Picramnia sp,</i>	1	0,2770	0,0613	0,5650	0,3011
<i>Iryanthera lancifolia</i> Ducke	1	0,2770	0,0550	0,5650	0,2990
<i>Marila sp,</i>	1	0,2770	0,0541	0,5650	0,2987
<i>Siparuna sp,</i>	1	0,2770	0,0466	0,5650	0,2962
<i>Dendropanax sp,</i>	1	0,2770	0,0396	0,5650	0,2939
<i>Pleuranthodendron lindenii</i> (Turcz.) Sleumer	1	0,2770	0,0375	0,5650	0,2931
<i>Laetia procera</i> (Poepp,) Eichler	1	0,2770	0,0367	0,5650	0,2929
<i>Virola calophylla</i> (Spruce) Warb,	1	0,2770	0,0360	0,5650	0,2927
<i>Tetrathylacium macrophyllum</i> Poepp,	1	0,2770	0,0346	0,5650	0,2922
TOTAL	361	100	100	100	100

F= Frecuencia; DR= Densidad relativa (%); Fr= Frecuencia Relativa (%); DmR= Dominancia Relativa (%); IVI= Índice de valor de importancia (%)

Apéndice 4. Tabla de la Biomasa aérea total por especies

Especie	Clasificador	f	dap (cm)	ht (m)	hc (m)	F_f	Den_kg /m3	v_t_f (m3)	v_c_f (m3)	b_c (kg)	FEB	b_a_t (kg)	C_t (kg)	b_a (kg/ha)	C (kg/ha)
Eschweilera coriacea	(DC.) S.A. Mori	16	30,85	18,78	12,23	0,47	774,11	1,057	0,658	515,41	2,37	19544,16	9772,08	4524,11	1047,25
Inga sp.	Mill.	45	27,48	17,72	11,39	0,50	546,27	0,654	0,421	221,88	1,83	18272,11	9136,06	4229,66	979,09
Cecropia sciadophylla	Mart.	36	33,18	19,17	13,07	0,49	369,13	0,975	0,634	233,59	1,94	16313,88	8156,94	3776,36	874,16
Jacaranda copaia	(Aubl.) D. Don	63	29,42	21,95	15,92	0,48	281,01	0,867	0,604	188,72	1,28	15218,74	7609,37	3522,86	815,48
Terminalia oblonga	(Ruiz & Pav.) Steud.	7	29,40	17,17	13,64	0,50	617,25	1,568	1,294	962,38	1,94	13069,18	6534,59	3025,27	700,29
Virola pavonis	(A. DC.) A.C. Sm.	11	35,12	21,31	15,99	0,53	471,11	1,575	1,263	576,56	1,94	12303,87	6151,94	2848,12	659,29
Otoba parvifolia	(Markgr.) A.H. Gentry	20	28,26	17,54	12,03	0,50	424,59	1,023	0,741	299,40	1,94	11616,75	5808,37	2689,06	622,47
Pouteria ps.	Aubl.	18	25,07	15,98	11,52	0,50	701,38	0,575	0,422	302,57	1,94	10565,75	5282,87	2445,78	566,15
Aspidosperma darienense	Woodson ex Dwyer	4	38,35	24,28	16,83	0,52	708,05	2,144	1,589	1148,9	1,94	8916,20	4458,10	2063,94	477,76
Micrandra spruceana	(Baill.) R.E. Schultes	8	31,60	20,50	14,55	0,48	644,32	1,162	0,824	523,13	1,94	8119,03	4059,52	1879,41	435,05
Eschweilera sp.	Mart. ex DC.	4	34,48	21,08	14,80	0,53	738,57	1,595	1,149	853,61	2,37	8092,18	4046,09	1873,19	433,61
Chimarrhis glabriflora	Ducke	12	30,97	24,95	14,86	0,46	630,86	0,964	0,520	342,90	1,94	7982,76	3991,38	1847,86	427,75
Erismia uncinatum	Warm.	17	25,96	21,33	14,76	0,47	552,39	0,606	0,418	237,70	1,94	7839,24	3919,62	1814,64	420,06
Matisia cordata	Bonpl.	2	49,85	21,40	14,85	0,57	344,92	6,230	4,545	1954,3	1,94	7582,92	3791,46	1755,31	406,32
Cedrela odorata	L.	4	46,62	25,28	12,75	0,53	312,80	3,664	1,994	749,00	2,49	7460,02	3730,01	1726,86	399,74
Clarisia racemosa	Ruiz & Pav.	2	68,50	35,10	16,50	0,48	600,52	6,206	3,160	1900,1	1,94	7372,73	3686,37	1706,65	395,06
Centropodium sp.	Mart. ex Benth.	7	27,70	18,03	13,83	0,54	566,19	1,191	0,878	569,42	1,83	7294,30	3647,15	1688,50	390,86
Dacryodes peruviana	(Loes.) H.J. Lam	22	23,85	17,47	11,01	0,53	521,93	0,532	0,330	169,00	1,94	7212,87	3606,43	1669,64	386,49
Guarea sp.	F. Allam. ex L.	13	29,66	18,22	9,75	0,45	568,17	0,757	0,395	215,26	2,49	6968,13	3484,06	1612,99	373,38
Guatteria sp.	Ruiz & Pav.	14	26,80	19,03	12,64	0,50	480,03	0,757	0,502	244,11	1,94	6629,95	3314,98	1534,71	355,26
Alchornea pearcei	Britton ex Rusby	12	35,23	21,07	12,46	0,50	371,83	1,221	0,759	283,65	1,94	6603,34	3301,67	1528,55	353,83
Simira rubescens	(Benth.) Bremek. ex Steyerl.	5	38,08	23,04	10,96	0,43	659,41	2,152	0,976	644,37	1,94	6250,42	3125,21	1446,86	334,92
Miconia sp.	Ruiz & Pav.	16	24,99	16,36	9,47	0,46	526,35	0,601	0,348	198,37	1,94	6157,43	3078,72	1425,33	329,94
Nectandra sp.2	Rol. ex Rottb.	4	51,05	24,10	13,53	0,48	371,41	3,894	2,310	770,41	1,94	5978,39	2989,19	1383,89	320,34
Guarea kunthiana	A. Juss.	18	31,71	12,02	5,29	0,52	494,59	0,600	0,259	130,60	2,49	5853,69	2926,84	1355,02	313,66
Nectandra sp.	Rol. ex Rottb.	22	21,66	17,74	11,76	0,48	440,71	0,503	0,290	132,32	1,94	5647,31	2823,66	1307,25	302,60
Hevea guianensis	Aubl.	8	36,93	21,21	14,06	0,47	514,20	1,140	0,733	356,00	1,94	5525,08	2762,54	1278,95	296,05
Vitex cymosa	Bertero ex Spreng.	3	61,60	24,33	16,33	0,53	432,17	3,989	2,445	935,46	1,94	5444,35	2722,17	1260,27	291,73
Persea sp.	Mill.	6	34,78	19,52	10,47	0,45	460,81	1,388	0,811	419,04	1,94	4877,60	2438,80	1129,07	261,36
Micropholis sp.	(Griseb.) Pierre	5	47,00	18,40	7,70	0,50	543,11	2,375	1,180	499,88	1,94	4848,84	2424,42	1122,42	259,82
Macrolobium sp.	Schreb.	7	26,81	16,13	11,96	0,46	692,74	1,010	0,622	375,71	1,83	4812,87	2406,44	1114,09	257,89
Symphonia globulifera	L. f.	3	36,83	26,80	19,23	0,52	627,98	1,728	1,197	777,16	1,94	4523,09	2261,54	1047,01	242,36
Clarisia biflora	Ruiz & Pav.	14	30,05	16,43	9,54	0,42	419,30	0,661	0,366	166,13	1,94	4512,16	2256,08	1044,48	241,78
Pleuranthodendron lindenii	(Turcz.) Sleumer	5	36,60	21,14	13,74	0,49	470,08	1,534	1,004	453,24	1,94	4396,41	2198,20	1017,69	235,58
Pseudolmedia laevis	(Ruiz & Pav.) J.F. Macbr.	12	23,49	17,39	11,25	0,47	589,31	0,479	0,300	185,59	1,94	4320,49	2160,25	1000,11	231,51
Parkia multijuga	Benth.	8	28,36	18,56	13,41	0,53	403,88	0,899	0,634	291,89	1,83	4273,28	2136,64	989,18	228,98
Senegalia polyphylla	(DC.) Britton	4	52,98	29,45	9,20	0,42	562,49	3,578	1,016	572,75	1,83	4192,53	2096,27	970,49	224,65

.....continuación apéndice 4

Especie	Clasificador	f	dap (cm)	ht (m)	hc (m)	F_f	Den_kg /m3	v_t_f (m3)	v_c_f (m3)	b_c (kg)	FEB	b_a_t (kg)	C_t (kg)	b_a (kg/ha)	C (kg/ha)
Pterocarpus rohrii	Vahl	9	26,26	17,59	12,48	0,48	552,38	0,646	0,475	253,80	1,83	4180,06	2090,03	967,61	223,98
Neea sp.	Ruiz & Pav.	10	29,11	16,17	10,92	0,46	409,90	0,771	0,524	212,17	1,94	4116,11	2058,05	952,80	220,56
Calophyllum sp.	L.	2	48,60	25,30	17,45	0,55	589,73	2,677	1,804	1051,3 4	1,94	4079,21	2039,61	944,26	218,58
Indeterminada		20	21,87	14,83	7,91	0,47	515,01	0,323	0,177	102,00	1,94	3957,56	1978,78	916,10	212,06
Pourouma minor	Benoist	12	31,66	18,26	9,31	0,44	482,38	0,758	0,361	168,74	1,94	3928,22	1964,11	909,31	210,49
Osteophloeum platyspermum	(Spruce ex A. DC.) Warb.	8	26,08	17,55	12,50	0,44	428,10	0,864	0,599	252,77	1,94	3922,98	1961,49	908,10	210,21
Clusia sp.	L.	7	25,06	18,36	13,11	0,54	648,13	0,606	0,451	284,21	1,94	3859,62	1929,81	893,43	206,81
Protium nodulosum	Swart	11	24,71	17,79	11,41	0,46	472,48	0,586	0,386	178,94	1,94	3818,56	1909,28	883,93	204,61
Grias peruviana	Miers	24	20,29	13,28	6,53	0,46	633,41	0,233	0,108	66,97	2,37	3809,51	1904,75	881,83	204,13
Inga nobilis	Willd.	4	37,63	23,30	16,23	0,50	551,30	1,331	0,920	514,92	1,83	3769,25	1884,62	872,51	201,97
Caryodendron orinocense	H. Karst.	10	26,39	21,12	11,91	0,47	571,23	0,644	0,332	190,34	1,94	3692,68	1846,34	854,79	197,87
Guarea purusana	C. DC.	6	30,47	19,47	10,75	0,53	624,66	0,847	0,397	244,11	2,49	3647,00	1823,50	844,21	195,42
Ficus sp.	L.	10	33,08	16,03	8,03	0,47	367,93	1,026	0,503	174,85	1,94	3392,15	1696,08	785,22	181,76
Tachigali formicarum	Harms	4	34,63	22,38	15,60	0,46	622,60	1,039	0,734	459,26	1,83	3361,75	1680,88	778,18	180,14
Pseudolmedia rigida	(Klotzsch & H. Karst.) Cuatrec.	3	34,47	22,27	11,83	0,47	644,00	1,668	0,839	565,55	1,94	3291,49	1645,74	761,92	176,37
Myrcia sp.	DC.	9	24,63	15,52	8,19	0,46	745,34	0,442	0,250	188,28	1,94	3287,35	1643,68	760,96	176,15
Virola sp.	Aubl.	9	25,43	17,03	12,01	0,43	527,42	0,488	0,339	186,49	1,94	3256,07	1628,04	753,72	174,47
Tetragastris panamensis	(Engl.) Kuntze	7	24,11	17,59	10,34	0,47	606,05	0,678	0,400	239,21	1,94	3248,51	1624,25	751,97	174,07
Apeiba membranacea	Spruce ex Benth.	7	33,09	18,69	12,06	0,53	354,40	1,003	0,604	229,63	1,94	3118,39	1559,20	721,85	167,09
Vochysia sp.	Aubl.	2	53,25	17,00	12,95	0,42	381,85	2,254	1,720	791,14	1,94	3069,61	1534,81	710,56	164,48
Simira sp.	Aubl.	6	28,25	20,15	13,33	0,52	523,85	0,703	0,465	259,78	1,94	3023,79	1511,90	699,95	162,03
Pseudosenefeldera inclinata	(Müll. Arg.) Esser	17	19,42	13,09	8,23	0,48	693,67	0,209	0,135	91,07	1,94	3003,65	1501,83	695,29	160,95
Tapirira guianensis	Aubl.	11	23,67	18,15	11,33	0,50	420,62	0,524	0,325	138,21	1,94	2949,45	1474,73	682,74	158,04
Xylopia sp.	L.	8	22,21	20,10	15,46	0,50	574,38	0,417	0,321	188,28	1,94	2922,06	1461,03	676,40	156,57
Virola peruviana	(A. DC.) Warb.	8	22,71	17,86	13,90	0,52	565,69	0,418	0,320	184,08	1,94	2857,00	1428,50	661,34	153,09
Coussapoa sp.	Aubl.	3	38,30	24,00	16,07	0,49	534,73	1,376	0,918	489,92	1,94	2851,33	1425,67	660,03	152,78
Ceiba sp.1	Mill.	1	54,00	27,80	17,30	0,59	617,23	3,774	2,349	1449,8 0	1,94	2812,61	1406,31	651,07	150,71
Inga ynga	(Vell.) J.W. Moore	6	28,45	22,72	14,25	0,54	440,34	0,881	0,537	249,28	1,83	2737,13	1368,57	633,59	146,67
Ocotea sp.	Aubl.	11	21,87	17,41	10,77	0,50	516,54	0,445	0,252	126,81	1,94	2706,23	1353,11	626,44	145,01
Cabralea canjerana	(Vell.) Mart.	3	32,83	16,40	12,73	0,50	519,72	0,888	0,708	360,76	2,49	2694,86	1347,43	623,81	144,40
Guarea pterorhachis	Harms	14	20,59	11,74	6,64	0,45	649,75	0,196	0,108	74,83	2,49	2608,62	1304,31	603,85	139,78
Calycophyllum obovatum	(Ducke) Ducke	7	26,70	19,37	11,83	0,43	592,40	0,584	0,331	191,69	1,94	2603,09	1301,55	602,57	139,48
Tachigali chrysaloides	van der Werff	3	50,50	25,03	14,20	0,41	444,51	1,951	1,092	470,31	1,83	2581,99	1291,00	597,68	138,35
Sterculia apetala	(Jacq.) H. Karst.	1	56,50	29,70	24,00	0,55	399,18	4,101	3,314	1322,9 7	1,94	2566,56	1283,28	594,11	137,53
Cecropia sp.	Loefl.	15	21,17	16,46	12,29	0,43	275,49	0,349	0,257	85,72	1,94	2494,39	1247,19	577,40	133,66
Cordia alliodora	(Ruiz & Pav.) Oken	1	52,10	33,00	25,00	0,42	528,27	2,962	2,244	1185,5 0	1,94	2299,87	1149,94	532,38	123,24
Pouteria sp.6	Aubl.	1	54,70	28,70	18,60	0,40	660,09	2,716	1,760	1161,7 4	1,94	2253,78	1126,89	521,71	120,77
Rubiaceae	Juss.	4	28,00	19,88	14,35	0,49	593,44	0,634	0,461	285,45	1,94	2215,10	1107,55	512,75	118,69

.....continuación apéndice 4

Especie	Clasificador	f	dap (cm)	ht (m)	hc (m)	F_f	Den_kg /m3	v_t_f (m3)	v_c_f (m3)	b_c (kg)	FEB	b_a_t (kg)	C_t (kg)	b_a (kg/ha)	C (kg/ha)
Pleurothyrum sp.	Nees	2	30,50	22,25	16,05	0,64	559,79	1,152	0,891	553,77	1,94	2148,62	1074,31	497,37	115,13
Iryanthera sp.	(A. DC.) Warb.	5	25,98	19,08	14,16	0,60	450,17	0,647	0,483	221,39	1,94	2147,44	1073,72	497,09	115,07
Dialium guianense	(Aubl.) Sandwith	1	47,40	25,10	15,10	0,61	721,14	2,684	1,615	1164,44	1,83	2130,93	1065,46	493,27	114,18
Brosimum utile	(Kunth) Oken	1	59,80	23,60	15,50	0,51	489,60	3,400	2,233	1093,28	1,94	2120,96	1060,48	490,96	113,65
Iryanthera lancifolia	Ducke	10	22,71	14,76	10,21	0,46	452,29	0,334	0,236	109,09	1,94	2116,25	1058,13	489,87	113,40
Huetea glandulosa	Ruiz & Pav.	5	30,62	23,89	11,88	0,42	535,66	0,909	0,436	218,00	1,94	2114,58	1057,29	489,49	113,31
Pourouma tomentosa	Mart. ex Miq.	13	22,38	16,55	9,91	0,49	356,01	0,480	0,250	79,87	1,94	2014,20	1007,10	466,25	107,93
Pouteria sp.2	Aubl.	1	31,80	27,20	23,70	0,64	818,21	1,389	1,210	990,16	1,94	1920,90	960,45	444,65	102,93
Micropholis venulosa	(Mart. & Eichler) Pierre	5	28,22	16,00	8,74	0,45	583,13	0,659	0,332	194,39	1,94	1885,55	942,77	436,47	101,03
Couroupita guianensis	Aubl.	2	37,10	24,70	13,65	0,39	541,63	1,539	0,831	383,48	2,37	1817,70	908,85	420,76	97,40
Matisia sp.	Bonpl.	9	19,32	13,64	8,86	0,47	548,66	0,266	0,170	101,97	1,94	1780,35	890,18	412,12	95,40
Sterculia apeibophylla	Ducke	2	34,90	21,45	17,65	0,49	460,82	1,189	0,974	416,70	1,94	1616,78	808,39	374,25	86,63
Lecythis sp.	Loefl.	3	24,90	17,30	13,53	0,49	698,32	0,415	0,322	224,78	2,37	1598,18	799,09	369,95	85,64
Pourouma bicolor	Mart.	1	55,70	27,80	14,90	0,52	434,08	3,515	1,884	817,70	1,94	1586,34	793,17	367,21	85,00
Sloanea grandiflora	Sm.	2	48,25	16,60	9,40	0,48	524,24	1,403	0,760	408,59	1,94	1585,33	792,67	366,97	84,95
Iryanthera sp.1	(A. DC.) Warb.	5	23,20	17,22	11,54	0,50	501,60	0,461	0,327	160,81	1,94	1559,83	779,92	361,07	83,58
Macrocnemum roseum	(Ruiz & Pav.) Wedd.	1	83,50	20,20	8,20	0,38	464,79	4,247	1,724	801,38	1,94	1554,67	777,34	359,88	83,31
Abarema jupunba	(Willd.) Britton & Killip	1	50,90	29,50	15,20	0,42	644,00	2,548	1,313	845,33	1,83	1546,95	773,48	358,09	82,89
Aspidosperma sp.	Mart. & Zucc.	3	22,43	22,37	14,73	0,46	764,59	0,477	0,356	264,71	1,94	1540,62	770,31	356,63	82,55
Matisia malacocalyx	(A. Robyns & S. Nilsson) W.S. Alverson	6	23,47	17,13	12,15	0,40	504,07	0,344	0,249	132,00	1,94	1536,48	768,24	355,67	82,33
Sloanea sp.	L.	7	22,59	13,60	7,66	0,46	704,43	0,369	0,208	111,05	1,94	1508,04	754,02	349,08	80,81
Pachira sp.	Aubl.	4	24,30	15,15	11,63	0,40	403,70	0,488	0,395	191,08	1,94	1482,79	741,39	343,24	79,45
Tachigali vasquezii	Pipoly	2	34,75	28,60	16,25	0,42	604,11	1,131	0,650	396,88	1,83	1452,56	726,28	336,24	77,83
Sloanea synandra	Spruce ex Benth.	3	24,20	16,53	11,93	0,52	756,60	0,440	0,331	239,37	1,94	1393,14	696,57	322,49	74,65
Protium amazonicum	(Cuatrec.) D.C. Daly	8	19,66	14,96	9,61	0,45	552,72	0,259	0,170	87,58	1,94	1359,18	679,59	314,62	72,83
Ceiba sp.	Mill.	5	23,36	15,22	11,02	0,51	576,35	0,335	0,240	138,99	1,94	1348,18	674,09	312,08	72,24
Spondias mombin	L.	3	30,87	19,83	13,07	0,46	481,18	0,727	0,483	230,22	1,94	1339,85	669,93	310,15	71,79
Genipa americana	L.	1	41,90	26,90	20,20	0,40	612,26	1,492	1,120	685,81	1,94	1330,47	665,24	307,98	71,29
Heliocarpus americanus	L.	13	27,50	17,12	9,04	0,42	191,91	0,490	0,248	52,46	1,94	1323,11	661,56	306,28	70,90
Theobroma subincanum	Mart.	6	19,78	15,55	10,13	0,47	506,57	0,306	0,209	111,52	1,94	1298,08	649,04	300,48	69,56
Hymenaea oblongifolia	Huber	1	34,20	26,10	19,20	0,58	669,73	1,389	1,021	684,12	1,83	1251,94	625,97	289,80	67,08
Spondias sp.	L.	1	43,50	24,60	15,20	0,49	574,92	1,802	1,113	640,07	1,94	1241,73	620,87	287,44	66,54
Laetia procera	(Poepp.) Eichler	5	18,08	19,48	14,10	0,48	539,51	0,311	0,212	125,84	1,94	1220,69	610,34	282,57	65,41
Ophiocaryon manausense	(W. Rodrigues) Barneby	8	18,78	14,14	9,03	0,48	575,23	0,210	0,136	78,02	1,94	1210,92	605,46	280,30	64,89
Perebea sp.1	Aubl.	7	19,77	14,87	9,86	0,50	502,78	0,262	0,176	89,04	1,94	1209,15	604,58	279,90	64,79
Parkia velutina	Benoist	2	39,50	25,10	13,30	0,53	384,60	1,624	0,848	325,97	1,83	1193,06	596,53	276,17	63,93
Licania sp.	Aubl.	5	18,10	15,54	11,52	0,49	769,34	0,215	0,157	122,85	1,94	1191,60	595,80	275,83	63,85
Tapirira obtusa	(Benth.) J.D. Mitch.	4	23,50	19,20	10,48	0,45	473,03	0,541	0,282	153,38	1,94	1190,23	595,11	275,52	63,78
Ficus sp.2	L.	3	35,80	13,60	9,90	0,56	369,23	0,707	0,536	196,41	1,94	1143,13	571,56	264,61	61,25
Hieronyma oblonga	(Tul.) Müll. Arg.	6	18,23	13,98	8,78	0,42	561,85	0,236	0,162	95,23	1,94	1108,51	554,25	256,60	59,40
Cordia sp.	L.	4	21,30	16,93	11,88	0,45	356,07	0,468	0,317	140,46	1,94	1089,94	544,97	252,30	58,40
Sapium marmieri	Huber	9	18,96	15,27	11,92	0,53	277,60	0,296	0,213	61,86	1,94	1080,00	540,00	250,00	57,87

.....continuación apéndice 4

Especie	Clasificador	f	dap (cm)	ht (m)	hc (m)	F_f	Den_kg /m3	v_t_f (m3)	v_c_f (m3)	b_c (kg)	FEB	b_a_t (kg)	C_t (kg)	b_a (kg/ha)	C (kg/ha)
Pseudolmedia macrophylla	Trécul	2	24,65	17,50	13,40	0,53	716,22	0,551	0,403	270,13	1,94	1048,10	524,05	242,62	56,16
Dacryodes sp.	Vahl	2	30,01	17,10	13,00	0,54	504,92	0,738	0,605	266,22	1,94	1032,93	516,46	239,10	55,35
Trichilia sp.	P. Browne	7	18,73	13,09	5,61	0,55	575,65	0,252	0,102	58,93	2,49	1027,16	513,58	237,77	55,04
Cecropia sp.2	Loefl.	6	18,95	17,72	15,07	0,57	277,11	0,331	0,285	88,18	1,94	1026,42	513,21	237,60	55,00
Solanum sp.	L.	2	29,27	20,40	15,20	0,47	384,98	0,861	0,695	258,08	1,94	1001,34	500,67	231,79	53,66
Caryocar sp.	L.	1	39,20	18,20	12,60	0,53	638,64	1,162	0,805	513,81	1,94	996,79	498,40	230,74	53,41
Perebea tessmannii	Mildbr.	2	24,80	23,05	17,70	0,53	576,26	0,581	0,451	253,94	1,94	985,29	492,65	228,08	52,80
Hasseltia floribunda	Kunth	9	18,43	12,07	7,08	0,44	506,89	0,174	0,101	55,12	1,94	962,44	481,22	222,79	51,57
Platymiscium sp.	Vogel	3	25,17	19,67	14,17	0,40	683,31	0,357	0,256	175,24	1,83	962,09	481,05	222,71	51,55
Perebea sp.	Aubl.	9	18,14	12,36	7,92	0,44	556,24	0,153	0,100	55,02	1,94	960,68	480,34	222,38	51,48
Minquartia guianensis	Aubl.	4	20,86	17,28	9,55	0,41	743,50	0,351	0,165	122,81	1,94	953,00	476,50	220,60	51,07
Machaerium sp.	Pers.	3	23,90	16,93	11,00	0,43	574,30	0,412	0,262	173,31	1,83	951,49	475,74	220,25	50,98
Simira sp.1	Aubl.	1	40,00	26,20	16,00	0,45	545,63	1,469	0,897	489,62	1,94	949,86	474,93	219,88	50,90
Pleurothyrium sp.		1	31,10	27,50	23,00	0,56	497,25	1,175	0,983	488,83	1,94	948,32	474,16	219,52	50,81
Iryanthera juruensis	Warb.	8	16,56	13,05	8,63	0,43	595,55	0,160	0,105	61,10	1,94	948,27	474,13	219,51	50,81
Calliandra trinervia	Benth.	4	25,18	16,65	10,13	0,41	620,91	0,340	0,204	126,75	1,83	927,80	463,90	214,77	49,72
Ilex sp.	L.	3	22,27	16,33	10,90	0,45	621,05	0,420	0,273	157,76	1,94	918,17	459,09	212,54	49,20
Pourouma guianensis	Aubl.	5	22,72	21,56	14,24	0,43	351,14	0,418	0,267	92,21	1,94	894,46	447,23	207,05	47,93
Meliosma sp.	Blume	4	19,80	14,58	9,50	0,50	531,27	0,303	0,193	109,42	1,94	849,11	424,55	196,55	45,50
Sterculia sp.	L.	4	20,63	14,43	11,03	0,45	597,75	0,234	0,173	109,41	1,94	849,01	424,50	196,53	45,49
Crepidospermum sp.	Hook. f.	4	23,08	15,70	10,73	0,47	533,00	0,302	0,206	108,32	1,94	840,57	420,28	194,58	45,04
Pseudolmedia laevigata	Trécul	3	18,13	14,93	11,57	0,40	698,09	0,266	0,195	141,62	1,94	824,25	412,13	190,80	44,17
Guatteria sp.2	Ruiz & Pav.	5	21,34	16,22	9,90	0,47	407,90	0,377	0,216	84,19	1,94	816,62	408,31	189,03	43,76
Pourouma sp.	Aubl.	3	25,07	18,53	11,83	0,40	368,88	0,616	0,361	131,86	1,94	767,43	383,72	177,65	41,12
Eugenia sp.	L.	4	18,58	15,10	10,80	0,44	658,86	0,220	0,157	98,29	1,94	762,76	381,38	176,57	40,87
Calatola sp.	Standl.	7	18,93	12,94	8,10	0,40	523,06	0,171	0,110	54,01	1,94	733,44	366,72	169,78	39,30
Mabea sp.	Aubl.	8	16,64	12,75	7,51	0,49	554,49	0,151	0,083	47,17	1,94	732,03	366,02	169,45	39,23
Annonaceae	Juss.	2	30,85	22,25	11,25	0,43	556,49	0,858	0,482	185,14	1,94	718,34	359,17	166,28	38,49
Miconia punctata	(Desr.) D. Don ex DC.	7	17,19	14,99	8,99	0,41	548,66	0,162	0,095	52,48	1,94	712,68	356,34	164,97	38,19
Maquira sp.	Aubl.	3	18,93	17,37	11,67	0,42	723,47	0,267	0,173	122,31	1,94	711,87	355,93	164,78	38,14
Nectandra sp.1	Rol. ex Rottb.	2	24,60	22,55	13,40	0,36	593,88	0,423	0,267	179,20	1,94	695,30	347,65	160,95	37,26
Miconia sp.1	Ruiz & Pav.	8	15,36	11,16	4,86	0,47	609,91	0,136	0,075	44,29	1,94	687,33	343,66	159,10	36,83
Hieronyma alchorneoides	Allemão	1	29,00	24,80	16,70	0,56	571,47	0,917	0,617	352,86	1,94	684,55	342,27	158,46	36,68
Guatteria sp.5	Ruiz & Pav.	1	32,00	25,10	20,40	0,52	404,85	1,055	0,857	347,15	1,94	673,47	336,74	155,90	36,09
Perebea guianensis	Aubl.	2	25,10	15,05	11,45	0,60	500,67	0,450	0,343	171,17	1,94	664,12	332,06	153,73	35,59
Ormosia sp.	Jacks.	2	21,35	18,55	13,55	0,49	695,39	0,344	0,252	178,91	1,83	654,79	327,40	151,57	35,09
Alibertia sp.	A. Rich. ex DC.	3	20,57	14,40	10,33	0,49	539,98	0,249	0,174	107,57	1,94	626,06	313,03	144,92	33,55
Mouriri sp.	Aubl.	2	23,55	17,15	10,70	0,45	673,88	0,418	0,230	158,50	1,94	614,97	307,49	142,36	32,95
Sloanea guianensis	(Aubl.) Benth.	1	27,30	18,60	14,20	0,52	676,55	0,565	0,431	291,58	1,94	565,66	282,83	130,94	30,31
Viola sp.	Aubl.	1	28,00	22,00	16,30	0,52	548,77	0,703	0,521	285,86	1,94	554,56	277,28	128,37	29,72
Mollia ps.	Mart.	1	31,40	16,80	13,40	0,49	561,96	0,632	0,504	283,31	1,94	549,62	274,81	127,23	29,45
Terminalia sp.	L.	1	31,50	13,10	9,50	0,52	718,29	0,526	0,382	274,17	1,94	531,89	265,94	123,12	28,50
Nectandra sp.3	Rol. ex Rottb.	1	39,00	22,80	10,90	0,53	398,78	1,433	0,685	273,15	1,94	529,92	264,96	122,67	28,40
Brownea multijuga	Britton & Killip	4	15,33	13,25	9,68	0,40	755,19	0,117	0,088	72,37	1,83	529,74	264,87	122,62	28,39
Inga thibaudiana	DC.	5	16,78	13,84	9,58	0,52	444,03	0,193	0,132	56,83	1,83	520,04	260,02	120,38	27,87

.....continuación apéndice 4

Especie	Clasificador	f	dap (cm)	ht (m)	hc (m)	F_f	Den_kg /m3	v_t_f (m3)	v_c_f (m3)	b_c (kg)	FEB	b_a_t (kg)	C_t (kg)	b_a (kg/ha)	C (kg/ha)
Eschweilera andina	(Rusby) J.F. Macbr.	2	20,90	15,70	10,55	0,45	655,79	0,244	0,163	106,58	2,37	505,18	252,59	116,94	27,07
Conceveiba sp.	Aubl.	6	18,60	13,48	6,27	0,40	548,23	0,154	0,072	40,89	1,94	475,93	237,96	110,17	25,50
Sorocea sp.	A. St.-Hil.	6	14,98	12,90	8,68	0,38	554,91	0,103	0,071	40,81	1,94	475,08	237,54	109,97	25,46
Brownea sp.1	Jacq.	3	19,67	13,43	9,80	0,41	658,14	0,180	0,130	84,67	1,83	464,82	232,41	107,60	24,91
Pouteria sp.3	Aubl.	1	26,00	20,90	11,60	0,51	728,84	0,564	0,313	228,12	1,94	442,56	221,28	102,44	23,71
Virola flexuosa	A.C. Sm.	2	21,10	20,80	13,70	0,53	444,99	0,378	0,252	113,76	1,94	441,38	220,69	102,17	23,65
Cecropia sp.3	Loefl.	2	27,75	23,15	14,90	0,53	219,48	0,735	0,473	112,73	1,94	437,38	218,69	101,24	23,44
Acourtia tomentosa	(Brandegee) Reveal & R.M. King	1	27,50	14,10	11,10	0,46	740,60	0,385	0,303	224,49	1,94	435,51	217,76	100,81	23,34
Theobroma cacao	L.	8	16,30	10,23	6,60	0,40	470,94	0,091	0,056	27,79	1,94	431,33	215,67	99,85	23,11
Ruizodendron ovale	(Ruiz & Pav.) R.E. Fr.	2	17,10	25,90	15,55	0,34	728,17	0,272	0,153	110,89	1,94	430,26	215,13	99,60	23,06
Pouteria sp.5	Aubl.	1	26,60	18,20	11,20	0,50	701,87	0,503	0,310	217,45	1,94	421,85	210,92	97,65	22,60
Eschweilera sp.1	Mart. ex DC.	2	15,45	15,20	10,60	0,46	773,43	0,156	0,112	87,41	2,37	414,34	207,17	95,91	22,20
Batocarpus orinocensis	H. Karst.	3	19,53	14,13	9,10	0,45	581,69	0,200	0,117	69,66	1,94	405,43	202,72	93,85	21,72
Triplaris sp.	Loefl.	1	31,60	16,60	8,40	0,45	697,03	0,591	0,299	208,41	1,94	404,31	202,16	93,59	21,66
Pouteria torta	(Mart.) Radlk.	1	28,20	14,10	9,60	0,45	742,98	0,392	0,267	198,37	1,94	384,85	192,42	89,08	20,62
Swartzia sp.	Schreb.	2	17,70	18,65	13,30	0,44	731,70	0,201	0,143	104,59	1,83	382,81	191,41	88,61	20,51
Inga multinervis	T.D. Penn.	3	31,53	12,50	4,57	0,46	502,57	0,492	0,143	69,16	1,83	379,69	189,85	87,89	20,35
Tetrathylacium macrophyllum	Poepp.	3	17,00	12,50	8,53	0,46	555,61	0,174	0,118	63,32	1,94	368,53	184,27	85,31	19,75
Inga capitata	Desv.	3	14,60	13,40	9,60	0,63	672,16	0,138	0,099	66,70	1,83	366,16	183,08	84,76	19,62
Alchornea glandulosa	Poepp.	2	23,80	9,85	7,60	0,48	392,51	0,273	0,264	93,39	1,94	362,34	181,17	83,88	19,42
Virola calophylla	(Spruce) Warb.	1	25,70	15,70	13,80	0,54	482,64	0,439	0,386	186,17	1,94	361,17	180,58	83,60	19,35
Gutteria sp.1	Ruiz & Pav.	3	19,40	17,27	11,30	0,38	436,42	0,209	0,138	58,05	1,94	337,85	168,93	78,21	18,10
Castilla sp.	Cerv.	1	26,60	19,20	10,40	0,49	614,93	0,520	0,282	173,33	1,94	336,26	168,13	77,84	18,02
Protium sp.	Burm. f.	3	14,30	14,70	10,20	0,49	561,22	0,133	0,098	56,37	1,94	328,08	164,04	75,94	17,58
Unonopsis sp.	R.E. Fr.	1	20,70	26,90	20,90	0,51	470,95	0,459	0,357	168,04	1,94	325,99	163,00	75,46	17,47
Chrysochlamys membranacea	Planch. & Triana	7	15,84	10,17	5,03	0,48	407,39	0,115	0,053	23,71	1,94	322,04	161,02	74,55	17,26
Siparuna sp.1	Aubl.	1	21,00	16,30	13,80	0,57	605,03	0,321	0,272	164,55	1,94	319,22	159,61	73,89	17,10
Bixa platycarpa	Ruiz & Pav. ex G. Don	1	33,00	24,60	17,30	0,42	259,49	0,882	0,620	160,96	1,94	312,27	156,13	72,28	16,73
Naucleopsis sp.	Miq.	3	20,50	13,53	9,47	0,38	394,80	0,193	0,123	52,99	1,94	308,38	154,19	71,39	16,52
Tapirira sp.	Aubl.	1	21,10	18,90	10,10	0,63	706,58	0,417	0,223	157,59	1,94	305,73	152,86	70,77	16,38
Xylopia sp.1	L.	1	21,70	21,30	14,90	0,45	610,97	0,354	0,247	151,17	1,94	293,28	146,64	67,89	15,71
Jacaratia spinosa	(Aubl.) A. DC.	1	43,70	20,40	17,80	0,35	159,35	1,080	0,942	150,16	1,94	291,30	145,65	67,43	15,61
Dussia sp.	Krug & Urb. ex Taub.	1	23,00	14,10	9,60	0,50	794,57	0,294	0,200	159,02	1,83	291,00	145,50	67,36	15,59
Pourouma cecropiifolia	Mart.	1	30,40	20,30	15,20	0,52	253,26	0,761	0,569	144,22	1,94	279,78	139,89	64,76	14,99
Vochysia braciniae	Standl.	1	34,40	23,70	15,30	0,45	221,67	0,998	0,645	142,88	1,94	277,18	138,59	64,16	14,85
Endlicheria sp.	Nees	1	21,10	17,90	15,10	0,63	415,77	0,394	0,332	138,12	1,94	267,96	133,98	62,03	14,36
Cordia ucayaliensis	(I.M. Johnston.) I.M. Johnst.	4	13,33	12,53	8,58	0,47	594,04	0,082	0,058	33,41	1,94	259,23	129,62	60,01	13,89
Couma macrocarpa	Barb. Rodr.	1	25,30	17,70	13,40	0,44	446,30	0,393	0,298	132,95	1,94	257,93	128,97	59,71	13,82
Tabebuia sp.	Gomes ex DC.	1	19,20	20,50	16,40	0,56	737,65	0,332	0,266	195,94	1,28	250,81	125,40	58,06	13,44
Schefflera morototoni	(Aubl.) Maguire, Steyerm. & Frodin	1	37,30	17,30	6,60	0,41	433,29	0,782	0,298	129,24	1,94	250,73	125,37	58,04	13,44
Triplaris americana	L.	1	24,40	19,30	10,90	0,42	601,32	0,380	0,215	129,06	1,94	250,38	125,19	57,96	13,42

.....continuación apéndice 4

Especie	Clasificador	f	dap (cm)	ht (m)	hc (m)	F_f	Den_kg /m3	v_t_f (m3)	v_c_f (m3)	b_c (kg)	FEB	b_a_t (kg)	C_t (kg)	b_a (kg/ha)	C (kg/ha)
Viola surinamensis	(Rol. ex Rottb.) Warb.	1	31,60	19,50	9,90	0,30	545,92	0,455	0,231	126,20	1,94	244,82	122,41	56,67	13,12
Allophylus sp.	L.	3	19,30	12,13	7,87	0,35	467,45	0,125	0,081	39,41	1,94	229,37	114,68	53,09	12,29
Banara guianensis	Aubl.	2	16,20	20,05	15,35	0,39	492,36	0,148	0,115	56,47	1,94	219,10	109,55	50,72	11,74
Lindackeria paludosa	(Benth.) Gilg	1	25,20	13,20	9,60	0,41	570,26	0,267	0,194	110,75	1,94	214,86	107,43	49,74	11,51
Cestrum racemosum	Ruiz & Pav.	3	18,90	10,83	7,50	0,42	290,03	0,155	0,120	35,09	1,94	204,23	102,12	47,28	10,94
Xylopia sp.2	L.	1	24,50	16,90	10,90	0,30	663,47	0,236	0,152	100,79	1,94	195,54	97,77	45,26	
Bellucia pentamera	Naudin	1	21,80	14,30	11,80	0,54	416,55	0,286	0,236	98,47	1,94	191,03	95,51	44,22	10,24
Ryania sp.	Vahl	4	13,83	10,48	6,48	0,40	615,66	0,065	0,038	23,86	1,94	185,13	92,57	42,85	9,92
Iryanthera sp.2	(A. DC.) Warb.	1	22,70	16,70	10,80	0,53	408,00	0,355	0,230	93,72	1,94	181,82	90,91	42,09	9,74
Lunania sp.	Hook.	2	16,55	18,10	7,90	0,52	504,40	0,221	0,099	46,38	1,94	179,95	89,98	41,66	9,64
Himatanthus sucuuba	(Spruce ex Müll. Arg.) Woodson	1	21,50	14,50	10,90	0,45	509,96	0,235	0,177	90,23	1,94	175,04	87,52	40,52	9,38
Lacunaria sp.	Ducke	1	15,70	13,30	9,90	0,58	810,75	0,148	0,110	89,52	1,94	173,66	86,83	40,20	9,31
Tovomita weddelliana	Planch. & Triana	2	20,70	14,35	6,80	0,40	488,01	0,192	0,091	44,74	1,94	173,60	86,80	40,19	9,30
Browneopsis sp.	Huber	2	16,50	11,25	6,95	0,37	688,16	0,097	0,066	46,62	1,83	170,62	85,31	39,49	9,14
Brosimum sp.	Sw.	3	13,53	10,17	7,20	0,51	499,32	0,080	0,057	28,62	1,94	166,58	83,29	38,56	8,93
Leonia glycyarpa	Ruiz & Pav.	2	15,00	14,05	8,20	0,42	509,19	0,134	0,083	41,81	1,94	162,21	81,10	37,55	8,69
Guatteria sp.3	Ruiz & Pav.	1	18,60	16,00	12,00	0,55	464,61	0,238	0,179	82,97	1,94	160,95	80,48	37,26	8,62
Guatteria sp.4	Ruiz & Pav.	1	17,40	19,50	14,70	0,46	459,84	0,213	0,161	73,91	1,94	143,39	71,70	33,19	7,68
Miconia sp.2	Ruiz & Pav.	1	18,40	13,10	9,60	0,58	498,54	0,200	0,147	73,22	1,94	142,04	71,02	32,88	7,61
Siparuna sp.	Aubl.	3	11,47	12,03	8,87	0,43	583,16	0,055	0,040	23,72	1,94	138,03	69,01	31,95	7,40
Matisia sp.1	Bonpl.	1	15,50	16,30	13,40	0,56	497,33	0,173	0,142	70,73	1,94	137,22	68,61	31,76	7,35
Tabebuia chrysantha	(Jacq.) G. Nicholson	2	19,00	14,40	6,40	0,43	684,90	0,175	0,080	53,48	1,28	136,91	68,45	31,69	7,34
Palicourea sp.	Aubl.	1	29,15	12,20	6,70	0,46	333,97	0,375	0,206	68,83	1,94	133,53	66,76	30,91	7,16
Lonchocarpus sp.	Kunth	2	14,20	20,10	14,70	0,38	409,52	0,111	0,085	33,43	1,83	122,37	61,18	28,33	6,56
Ceiba pentandra	(L.) Gaertn.	1	25,90	16,10	14,00	0,47	177,73	0,396	0,345	61,25	1,94	118,83	59,41	27,51	6,37
Inga sp.1	Mill.	4	12,63	9,00	5,60	0,50	421,36	0,057	0,036	15,31	1,83	112,04	56,02	25,94	6,00
Brownea sp.	Jacq.	3	12,23	12,80	6,93	0,33	725,83	0,052	0,028	20,21	1,83	110,94	55,47	25,68	5,94
Trophis sp.	P. Browne	2	15,35	15,60	8,30	0,35	512,78	0,132	0,060	28,57	1,94	110,87	55,43	25,66	5,94
Ampelocera sp.	Klotzsch	1	17,60	13,70	8,80	0,40	652,41	0,134	0,086	56,29	1,94	109,20	54,60	25,28	5,85
Neea sp.1	Ruiz & Pav.	2	16,35	12,45	9,90	0,38	357,45	0,097	0,077	27,48	1,94	106,64	53,32	24,69	5,71
Componeura sp.	Warb.	1	14,20	16,70	13,40	0,44	571,40	0,117	0,094	53,76	1,94	104,29	52,15	24,14	5,59
Dendropanax sp.	Decne. & Planch.	3	12,30	9,03	6,37	0,50	477,22	0,052	0,037	17,88	1,94	104,05	52,02	24,08	5,58
Inga punctata	Willd.	1	17,00	11,60	8,40	0,55	530,58	0,144	0,104	55,29	1,83	101,19	50,59	23,42	5,42
Guatteria sp.6	Ruiz & Pav.	1	21,40	15,20	8,50	0,34	481,99	0,188	0,105	50,64	1,94	98,25	49,12	22,74	5,26
Pouteria sp.4	Aubl.	1	12,50	16,10	11,80	0,42	809,09	0,083	0,061	49,10	1,94	95,25	47,62	22,05	5,10
Urera caracasana	(Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	7	12,76	9,87	4,60	0,46	228,95	0,061	0,029	6,67	1,94	90,62	45,31	20,98	4,86
Perebea sp.2	Aubl.	1	16,10	12,40	9,60	0,42	543,64	0,107	0,082	44,83	1,94	86,97	43,49	20,13	4,66
Perebea xanthochyma	H. Karst.	1	13,70	12,10	9,10	0,58	561,46	0,104	0,078	43,78	1,94	84,94	42,47	19,66	4,55
Marila sp.	Sw.	2	11,30	11,65	8,00	0,42	597,12	0,053	0,036	21,32	1,94	82,73	41,37	19,15	4,43
Gustavia longifolia	Poepp. ex O. Berg	2	11,80	9,70	7,75	0,35	604,71	0,036	0,029	17,45	2,37	82,72	41,36	19,15	4,43
Vantanea sp.	Aubl.	1	14,50	13,30	8,60	0,38	774,53	0,084	0,055	42,28	1,94	82,03	41,01	18,99	4,40
Prunus sp.	L.	2	12,80	11,50	8,60	0,38	514,15	0,057	0,044	20,24	1,94	78,55	39,27	18,18	4,21
Mabea occidentalis	Benth.	2	11,85	12,00	5,50	0,42	747,61	0,057	0,026	19,29	1,94	74,85	37,43	17,33	4,01

.....continuación apéndice 4

Especie	Clasificador	f	dap (cm)	ht (m)	hc (m)	F_f	Den_kg /m3	v_t_f (m3)	v_c_f (m3)	b_c (kg)	FEB	b_a_t (kg)	C_t (kg)	b_a (kg/ha)	C (kg/ha)
Warszewiczia sp.		1	13,20	13,10	9,80	0,47	595,59	0,084	0,063	37,25	1,94	72,26	36,13	16,73	3,87
Chrysophyllum venezuelanense	(Pierre) T.D. Penn.	1	14,50	12,80	5,10	0,54	758,83	0,114	0,046	34,61	1,94	67,14	33,57	15,54	3,60
Heisteria sp.	Jacq.	1	13,80	15,20	9,90	0,40	546,66	0,091	0,059	32,47	1,94	62,99	31,50	14,58	3,38
Urera sp.	Gaudich.	2	19,10	7,10	4,05	0,43	343,09	0,081	0,045	15,55	1,94	60,33	30,17	13,97	3,23
Trema micrantha	(L.) Blume	1	21,70	15,80	5,10	0,53	300,09	0,308	0,099	29,82	1,94	57,85	28,93	13,39	3,10
Dipteryx sp.	Schreb.	1	12,10	13,40	10,10	0,44	605,23	0,068	0,051	31,04	1,83	56,81	28,41	13,15	3,04
Samyda guidonia	(L.) Sleumer	1	10,80	12,50	8,40	0,35	713,47	0,040	0,027	19,39	2,49	48,27	24,14	11,17	2,59
Mollinedia sp.	Ruiz & Pav.	2	10,50	7,95	4,65	0,49	689,03	0,032	0,018	12,18	1,94	47,25	23,62	10,94	2,53
Neea sp.2	Ruiz & Pav.	1	12,00	14,30	10,20	0,39	470,88	0,063	0,045	21,30	1,94	41,33	20,66	9,57	2,21
Jacaratia digitata	(Poepp. & Endl.) Solms	1	22,80	17,40	10,10	0,38	134,00	0,267	0,155	20,74	1,94	40,23	20,11	9,31	2,16
Sapindaceae	Juss.	1	10,40	8,00	5,60	0,58	625,87	0,039	0,028	17,30	1,94	33,57	16,78	7,77	1,80
Cyphomandra hartwegii	(Miers) Walp.	1	15,30	10,80	8,10	0,35	307,12	0,070	0,052	16,05	1,94	31,14	15,57	7,21	1,67
Ocotea costulata	(Nees) Mez	1	11,40	12,70	8,30	0,44	428,53	0,057	0,037	15,84	1,94	30,73	15,36	7,11	1,65
Hippotis sp.	Ruiz & Pav.	1	12,70	9,50	5,90	0,45	469,36	0,054	0,034	15,77	1,94	30,58	15,29	7,08	1,64
Miconia sp.3	Ruiz & Pav.	1	13,50	8,80	4,00	0,54	502,85	0,068	0,031	15,50	1,94	30,07	15,03	6,96	1,61
Sorocea sp.1	A. St.-Hil.	1	11,70	12,00	7,90	0,30	598,75	0,039	0,026	15,36	1,94	29,80	14,90	6,90	1,60
Inga sp.2	Mill.	1	13,00	10,90	7,60	0,38	423,50	0,055	0,038	16,16	1,83	29,57	14,78	6,84	1,58
Sterculia colombiana	Sprague	1	12,00	11,50	8,80	0,38	399,32	0,050	0,038	15,17	1,94	29,43	14,72	6,81	1,58
Picramnia sp.	Sw.	1	13,30	10,50	2,85	0,50	697,27	0,073	0,020	13,80	1,94	26,78	13,39	6,20	1,43
Porcelia sp.	Ruiz & Pav.	2	12,20	9,85	6,50	0,33	274,05	0,039	0,026	6,77	1,94	26,27	13,14	6,08	1,41
Pentagonia sp.	Benth.	1	12,20	10,50	5,30	0,47	446,03	0,058	0,029	13,07	1,94	25,36	12,68	5,87	1,36
Cecropia sp.1	Loefl.	1	11,10	12,80	9,10	0,59	217,54	0,073	0,052	11,36	1,94	22,04	11,02	5,10	1,18
Matisia sp.2	Bonpl.	1	10,30	10,50	7,30	0,34	543,92	0,029	0,021	11,15	1,94	21,64	10,82	5,01	1,16
Quararibea wittii	K. Schum. & Ulbr.	1	12,20	7,80	5,00	0,50	312,26	0,045	0,029	9,09	1,94	17,64	8,82	4,08	0,95

Apéndice 5. Modelos alométricos generados para las especies del BSTBA.

Alchornea pearcei

Nº	Modelo alométrico	R ²	AIC	VIF	P-valor
1	B= -716.71 + 35.96 * dap	0.82	167.97	1	0.0045 0.0001
2	B= -966.65 + 32.58 * dap + 17.52 * ht	168.54	0.84	1.37 1.37	0.0114 0.0005 0.3144
3	B= -838.48 + 31.60 * dap + 22.68* hc	0.85	168.37	1.60 1.60	0.0043 0.0010 0.0062
4	B= -118.53 + 0.48 * dap ²	0.85	166.19	1.00	0.2991 0.0001
5	B= -402.57 + 0.44 * dap ² + 16.22 * ht	0.86	166.78	1.37 1.37	0.1968 0.0002 0.3169
6	B= -301.95 + 0.42 * dap ² + 20.93 *hc	0.87	166.61	1.60 1.60	0.1559 0.0005 0.2900
7	B= -883.85 + 31.53 * dap + 5.37* ht + 16.87 * hc	0.85	170.34	1.63 6.20 7.25	0.0532 0.0020 0.8877 0.7181
8	B= -775.40 + 62.93 * ht	0.35	183.61	1.00	0.2151 0.0430
9	B= -461.47 + 81.21 * hc	0.45	181.53	1.00	0.2404 0.0164

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total.

Caryodendron orinocense

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -370.13 + 28.02 * dap	0.78	127.78	1	0.0319 0.0007
2	B= -445.63 + 9.74 * dap + 26.42 * ht	0.91	120.52	3.54 3.54	0.0028 0.1841 0.0138
3	B= -721.00 + 23.73 * dap + 38.96 * hc	0.93	118.00	1.12 1.12	0.0006 0.0002 0.0054
4	B= 22.07 + 0.46 * dap ²	0.75	129.09	1.00	0.7924 0.0011
5	B= -322.23 + 0.16 * dap ² + 27.21 * ht	0.92	120.30	3.02 3.02	0.0189 0.1669 0.0078
6	B= -436.23 + 0.40 * dap ² + 42.71 *hc	0.94	117.05	1.09 1.09	0.0049 0.0001 0.0024
7	B= -651.35 + 15.09 * dap + 14.44 * ht + 26.64 * hc	0.96	115.52	4.20 5.75 1.82	0.0012 0.0331 0.1152 0.0487
8	B= -401.98 + 36.52 * ht	0.89	121.23	1.00	0.0040 0.0001
9	B= -374.44 + 62.43 * hc	0.43	137.38	1.00	0.2574 0.0386

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Cecropia sciadophylla

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -536.90 + 29.84 * dap	0.56	507.34	1	0.0018 0.0001
2	B= -1069.02 + 19.36 * dap + 45.9* ht	0.73	491.74	1.39 1.39	0.0001 0.0001 0.0001
3	B= -1254.32 + 28.25* dap + 58.91 * hc	0.80	479.68	1.01 1.01	0.0001 0.0001 0.0001
4	B= -31.72 + 0.41 * dap ²	0.56	506.99	1.00	0.7137 0.0001
5	B= -732.80 + 0.26 * dap ² + 45.47 * ht	0.73	491.38	1.41 1.41	0.0001 0.0001 0.0001
6	B= -766.28 + 0.38 * dap ² + 58.31 *hc	0.80	479.87	1.01 1.01	0.0001 0.0001 0.0001
7	B= -1257.64 + 27.49 * dap + 3.73 * ht + 55.64* hc	0.81	481.61	1.94 4.16 3.02	0.0001 0.0001 0.8027 0.0014
8	B= -882.50 + 69.68 * ht	0.56	506.71	1.00	0.0001 0.0001
9	B= -402.59 + 65.46 * hc	0.31	523.12	1.00	0.0832 0.0004

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Cecropia sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -260.67 + 20.17 * dap	0.78	185.79	1	0.0023 0.0001
2	B= 294.12 + 17.96 * dap + 4.87* ht	0.78	187.57	3.8 3.8	0.0167 0.0115 0.6774
3	B= -276.14 + 19.3 * dap + 2.75 * hc	0.78	187.73	2.45 2.45	0.0154 0.0019 0.8207
4	B= -40.41 + 0.39* dap ²	0.77	186.32	1.00	0.3496 0.0001
5	B= -158.74 + 0.31 * dap ² + 9.80* ht	0.79	187.10	2.86 2.86	0.2280 0.0094 0.3350
6	B= -116.17 + 0.34 * dap ² + 8.17 *hc	0.78	187.62	2.04 2.04	0.3070 0.0018 0.4647
7	B= -292.66 + 17.92 * dap + 6.80* ht - 2.62 * hc	0.78	189.54	3.81 9.09 5.87	0.0232 0.0160 0.7194 0.8934
8	B= -394.58 + 34.07 * ht	0.62	193.87	1.00	0.0084 0.0005
9	B= -313.08 + 39.02 * hc	0.49	198.28	1.00	0.0464 0.0038
10	B= -5,25 + 1,61 * LN(dap ²)	0,89	24,22	1,00	0,0001 0,0001

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Chimarrhis glabriflora

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= 239.88 + 13.74 * dap	0.19	186.26	1	0.4573 0.1555
2	B= 788.61 -7.18 * dap + 67.19 * ht	0.64	178.65	1.99 1.99	0.0673 0.4412 0.0089
3	B= -978.95 + 17.32 * dap + 74.56 * hc	0.89	163.83	1.02 1.02	0.0008 0.0007 0.0001
4	B= 534.07 + 0.11 * dap ²	0.09	187.69	1.00	0.0231 0.3476
5	B= -919.95 – 0.11* dap ² + 68.80 * ht	0.67	177.66	1.61 1.61	0.0428 0.2545 0.0034
6	B= -757.19 + 0.19 * dap ² + 80.00*hc	0.86	167.31	1.07 1.07	0.0046 0.0027 0.0001
7	B= -960.66 + 19.13 * dap - 5.21 * ht + 78.31* hc	0.89	165.76	4.70 5.99 3.06	0.0024 0.0401 0.8009 0.0022
8	B= -724.21 + 55.69 * ht	0.61	177.49	1.00	0.0748 0.0027
9	B= -345.31 + 68.01 * hc	0.60	177.92	1.00	0.2473 0.0033

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Clarisia biflora

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -268.67 + 19.67 * dap	0.52	199.41	1	0.1568 0.0036
2	B= -398.25 + 7.78 * dap + 29.63 * ht	0.59	199.2	3.72 3.72	0.0669 0.4585 0.1972
3	B= -534.13 + 12.13 * dap + 51.56 * hc	0.83	186.59	1.24 1.24	0.0012 0.0078 0.0008
4	B= -43.44 + 0.34 * dap ²	0.56	198.38	1.00	0.7147 0.0022
5	B= -282.01 + 0.18* dap ² + 25.38* ht	0.61	198.39	3.24 3.24	0.2181 0.2819 0.2214
6	B= -411.58 + 0.23 * dap ² + 51.44*hc	0.88	182.01	1.19 1.19	0.0010 0.0012 0.0002
7	B= -516.02 + 15.22 * dap - 9.32 * ht + 55.96 * hc	0.84	188.19	4.02 5.53 1.85	0.0030 0.0531 0.6032 0.0029
8	B= -397.35 + 43.80 * ht	0.57	197.93	1.00	0.0613 0.0018
9	B= -325.34 + 67.87 * hc	0.67	193.99	1.00	0.0408 0.0003

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Dacryodes peruviana

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -277.21 + 25.38 * dap	0.58	299.59	1	0.0346 0.0001
2	B= -317.41 + 21.05 * dap + 8.21 * ht	0.60	300.5	1.84 1.84	0.0237 0.0044 0.3385
3	B= -517.22 + 17.93 * dap + 37.92 * hc	0.82	282.96	1.21 1.21	0.0001 0.0001 0.0001
4	B= 40.30 + 0.44 * dap ²	0.50	303.40	1.00	0.6158 0.0002
5	B= -105.86 + 0.33* dap ² + 12.59 * ht	0.56	302.86	1.61 1.61	0.3988 0.0135 0.1436
6	B= -338.64 + 0.32 * dap ² + 41.69 *hc	0.81	283.90	1.13 1.13	0.0007 0.0001 0.0001
7	B= -534.56 + 24.95 * dap - 20.14 * ht + 56.24* hc	0.89	274.90	1.89 3.40 2.24	0.0001 0.0001 0.0046 0.0001
8	B= -133.93 + 26.44 * ht	0.38	308.12	1.00	0.3518 0.0021
9	B= -264.56 + 53.79 * hc	0.58	299.68	1.00	0.0400 0.0001

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Erisma uncinatum

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -675.58 + 43.78 * dap	0.78	232.14	1	0.010 0.0001
2	B= 724.24 + 42.94* dap + 3.3 * ht	0.78	234.11	1.71 1.71	0.0593 0.0001 0.8770
3	B= -1342.23 + 37.51 * dap + 56.18 * hc	0.88	222.94	0.88	0.0001 0.0001 0.0028
4	B= -140.06 + 0.82 * dap ²	0.85	224.82	1.00	0.0819 0.0001
5	B= -188.19 + 0.80 * dap ² + 2.65 * ht	0.85	226.79	1.61 1.61	0.5505 0.0001 0.8738
6	B= -814.78 + 0.71 * dap ² + 51.00 *hc	0.94	211.15	1.16 1.16	0.0001 0.0001 0.0004
7	B= -1052.91 + 44.20 * dap – 34.64 * ht + 74.87 * hc	0.92	219.49	1.71 2.35 1.58	0.0006 0.0001 0.0451 0.0005
8	B= -1110.71 + 73.69 * ht	0.34	250.48	1.00	0.0712 0.0141
9	B= -1003.17 + 99.18 * hc	0.39	249.20	1.00	0.0550 0.0076

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Eschweilera coriácea

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -1481.95 + 87.63 * dap	0.90	245.35	1	0.0001 0.0001
2	B= -2354.02 + 63.63 * dap + 85.89 * ht	0.92	244.73	5.69 5.69	0.0024 0.0029 0.1521
3	B= -1986.70 + 78.44 * dap + 64.46 * hc	0.92	244.58	1.65 1.65	0.0003 0.0001 0.1411
4	B= -205.73 + 1.21 * dap ²	0.94	236.57	1.00	0.1273 0.0001
5	B= -1221.02 + 0.95 * dap ² + 70.45* ht	0.96	234.82	4.79 4.79	0.0483 0.0001 0.0868
6	B= -1035.94 + 1.07 * dap ² + 81.78*hc	0.97	227.80	1.50 1.50	0.0013 0.0001 0.0037
7	B= -2235.73 + 69.75 * dap + 43.87 * ht + 39.38* hc	0.92	246.28	7.68 14.58 4.24	0.0061 0.0056 0.6449 0.5727
8	B= -3913.94 + 273.53 * ht	0.83	254.06	1.00	0.0001 0.0001
9	B= -2226.76 + 281.92 * hc	0.48	272.37	1.00	0.0416 0.0029

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Ficus sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -476.46 + 24.66 * dap	0.91	131.5	1	0.0015 0.0001
2	B= -524.86 + 14.2* dap + 24.6 * ht	0.94	129.64	6.73 6.73	0.0008 0.0573 0.1126
3	B= -511.63 + 19.04 * dap + 27.53 * hc	0.93	131.12	3.50 3.50	0.0013 0.0057 0.2125
4	B= -91.41 + 0.31 * dap ²	0.98	117.40	1.00	0.0212 0.0001
5	B= -174.92 + 0.26 * dap ² + 9.52 * ht	0.98	117.57	7.88 7.88	0.0574 0.0007
6	B= -155.70 + 0.28 * dap ² + 14.11*hc	0.98	116.96	3.68 3.68	0.0259 0.0001 0.2071
7	B= -527.49 + 14.25 * dap + 20.39 * ht + 8.54 * hc	0.94	131.48	6.73 12.44 6.46	0.0019 0.0775 0.3418 0.7640
8	B= -511.01 + 53.04 * ht	0.89	133.17	1.00	0.0021 0.0001
9	B= -416.58 + 94.12 * hc	0.77	140.75	1.00	0.0325 0.0008

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Grias peruviana

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -168.37 + 16.12* dap	0.66	279.54	1	0.0040 0.0001
2	B= -308.36 + 12.07 * dap + 16.74* ht	0.86	259.96	1.21 1.21	0.0001 0.0001 0.0001
3	B= -319.15 + 14.89 * dap + 26.95 * hc	0.86	260.99	1.02 1.02	0.0001 0.0001 0.0001
4	B= -5.02 + 0.36* dap ²	0.67	278.42	1.00	0.8619 0.0001
5	B= -187.76 + 0.28 * dap ² + 16.75* ht	0.88	256.60	1.19 1,19	0.0001 0.0001 0.0001
6	B= -162.71 + 0.33 * dap ² + 26.22*hc	0.86	260.27	1.02 1.02	0.0002 0.0001 0.0001
7	B= -351.01 + 12.76 * dap + 10.75 * ht + 16.57* hc	0.91	251.69	1.23 1.85 1.57	0.0001 0.0001 0.0024 0.0039
8	B= -176.43 + 25.25 * ht	0.55	285.94	1.00	0.0144 0.0001
9	B= -58.04 + 33.22* hc	0.30	296.66	1.00	0.4369 0.0052
10	B= -2,51 + 0,97 * LN(dap ²) + 0,85 * LN(hc)	0,94	-8,08	1,01 1,01	0,0001 0,0001 0,0001

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Guarea kunthiana

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -417.5 + 23.43 * dap	0.55	254.28	1	0.0326 0.0004
2	B= -674.63 + 18.48 * dap + 34.43 * ht	0.69	249.4	1.17 1.17	0.0020 0.0018 0.0185
3	B= -710.74 + 20.67 * dap + 71.99 * hc	0.81	240.26	1.03 1.03	0.0001 0.0001 0.0003
4	B= -79.96 + 0.36* dap ²	0.60	252.02	1.00	0.4339 0.0002
5	B= -400.83 + 0.29 * dap ² + 33.21 * ht	0.74	246.67	1.17 1.17	0.0137 0.0006 0.0149
6	B= -398.65 + 0.32 * dap ² + 69.54 *hc	0.85	236.65	1.04 1.04	0.0005 0.0001 0.0002
7	B= -738.50 + 19.82 * dap + 7.90 * ht + 64.31 * hc	0.82	241.81	1.19 1.95 1.72	0.0002 0.0002 0.5634 0.0073
8	B= -314.81 * ht	0.40	259.42	1.00	0.1489 0.0048
9	B= -135.15 + 87.04 * hc	0.40	259.45	1.00	0.4025 0.0049
10	B= -2,98 + 0,99 * LN(dap ²) + 1,02 * LN(hc)	0,96	-1,98	1,02	0,0001 0,0001 0,0001

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Guarea pterorhachis

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -98.51 + 13.83 * dap	0.26	183.68	1	0.5068 0.0619
2	B= -209.25 + 12.85 * dap + 11.16* ht	0.31	184.71	1.03 1.03	0.2972 0.0882 0.3925
3	B= -407.43 + 13.95 * dap + 46.20 * hc	0.75	170.43	1.00 1.00	0.0034 0.0056 0.0007
4	B= 44.47 + 0.31* dap ²	0.22	184.36	1.00	0.6160 0.0871
5	B= -98.15 + 0.29 * dap ² + 12.79 * ht	0.29	185.11	1.01 1.01	0.5640 0.1065 0.3324
6	B= -296.94 + 0.35 * dap ² + 48.79 *hc	0.77	169.47	1.01 1.01	0.0045 0.0038 0.0004
7	B= -395.93 + 14.10 * dap - 1.70 * ht + 47.01* hc	0.75	172.37	1.03 1.18 1.15	0.0114 0.0086 0.8441 0.0018
8	B= 10.89 + 14.94 * ht	0.09	186.58	1.00	0.9487 0.2935
9	B= -118.87 + 45.99 * hc	0.49	178.60	1.00	0.2415 0.0056
10	B= -3,76 + 1,09 * LN(dap ²) + 1,19 * LN(hc)	0,93	5,93	1,00 1,00	0,0003 0,0001 0,0001

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Guarea sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -250 + * dap	0.86	184.89	1	0.0041 0.0001
2	B= -399.25 + 39.3 * dap -12.66 * ht	0.86	186.37	1.99 1.99	0.1725 0.0001 0.5352
3	B= -711.20 + 33.51 * dap + 25.97 * hc	0.88	184.89	1.26 1.26	0.0046 0.0001 0.2258
4	B= -16.05 + 0.49 * dap ²	0.90	180.23	1.00	0.8466 0.0001
5	B= -122.47 + 0.47 * dap ² + 6.94* ht	0.90	181.94	1.54 1.54	0.6204 0.0001 0.6455
6	B= -357.40 + 0.44 * dap ² + 40.16 *hc	0.95	172.10	1.14 1.14	0.0110 0.0001 0.0064
7	B= -453.80 + 39.14 * dap 32.74 * ht + 43.59* hc	0.91	183.45	1.99 2.65 1.68	0.0896 0.0001 0.1331 0.0724
8	B= -772.03 + 71.81 * ht	0.36	204.46	1.00	0.1856 0.0301
9	B= -333.86 + 89.18* hc	0.30	205.60	1.00	0.4527 0.0518

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Guatteria sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -755.82 + 45.87 * dap	0.86	194.52	1	0.0003 0.0001
2	B= -1043.09 + 36.2 9* dap + 28.59* ht	0.88	195.01	3.78 3.78	0.0049 0.0039 0.2872
3	B= -1136.96 + 34.81 * dap + 53.61 * hc	0.92	189.97	2.02 2.02	0.0001 0.0001 0.0265
4	B= -140.21 + 0.73 * dap ²	0.93	186.05	1.00	0.0547 0.0001
5	B= -486.36 + 0.61 * dap ² + 23.36 * ht	0.94	185.86	3.26 3.26	0.0897 0.0001 0.1994
6	B= -569.21 + 0.59 * dap ² + 43.23*hc	0.96	180.23	2.09 2.09	0.0042 0.0001 0.0153
7	B= -1032.13 + 38.74 * dap - 20.55 * ht + 67.91* hc	0.92	191.37	3.84 7.62 4.06	0.0023 0.0012 0.5238 0.0502
8	B= -1586.33 + 108.25 * ht	0.74	204.05	1.00	0.0009 0.0001
9	B= -1277.95 + 138.54 * hc	0.67	207.27	1.00	0.0046 0.0004

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Hasseltia floribunda

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -175.32 + 15.31 * dap	0.51	110.86	1	0.1540 0.0314
2	B= -226.47 + 12.91* dap + 7.91* ht	0.53	112.49	1.62 1.62	0.1919 0.1444 0.6316
3	B= -322.16 + 11.30 * dap + 31.21 * hc	0.88	100.13	1.09 1.09	0.0031 0.0120 0.0050
4	B= -59.19 + 0.45 * dap ²	0.57	109.70	1.00	0.3724 0.0192
5	B= -126.68 0.39* dap ² + 7.40* ht	0.59	111.30	1.52 1.52	0.4168 0.0906 0.6213
6	B= -230.43 + 0.33 * dap ² + 30.19 *hc	0.91	97.39	1.11 1.11	0.0026 0.0046 0.0029
7	B= -251.89 + 15.47 * dap - 17.66 * ht + 40.54* hc	0.95	94.79	1.66 2.43 1.64	0.0067 0.0029 0.0539 0.0015
8	B= -185.14 + 24.19 * ht	0.31	113.95	1.00	0.3139 0.1231
9	B= -167.01 + 38.71* hc	0.63	108.33	1.00	0.0875 0.0109

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Heliocarpus americanus

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -167.85 + 9.8 * dap	0.75	142.30	1	0.0057 0.0001
2	B= -246.55 + 4.24* dap + 13.53* ht	0.85	137.45	3.34 3.34	0.0006 0.1238 0.0250
3	B= -220.12 + 9.17 * dap + 7.71* hc	0.79	141.72	1.07 1.07	0.0037 0.0003 0.1697
4	B= -9.90 + 0.14 * dap ²	0.72	143.62	1.00	0.7047 0.0002
5	B= -188.40 + 0.05 * dap ² + 14.37* ht	0.85	137.94	3.12 3.12	0.0171 0.1565 0.0176
6	B= -75.13 + 0.13 * dap ² + 8.04 *hc	0.77	143.09	1.07 1.07	0.1686 0.0005 0.1730
7	B= -289.71 + 3.92 * dap + 12.93 * ht + 6.88 * hc	0.89	135.87	3.36 3.36 1.08	0.0004 0.1260 0.0231 0.1254
8	B= -253.69 + 20.76 * ht	0.81	138.68	1.00	0.0006 0.0001
9	B= -33.21 + 14.94 * hc	0.18	157.65	1.00	0.7193 0.1471

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Hevea guianensis

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -173.73 + 23.41* dap	0.50	114.84	1	0.6472 0.0483
2	B= -510.96+ 18.75* dap + 24 * ht	0.56	115.96	1.39 1.39	0.4191 0.1662 0.4818
3	B= -1033.14 + 21.78 * dap + 65.40 * hc	0.85	107.50	1.01 1.01	0.0287 0.0133 0.0209
4	B= 207.08 + 0.33* dap ²	0.48	115.27	1.00	0.3946 0.0578
5	B= -204.37 + 0.26 * dap ² + 24.29* ht	0.53	116.45	1.43 1.43	0.7502 0.2001 0.4956
6	B= -757.99 + 0.32 * dap ² + 69.50*hc	0.87	106.43	1.00 1.00	0.0443 0.0095 0.0127
7	B= -1173.54 + 19.44 * dap + 12.38 * ht + 62.84 * hc	0.86	108.79	1.39 1.44 1.05	0.0525 0.0562 0.5749 0.0428
8	B= -393.36 + 51.10 * ht	0.32	117.34	1.00	0.5669 0.1418
9	B= -316.49 + 71.62* hc	0.41	116.20	1.00	0.5505 0.0861

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Inga sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -458.81 + 31.47 * dap	0.70	623.63	1	0.0001 0.0001
2	B= -728.34 + 27.21* dap + 21.83 * ht	0.75	617.69	1.26 1.26	0.0001 0.0001 0.0068
3	B= -771.47 + 27.41 * dap + 37.27 * hc	0.80	606.73	1.11 1.11	0.0001 0.0001 0.0001
4	B= -20.23 + 0.48* dap ²	0.72	620.01	1.00	0.7036 0.0001
5	B= -422.91 + 0.42 * dap ² + 25.94 * ht	0.79	608.09	1.17 1.17	0.0005 0.0001 0.0003
6	B= -432.15 + 0.43 * dap ² + 40.54 *hc	0.85	594.80	1.08 1.08	0.0001 0.0001 0.0001
7	B= -717.22 + 28.55 * dap – 12.60 * ht + 49.34 * hc	0.81	607.50	1.28 3.81 3.36	0.0001 0.0001 0.2912 0.0009
8	B= -491.25 + 50.65 * ht	0.33	659.08	1.00	0.0185 0.0001
9	B= -306.05 + 62.53 * hc	0.33	659.57	1.00	0.0703 0.0001
10	B= -2,91 + 0,98 * LN(dap ²) + 0,89 * LN(hc)	0,92	19,31	1,15	0,0001 0,0001 0,0001

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Iryanthera juruensis

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -156.86 + 16.63 * dap	0.95	79.74	1	0.0013 0.0001
2	B= -173.88 + 11.91 dap + 7.29 * ht	0.98	75.67	3.90 3.90	0.0005 0.0035 0.0628
3	B= -166.14 + 14.31 * dap + 5.52 * hc	0.96	80.28	3.23 3.23	0.0023 0.0036 0.3630
4	B= -24.29 + 0.45* dap ²	0.96	77.88	1.00	0.1500 0.0001
5	B= -80.91 + 0.32 * dap ² + 7.43* ht	0.99	68.23	3.56 3.56	0.0039 0.0003 0.0098
6	B= -59.36 + 0.38 * dap ² + 6.81 *hc	0.98	76.27	2.85 2.85	0.0596 0.0010 0.1524
7	B= -174.92 + 11.68 * dap + 6.88 * ht + 1.19 * hc	0.98	77.56	4.53 4.98 4.12	0.0021 0.0131 0.1474 0.8304
8	B= -155.31 + 20.98 * ht	0.85	88.51	1.00	0.0204 0.0011
9	B= -132.37 + 29.09 * hc	0.74	92.99	1.00	0.0868 0.0061

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Iryanthera lancifolia

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -159.46 + 16.34 * dap	0.76	119.87	1	0.0752 0.0010
2	B= -135.16 + 17.23* dap - 3.01* ht	0.76	121.76	1.86 1.86	0.2994 0.0081 0.7894
3	B= -297.13 + 12.38* dap + 22.28 * hc	0.88	115.09	1.38 1.38	0.0073 0.0037 0.0351
4	B= -3.88 + 0.37 * dap ²	0.73	121.09	1.00	0.9442 0.0017
5	B= -44.51 + 0.35 * dap ² + 3.58* ht	0.73	122.93	1.52 1.52	0.7442 0.0124 0.7409
6	B= -214.33 + 0.28 * dap ² + 25.64 *hc	0.90	112.82	1.24 1.24	0.0168 0.0016 0.0094
7	B= -203.94 + 16.50 * dap - 22.95 * ht + 37.88 * hc	0.98	100.35	1.86 2.85 2.11	0.0027 0.0001 0.0022 0.0003
8	B= -142.03 + 23.96 * ht	0.31	130.46	1.00	0.4820 0.0963
9	B= -210.63 + 41.36 * hc	0.56	125.9	1.00	0.1613 0.0127

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Jacaranda copaia

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -526.75 + 26.11 * dap	0.77	812.65	1	0.0001 0.0001
2	B= -653.48 + 24.04 * dap + 8.56 * ht	0.78	811.43	1.41 1.41	0.0001 0.0001 0.0813
3	B= -699.26 + 24.86 * dap + 13.16 * hc	0.79	807.87	1.07 1.07	0.0001 0.0001 0.0114
4	B= -109.37 + 0.36* dap ²	0.87	775.50	1.00	0.0001 0.0001
5	B= -305.35 + 0.33 * dap ² + 10.18* ht	0.89	768.09	1.30 1.30	0.0001 0.0001 0.0029
6	B= -349.64 + 0.35 * dap ² + 16.05*hc	0.91	756.67	1.04 1.04	0.0001 0.0001 0.0001
7	B= -692.22 + 25.14 * dap – 1.70 * ht + 14.54 * hc	0.79	809.81	1.52 3.32 2.52	0.0001 0.0001 0.8154 0.0666
8	B= -583.45 + 37.59 * ht	0.32	879.89	1.00	0.0005 0.0001
9	B= -253.95 + 31.13 * hc	0.14	894.28	1.00	0.1152 0.0022

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Mabea sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -88.61 + 10.83 * dap	0.54	90.52	1	0.2562 0.0378
2	B= -457.58 + 3.96* dap + 37.9* ht	0.87	82.57	1.66 1.66	0.0098 0.2572 0.0170
3	B= -242.72 + 12.25* dap + 17.36 * hc	0.84	83.96	1.03 1.03	0.0154 0.0058 0.0270
4	B= -8.34 + 0.33* dap ²	0.59	89.62	1.00	0.8366 0.0263
5	B= -412.59 + 0.13 * dap ² + 36.46 * ht	0.88	82.04	1.75 1.75	0.0191 0.2082 0.0192
6	B= -138.20 + 0.36 * dap ² + 16.15*hc	0.85	83.34	1.02 1.02	0.0395 0.0047 0.0296
7	B= -405.17 + 7.17 * dap + 24.26 * ht + 9.06* hc	0.91	81.71	2.86 3.44 2.13	0.0230 0.1317 0.1695 0.2603
8	B= -502.82 + 46.61 * ht	0.82	82.83	1.00	0.0043 0.0018
9	B= -5.35 + 12.89 * hc	0.17	95.22	1.00	0.9548 0.3073

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Matisia sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -257.47 + 23.56* dap	0.91	107.36	1	0.0037 0.0001
2	B= -346.49 + 12.89 * dap + 21.63 * ht	0.97	100.26	4.22 4.33	0.0004 0.0142 0.0177
3	B= -319.06 + 16.84 * dap + 21.62* hc	0.95	104.55	2.96 2.96	0.0015 0.0057 0.0852
4	B= -20.04 + 0.48* dap ²	0.92	106.68	1.00	0.5854 0.0001
5	B= -214.95 + 0.27 * dap ² + 21.29 * ht	0.98	97.36	3.91 3.91	0.0073 0.0051 0.0081
6	B= -135.15 + 0.35 * dap ² + 19.42*hc	0.94	105.10	3.26 3.26	0.1181 0.0069 0.1381
7	B= -346.48 + 12.89 * dap + 21.66 * ht - 0.05* hc	0.97	102.26	4.22 12.10 8.50	0.0012 0.0263 0.1410 0.9976
8	B= -369.44 + 41.57 * ht	0.90	107.99	1.00	0.0017 0.0001
9	B= -311.36 + 57.50* hc	0.79	114.89	1.00	0.0223 0.0014

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Miconia sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -624 + 40.36 * dap	0.86	219.91	1	0.0001 0.0001
2	B= -684.05 + 36.55 * dap + 9.5* ht	0.87	221.38	2.75 2.75	0.0006 0.0002 0.5200
3	B= -687.10 + 35.99 * dap + 18.21 * hc	0.88	220.31	1.79 1.79	0.0001 0.0001 0.2634
4	B= -118.44 + 0.65 * dap ²	0.93	208.61	1.00	0.0362 0.0001
5	B= -268.83 + 0.58 * dap ² + 12.66* ht	0.94	208.10	2.22 2.22	0.0326 0.0001 0.1608
6	B= -266.59 + 0.58 * dap ² + 21.71 *hc	0.95	204.71	1.59 1.59	0.0038 0.0001 0.0317
7	B= -631.89 + 39.13 * dap – 18.72 * ht + 36.44 * hc	0.88	221.75	3.03 11.20 7.28	0.0016 0.0002 0.5257 0.2788
8	B= -718.93 + 67.48* ht	0.61	236.80	1.00	0.0125 0.0003
9	B= -413.58 + 84.32* hc	0.49	241.05	1.00	0.1045 0.0024

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Miconia sp1.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -356.14 + 28.78 * dap	0.93	88.21	1.00	0.0005 0.0001
2	B= -356.29 + 19.10 * dap + 13.33 * ht	0.94	89.03	12.06 12.06	0.0011 0.1530 0.4136
3	B= -214.99 + 12.55 * dap + 22.24 * hc	0.98	79.56	6.79 6.79	0.0064 0.0446 0.0135
4	B= -106.07 + 0.73 * dap ²	0.98	79.45	1.00	0.0005 0.0001
5	B= -106.83 + 0.73 * dap ² + 0.12 * ht	0.98	81.44	13.73 13.73	0.1659 0.0114 0.9909
6	B= -105.45 + 0.46 * dap ² + 14.64 *hc	0.99	74.28	10.95 10.95	0.0002 0.0078 0.0432
7	B= -220.68 + 10.39 * dap + 3.87 * ht + 21.35 * hc	0.98	81.24	14.07 13.42 7.56	0.0153 0.2344 0.7068 0.0363
8	B= -332.23 + 37.46 * ht	0.91	90.63	1.00	0.0013 0.0003
9	B= -93.53 + 36.90 * hc	0.96	84.64	1.00	0.0041 0.0001

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Micrandra spruceana

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -1617.10 + 83.29 * dap	0.88	125.85	1.00	0.0104 0.0006
2	B= -1070.67 + 110.83 * dap - 69.10 * ht	0.90	125.75	5.27 2.57	0.1759 0.0126 0.3424
3	B= -1377.07 + 93.66 * dap - 39.01 * hc	0.88	127.14	5.33 5.33	0.1539 0.0328 0.7339
4	B= -338.45 + 1.15 * dap ²	0.92	121.63	1.00	0.1591 0.0002
5	B= 609.47 + 1.50 * dap ² - 66.28 * ht	0.95	120.73	4.58 4.58	0.4050 0.0022 0.2000
6	B= -31.22 + 1.25 * dap ² - 29.38 * hc	0.92	123.40	4.32 4.32	0.9718 0.0095 0.7196
7	B= -1279.85 + 104.57 * dap - 117.93 * ht + 96.76 * hc	0.91	127.09	5.88 12.57 12.72	0.1899 0.0341 0.3410 0.5890
8	B= -2187.44 + 156.21 * ht	0.60	134.61	1.00	0.0945 0.0233
9	B= -2583.19 + 247.29 * hc	0.67	133.13	1.00	0.0516 0.0129

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Myrcia sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -324.99 + 28.02 * dap	0.77	121.92	1.00	0.0703 0.0018
2	B= 82.01 + 41.32 * dap - 47.33 * ht	0.85	120.00	3.18 3.18	0.7640 0.0035 0.1204
3	B= -487.51 + 17.47 * dap + 51.59 * hc	0.82	121.81	3.32 3.32	0.0467 0.1322 0.2549
4	B= -66.90 + 0.61 * dap ²	0.82	120.05	1.00	0.4962 0.0008
5	B= 253.76 + 0.76 * dap ² - 27.59 * ht	0.85	120.11	2.41 2.41	0.4020 0.0036 0.2743
6	B= -317.24 + 0.41 * dap ² + 47.70 * hc	0.86	119.32	2.78 2.78	0.1496 0.0510 0.1945
7	B= -91.36 + 31.54 * dap - 42.02 * ht + 40.55 * hc	0.88	120.07	6.52 3.29 3.44	0.7745 0.0532 0.1697 0.3246
8	B= -464.75 + 53.47 * ht	0.32	131.75	1.00	0.3492 0.1093
9	B= -545.81 + 111.26 * hc	0.73	123.49	1.00	0.0411 0.0033

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Nectandra sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -409.57 + 30.36 * dap	0.93	267.25	1.00	0.0001 0.0001
2	B= -376.81 + 32.18 * dap - 3.58 * ht	0.93	268.84	2.57 2.57	0.0001 0.0001 0.5581
3	B= -360.87 + 31.48 * dap - 5.47 * hc	0.93	268.57	1.25 1.25	0.0002 0.0001 0.4495
4	B= -9.69 + 0.45 * dap ²	0.94	262.73	1.00	0.6845 0.0001
5	B= -138.50 + 0.41 * dap ² + 8.71 * ht	0.95	260.19	1.84 1.84	0.0478 0.0001 0.0506
6	B= -148.25 + 0.44 * dap ² + 12.57 * hc	0.96	259.11	1.09 1.09	0.0288 0.0001 0.0297
7	B= -361.04 + 31.15 * dap + 1.28 * ht - 6.77 * hc	0.93	270.56	3.77 9.42 4.57	0.0003 0.0001 0.9143 0.6330
8	B= -559.59 + 46.02 * ht	0.54	309.27	1.00	0.0051 0.0001
9	B= -232.51 + 41.59 * hc	0.15	322.58	1.00	0.3989 0.0744

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Neea sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -361.54 + 26.56 * dap	0.76	142.77	1.00	0.0692 0.0010
2	B= -303.68 + 28.17 * dap - 6.48 * ht	0.77	144.64	1.86 1.86	0.2825 0.0076 0.7647
3	B= -94.54 + 36.82 * dap - 51.81 * hc	0.82	142.12	3.05 3.05	0.7101 0.0036 0.1883
4	B= -59.68 + 0.44 * dap ²	0.82	140.21	1.00	0.5883 0.0003
5	B= -78.75 + 0.43 * dap ² + 1.54 * ht	0.82	142.20	1.56 1.56	0.7503 0.0031 0.9299
6	B= 176.08 + 0.52 * dap ² - 30.29 *hc	0.84	140.77	2.34 2.34	0.5036 0.0022 0.3326
7	B= -141.20 + 37.00 * dap + 20.79 * ht - 78.80 * hc	0.84	143.06	3.06 3.38 5.54	0.6017 0.0056 0.4430 0.1593
8	B= -331.88 + 45.98 * ht	0.30	153.49	1.00	0.4519 0.0979
9	B= -387.61 + 73.19 * hc	0.34	153.01	1.00	0.3804 0.0781

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Ocotea sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -228.69 + 21.70 * dap	0.45	152,39	1.00	0.2531 0.0248
2	B= -477.92 + 7.20 * dap + 32.53 * ht	0.93	130.93	1.41 1.41	0.0002 0.0732 0.0001
3	B= -517.86 + 18.39 * dap + 33.57 * hc	0.85	140.30	1.03 1.03	0.0029 0.0038 0.0018
4	B= -22.56 + 0.50 * dap ²	0.49	151.48	1.00	0.8411 0.0165
5	B= -397.70 + 0.15 * dap ² + 32.21 * ht	0.93	131.63	1.53 1.53	0.0004 0.0988 0.0001
6	B= -351.14 + 0.43 * dap ² + 33.76 *hc	0.90	135.88	1.02 1.02	0.0020 0.0007 0.0005
7	B= -543.75 + 9.81 * dap + 23.42 * ht + 14.71 * hc	0.97	123.23	1.57 2.81 2.05	0.0001 0.0062 0.0007 0.0162
8	B= -401.71 + 37.21 * ht	0.90	133.61	1.00	0.0005 0.0001
9	B= -166.35 + 38.28 * hc	0.53	150.48	1.00	0.2670 0.0106

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Ophiocaryon manausense

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -191.27 + 18.25 * dap	0.77	89.64	1.00	0.0497 0.0040
2	B= 111.27 + 21.97 * dap - 26.35 * ht	0.84	89.07	1.52 1.52	0.6512 0.0052 0.2272
3	B= -393.04 + 15.74 * dap + 27.58 * hc	0.80	90.61	1.53 1.53	0.1846 0.0278 0.4436
4	B= -40.08 + 0.51 * dap ²	0.81	88.28	1.00	0.3728 0.0024
5	B= 305.29 + 0.62 * dap ² - 27.20 * ht	0.88	86.83	1.50 1.50	0.2126 0.0025 0.1619
6	B= -241.93 + 0.45 * dap ² + 24.95 *hc	0.83	89.27	1.53 1.53	0.3792 0.0179 0.4513
7	B= -96.27 + 19.39* dap - 27.49 * ht + 30.17 * hc	0.87	89.29	1.99 1.52 1.54	0.7724 0.0218 0.2251 0.3743
8	B= -223.86 + 26.54 * ht	0.10	100.69	1.00	0.6517 0.4551
9	B= -638.03 + 87.47 * hc	0.42	97.08	1.00	0.1408 0.0800

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Osteophloeum platyspermum

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -582.79 + 41.16 * dap	0.96	105.83	1.00	0.0013 0.0001
2	B= -832.87 + 35.06 * dap + 23.30 * ht	0.97	106.39	4.23 4.23	0.0279 0.0041 0.3657
3	B= -517.25 + 42.77 * dap – 8.60 * hc	0.96	107.71	3.45 3.45	0.1042 0.0016 0.7923
4	B= -83.33 + 0.64 * dap ²	0.99	94.84	1.00	0.0532 0.0001
5	B= -256.43 + 0.59 * dap ² + 12.42 * ht	0.99	95.29	4.43 4.43	0.1933 0.0001 0.3478
6	B= -265.11 + 0.59 * dap ² + 17.96 *hc	0.99	93.35	2.55 2.55	0.0675 0.0001 0.1587
7	B= -736.79 + 37.44 * dap + 29.73 * ht – 21.67 * hc	0.97	107.54	5.19 4.86 3.97	0.0839 0.0105 0.3270 0.5406
8	B= -1715.24 + 125.68 * ht	0.80	118.72	1.00	0.0099 0.0026
9	B= -1429.92 + 153.62 * hc	0.66	123.03	1.00	0.0491 0.0142

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Otoba parvifolia

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -1136.08 + 60.77 * dap	0.86	298.34	1.00	0.0001 0.0001
2	B= -1197.82 + 56.68 * dap + 10.10 * ht	0.86	300.21	5.31 5.31	0.0003 0.0007 0.7466
3	B= -1192.58 + 53.57 * dap + 21.61 * hc	0.86	299.59	3.30 3.30	0.0001 0.0001 0.4320
4	B= -250.28 + 0.82 * dap ²	0.98	262.10	1.00	0.0001 0.0001
5	B= -244.94 + 0.82 * dap ² - 0.42 * ht	0.98	264.10	3.80 3.80	0.1001 0.0001 0.9684
6	B= -335.73 + 0.78 * dap ² + 10.76 *hc	0.98	262.72	2.76 2.76	0.0017 0.0001 0.2860
7	B= -1141.89 + 55.87 * dap - 11.10 * ht + 18.18 * hc	0.86	301.50	5.34 9.58 5.95	0.0009 0.0011 0.7940 0.4582
8	B= -1592.42 + 123.94 * ht	0.72	312.01	1.00	0.0002 0.0001
9	B= -1027.62 + 133.76 * hc	0.66	315.69	1.00	0.0031 0.0001

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Parkia multijuga

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -1422.10 + 60.97 * dap	0.94	113.15	1.00	0.0006 0.0001
2	B= -1595.65 + 0.32 * dap + 114.25 * ht	0.97	109.53	31.09 31.09	0.0004 0.9932 0.0738
3	B= -1389.18 + 74.54 * dap – 14.22 * hc	0.94	115.05	9.02 9.02	0.0038 0.0248 0.8119
4	B= -328.10 + 0.93 * dap ²	0.98	103.24	1.00	0.0022 0.0001
5	B= -437.49 + 0.85 * dap ² + 9.81 * ht	0.98	105.19	64.76 64.76	0.5156 0.1162 0.8673
6	B= -228.51 + 0.99 * dap ² – 11.40 *hc	0.98	104.94	6.71 6.71	0.3798 0.0010 0.6794
7	B= -1558.33 + 6.45 * dap + 114.76 * ht – 16.45 * hc	0.97	111.26	38.37 31.11 9.02	0.0024 0.8728 0.1084 0.7284
8	B= -1596.13 + 114.76 * ht	0.97	107.53	1.00	0.0001 0.0001
9	B= -1547.00 + 155.17 * hc	0.82	121.86	1.00	0.0107 0.0020

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Perebea sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -121.08 + 12.56 * dap	0.45	104.99	1.00	0.2531 0.0469
2	B= -102.42 + 16.11 * dap - 6.73 * ht	0.48	106.51	2.28 2.28	0.3768 0.0999 0.5879
3	B= -196.76 + 3.64 * dap + 29.98 * hc	0.89	92.88	1.53 1.53	0.0080 0.2962 0.0031
4	B= -18.33 + 0.36 * dap ²	0.47	104.64	1.00	0.7461 0.0403
5	B= 35.66 + 0.47 * dap ² - 7.49 * ht	0.51	106.02	2.29 2.29	0.7342 0.0826 0.5376
6	B= -166.15 + 0.11 * dap ² + 29.52 *hc	0.89	92.47	1.54 1.54	0.0066 0.2456 0.0030
7	B= -171.74 + 8.70 * dap - 10.51 * ht + 31.61 * hc	0.95	86.79	2.62 2.33 1.56	0.0053 0.0303 0.0427 0.0008
8	B= -21.91 + 10.41 * ht	0.15	108.91	1.00	0.8568 0.2951
9	B= -164.22 + 34.20 * hc	0.86	92.66	1.00	0.0063 0.0003

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Pourouma minor

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -298.38 + 19.77 * dap	0.83	147.65	1.00	0.0106 0.0001
2	B= -291.75 + 19.93 * dap - 0.66 * ht	0.83	149.64	1.34 1.34	0.0405 0.0003 0.9260
3	B= -477.92 + 19.89 * dap + 18.87 * hc	0.90	142.99	1.00 1.00	0.0012 0.0001 0.0294
4	B= -4.86 + 0.30 * dap ²	0.85	146.13	1.00	0.9272 0.0001
5	B= 1.33 + 0.30 * dap ² - 0.44 * ht	0.85	148.13	1.32 1.32	0.9903 0.0002 0.9468
6	B= -182.55 + 0.30 * dap ² + 18.87 * hc	0.92	140.20	1.00 1.00	0.0333 0.0001 0.0174
7	B= -443.83 + 21.67 * dap - 6.84 * ht + 22.55 * hc	0.92	142.85	1.41 1.58 1.17	0.0027 0.0001 0.2473 0.0187
8	B= -21.23 + 19.09 * ht	0.20	165.91	1.00	0.9277 0.1444
9	B= 163.17 + 17.57 * hc	0.06	167.80	1.00	0.4478 0.4255

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Pourouma tomentosa

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -185.16 + 15.20 * dap	0.91	146.93	1.00	0.0004 0.0001
2	B= -233.02 + 13.30 * dap + 5.46 * ht	0.92	147.09	2.15 2.15	0.0013 0.0001 0.2456
3	B= -267.30 + 14.43 * dap + 10.02 * hc	0.94	143.24	1.07 1.07	0.0002 0.0001 0.0411
4	B= 18.48 + 0.22 * dap ²	0.91	146.83	1.00	0.3980 0.0001
5	B= -101.31 + 0.18 * dap ² + 8.71 * ht	0.95	141.83	1.75 1.75	0.0606 0.0001 0.0235
6	B= -117.67 + 0.21 * dap ² + 14.38 *hc	0.98	129.96	1.03 1.03	0.0011 0.0001 0.0002
7	B= -260.58 + 15.77 * dap – 4.80 * ht + 14.34 * hc	0.94	144.48	3.15 6.04 3.00	0.0005 0.0001 0.4816 0.0823
8	B= -274.44 + 25.95 * ht	0.60	166.02	1.00	0.0320 0.0020
9	B= -66.93 + 22.39 * hc	0.18	175.31	1.00	0.6701 0.1538

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Pouteria sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -923.09 + 60.23 * dap	0.93	253.27	1.00	0.0001 0.0001
2	B= -1021.25 + 58.66 * dap + 8.61 * ht	0.93	255.15	2.29 2.29	0.0082 0.0001 0.7570
3	B= -1031.72 + 58.25 * dap + 13.74 * hc	0.93	254.98	1.85 1.85	0.0010 0.0001 0.6306
4	B= -95.19 + 0.84 * dap ²	0.98	229.46	1.00	0.0253 0.0001
5	B= -168.05 + 0.83 * dap ² + 5.20 * ht	0.98	231.29	2.17 2.17	0.4053 0.0001 0.7099
6	B= -263.11 + 0.81 * dap ² + 16.80 *hc	0.98	229.67	1.73 1.73	0.0785 0.0001 0.2297
7	B= -1011.27 + 58.53 * dap – 3.96 * ht + 16.86 * hc	0.93	156.97	2.30 5.56 4.49	0.0113 0.0001 0.9293 0.7143
8	B= -2441.97 + 189.51 * ht	0.54	285.97	1.00	0.0034 0.0005
9	B= -1710.56 + 199.50 * hc	0.46	289.02	1.00	0.0172 0.0020

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Protium amazonicum

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -178.25 + 17.71 * dap	0.94	84.38	1.00	0.0041 0.0001
2	B= -149.46 + 18.32 * dap - 2.73 * ht	0.94	86.19	1.74 1.74	0.1698 0.0011 0.7421
3	B= -221.21 + 16.58 * dap + 6.77 * hc	0.95	84.51	1.28 1.28	0.0093 0.0005 0.3040
4	B= -12.58 + 0.42 * dap ²	0.93	85.11	1.00	0.6304 0.0001
5	B= -40.58 + 0.41 * dap ² + 2.18 * ht	0.93	86.99	1.55 1.55	0.7115 0.0014 0.7908
6	B= -109.05 + 0.38 * dap ² + 11.70 * hc	0.97	79.28	1.16 1.16	0.0331 0.0001 0.0345
7	B= -161.10 + 17.79 * dap - 7.16 * ht + 9.18 * hc	0.96	85.01	1.78 2.07 4.76	0.1338 0.0021 0.4143 0.2351
8	B= -306.08 + 31.81 * ht	0.36	102.69	1.00	0.2871 0.1154
9	B= -105.18 + 28.62 * hc	0.31	103.33	1.00	0.5674 0.1534

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Protium nodulosum

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -506.94 + 34.57 * dap	0.89	144.43	1.00	0.0011 0.0001
2	B= -895.85 + 22.88 * dap + 38.09 * ht	0.92	143.72	5.45 5.45	0.0124 0.0296 0.1736
3	B= -831.07 + 21.00 * dap + 57.78 * hc	0.93	142.48	5.33 5.33	0.0030 0.0319 0.1001
4	B= -106.24 + 0.62 * dap ²	0.96	133.20	1.00	0.0257 0.0001
5	B= -364.91 + 0.52 * dap ² + 18.61 * ht	0.97	133.53	5.58 5.58	0.1498 0.0006 0.2848
6	B= -320.54 + 0.51 * dap ² + 25.57 *hc	0.97	133.60	6.44 6.44	0.1392 0.0010 0.2949
7	B= -926.24 + 19.03 * dap + 16.67 * ht + 44.41 * hc	0.93	144.07	6.41 8.89 8.69	0.0126 0.0804 0.6226 0.3217
8	B= -1413.54 + 98.97 * ht	0.85	148.62	1.00	0.0004 0.0001
9	B= -1141.43 + 130.47 * hc	0.86	147.20	1.00	0.0003 0.0001

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Pseudolmedia laevis

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -362,72 + 30.77 * dap	0.88	151.73	1.00	0.0023 0.0001
2	B= -659.60 + 23.10 * dap + 27.42 * ht	0.94	146.38	2.03 2.03	0.0006 0.0002 0.0221
3	B= -715.16 + 25.37 * dap + 42.59 * hc	0.97	137.32	1.31 1.31	0.0001 0.0001 0.0006
4	B= -65.23 + 0.66 * dap ²	0.91	148.91	1.00	0.2383 0.0001
5	B= -341.04 + 0.53 * dap ² + 20.73 * ht	0.93	146.96	2.40 2.40	0.0548 0.0003 0.0941
6	B= -445.35 + 0.55 * dap ² + 40.12 *hc	0.98	130.18	1.34 1.34	0.0001 0.0001 0.0001
7	B= -757.92 + 23.66 * dap + 9.33 * ht + 35.54 * hc	0.97	137.67	2.03 3.29 2.13	0.0001 0.0001 0.3093 0.0094
8	B= -844.87 + 69.28 * ht	0.69	163.43	1.00	0.0088 0.0008
9	B= -655.52 + 90.27 * hc	0.46	168.90	1.00	0.0681 0.0088

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Pseudosenefieldera inclinata

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -174.80 + 18.10 * dap	0.49	205.46	1.00	0.0867 0.0018
2	B= -308.99 + 13.55 * dap + 17.00 * ht	0.62	202.38	1.23 1.23	0.0104 0.0125 0.0443
3	B= -295.10 + 11.18 * dap + 30.95 * hc	0.83	188.34	1.21 1.21	0.0002 0.0028 0.0001
4	B= 9.70 + 0.42 * dap ²	0.45	206.72	1.00	0.8569 0.0032
5	B= -185.54 + 0.31 * dap ² + 18.21 * ht	0.61	203.00	1.19 1.19	0.0701 0.0165 0.0330
6	B= -188.74 + 0.26 * dap ² + 31.87 *hc	0.83	189.17	1.17 1.17	0.0014 0.0014 0.0001
7	B= -265.11 + 11.72 * dap – 6.37 * ht + 36.17 * hc	0.84	189.42	1.26 2.64 2.57	0.0024 0.0028 0.4110 0.0009
8	B= -171.43 + 26.60 * ht	0.40	208.22	1.00	0.1496 0.0065
9	B= -148.64 + 39.53 * hc	0.68	197.53	1.00	0.0262 0.0001

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Pterocarpus rohrii

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -244.23 + 26.99 * dap	0.84	120.50	1.00	0.0952 0.0005
2	B= -423.12 + 19.36 * dap + 21.56 * ht	0.92	116.42	1.88 1.88	0.0136 0.0058 0.0528
3	B= -343.65 + 19.76 * dap + 23.19 * hc	0.94	113.90	1.63 1.63	0.0091 0.0019 0.0212
4	B= 70.71 + 0.47 * dap ²	0.77	124.19	1.00	0.5222 0.0020
5	B= -314.93 + 0.33 * dap ² + 28.87 * ht	0.95	112.32	1.40 1.10	0.0179 0.0014 0.0034
6	B= -191.81 + 0.34 * dap ² + 29.95 *hc	0.97	109.03	1.30 1.30	0.0221 0.0004 0.0011
7	B= -299.79 + 20.47 * dap – 9.92 * ht + 32.17 * hc	0.94	115.62	1.95 16.39 14.23	0.0969 0.0057 0.7056 0.2351
8	B= -365.45 + 47.18 * ht	0.69	126.69	1.00	0.1457 0.0056
9	B= -131.23 + 47.74 * hc	0.66	127.44	1.00	0.4858 0.0075

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Sapium marmieri

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -125,29 + 12.94 * dap	0.91	95.05	1.00	0.0053 0.0001
2	B= -122.56 + 13.15 * dap - 0.43 * ht	0.91	97.05	11.24 11.24	0.1632 0.0531 0.9699
3	B= -238.21 + 11.05 * dap + 12.47 * hc	0.95	92.83	1.59 1.59	0.0107 0.0005 0.1068
4	B= 12.34 + 0.25 * dap ²	0.85	99.92	1.00	0.6232 0.0004
5	B= -73.73 + 0.18 * dap ² + 7.73 * ht	0.86	101.62	15.96 15.96	0.7114 0.3367 0.6637
6	B= -160.22 + 0.20 * dap ² + 16.13 *hc	0.91	97.47	1.49 1.49	0.1263 0.0024 0.0975
7	B= -208.63 + 14.58 * dap – 8.23 * ht + 14.92 * hc	0.95	93.62	11.53 13.31 1.89	0.0369 0.0227 0.4354 0.0975
8	B= -259.32 + 24.84 * ht	0.83	101.12	1.00	0.0064 0.0006
9	B= -353.48 + 39.71 * hc	0.53	110.26	1.00	0.0788 0.0266

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Tapirira guianensis

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -299.40 + 23.97 * dap	0.84	134.16	1.00	0.0078 0.0001
2	B= -201.61 + 35.40 * dap - 20.29 * ht	0.87	133.44	6.30 6.30	0.0915 0.0028 0.1724
3	B= -417.32 + 15.79 * dap + 27.52 * hc	0.87	133.70	3.97 3.97	0.0076 0.0457 0.1941
4	B= -83.46 + 0.57 * dap ²	0.92	126.82	1.00	0.0694 0.0001
5	B= 85.95 + 0.76 * dap ² - 16.06 * ht	0.95	123.74	4.57 4.57	0.3433 0.0001 0.0622
6	B= -221.77 + 0.44 * dap ² + 19.10 *hc	0.93	126.22	3.56 3.56	0.0616 0.0025 0.1823
7	B= -318.21 + 27.11 * dap - 19.43 * ht + 26.25 * hc	0.90	132.52	9.66 6.32 3.98	0.0404 0.0260 0.1695 0.1878
8	B= -323.53 + 32.59 * ht	0.58	144.46	1.00	0.0934 0.0062
9	B= -493.35 + 67.23 * hc	0.78	137.52	1.00	0.0063 0.0003

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Theobroma cacao

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -80.65 + 8.26 * dap	0.71	75.01	1.00	0.0665 0.0088
2	B= -93.86 + 6.98 * dap + 3.33 * ht	0.74	76.12	1.55 1.55	0.0714 0.0546 0.4782
3	B= -145.55 + 8.19 * dap + 10.00 * hc	0.78	74.79	1.00 1.00	0.0649 0.0107 0.2615
4	B= -15.50 + 0.25 * dap ²	0.76	73.42	1.00	0.4033 0.0047
5	B= -28.85 + 0.23 * dap ² + 1.96 * ht	0.77	75.10	1.74 1.74	0.4442 0.0385 0.6689
6	B= -69.00 + 0.25 * dap ² + 8.32 *hc	0.81	73.60	1.01 1.01	0.2280 0.0072 0.3096
7	B= -156.51 + 8.85 * dap – 1.77 * ht + 12.78 * hc	0.78	76.67	2.39 4.13 2.66	0.1281 0.0667 0.8182 0.4224
8	B= -46.24 + 9.80 * ht	0.41	80.60	1.00	0.3898 0.0859
9	B= -17.32 + 10.80 * hc	0.08	84.17	1.00	0.8653 0.4901

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Virola pavonis

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -1278.65 + 68.26 * dap	0.96	157.17	1.00	0.0001 0.0001
2	B= -1325.57 + 67.28 * dap + 3.82 * ht	0.96	159.11	1.85 1.85	0.0018 0.0001 0.8334
3	B= -1389.59 + 63.36 * dap + 17.71 * hc	0.96	157.99	2.22 2.22	0.0002 0.0001 0.3691
4	B= -103.80 + 0.81 * dap ²	0.96	157.90	1.00	0.4006 0.0001
5	B= -588.14 + 0.73 * dap ² + 27.99 * ht	0.97	155.05	1.53 1.53	0.0471 0.0001 0.0684
6	B= -536.04 + 0.69 * dap ² + 37.65 *hc	0.98	151.76	1.83 1.83	0.0134 0.0001 0.0182
7	B= -1074.32 – 62.38 * dap – 52.22 * ht + 69.71 * hc	0.97	156.93	2.28 9.28 11.15	0.0077 0.0001 0.1773 0.1150
8	B= -1525.49 + 124.08 * ht	0.46	185.91	1.00	0.1629 0.0225
9	B= -1176.79 + 143.54 * hc	0.59	182.76	1.00	0.1186 0.0056

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Virola peruviana

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -611.46 + 42.65 * dap	0.85	100.00	1.00	0.0112 0.0011
2	B= -570.75 + 44.30 * dap - 4.38 * ht	0.85	101.88	1.61 1.61	0.0624 0.0070 0.7995
3	B= -559.55 + 43.47 * dap - 5.08 * hc	0.85	101.96	1.43 1.43	0.1991 0.0060 0.8811
4	B= -150.82 + 0.94 * dap ²	0.92	95.43	1.00	0.0693 0.0002
5	B= -115.11 + 0.96 * dap ² - 2.59 * ht	0.92	97.36	1.50 1.50	0.5517 0.0016 0.8367
6	B= -156.70 + 0.94 * dap ² + 0.48 * hc	0.92	97.43	1.34 1.34	0.6196 0.0014 0.9844
7	B= -697.03 + 44.68 * dap - 14.67 * ht + 21.69 * hc	0.85	103.79	1.64 11.93 10.60	0.3272 0.0168 0.7819 0.8343
8	B= -335.39 + 39.89 * ht	0.28	112.57	1.00	0.4796 0.1765
9	B= -691.29 + 75.43 * hc	0.23	113.09	1.00	0.4108 0.2265

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Virola sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -604.39 + 37.99 * dap	0.80	123.40	1.00	0.0166 0.0011
2	B= -613.67 + 37.44 * dap + 1.36 * ht	0.80	125.40	4.62 4.62	0.1088 0.0659 0.9717
3	B= -985.07 + 23.24 * dap + 62.96 * hc	0.88	120.52	2.44 2.44	0.0066 0.0455 0.0828
4	B= -154.47 + 0.72 * dap ²	0.87	119.77	1.00	0.1371 0.0003
5	B= -25.36 + 0.79 * dap ² - 10.73 * ht	0.87	121.57	4.49 1.49	0.9461 0.0164 0.7219
6	B= -604.60 + 0.49 * dap ² + 50.78 * hc	0.92	117.54	2.65 2.65	0.0520 0.0156 0.1066
7	B= -852.22 + 33.60 * dap - 37.86 * ht + 83.62 * hc	0.91	120.21	4.69 6.21 3.28	0.0215 0.0418 0.2808 0.0564
8	B= -905.32 + 74.39 * ht	0.63	128.89	1.00	0.0467 0.0105
9	B= -1096.06 + 121.38 * hc	0.76	125.00	1.00	0.0105 0.0022

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Xylopia sp.

Nº	MODELO	R ²	AIC	VIF	P-VALOR
1	B= -393.78 + 34.17 * dap	0.45	110.23	1.00	0.3006 0.0678
2	B= -831.00 + 19.56 * dap + 37.90 * ht	0.74	106.37	1.29 1.29	0.0504 0.1999 0.0677
3	B= -871.75 + 27.35 * dap + 40.72 * hc	0.95	93.38	1.04 1.04	0.0014 0.0035 0.0010
4	B= -73.17 + 0.86 * dap ²	0.47	109.92	1.00	0.7269 0.0594
5	B= -631.76 + 0.49 * dap ² + 37.11 * ht	0.74	106.30	1.32 1.32	0.0825 0.1944 0.0737
6	B= -589.38 + 0.66 * dap ² + 39.75 *hc	0.94	94.62	1.05 1.05	0.0032 0.0052 0.0016
7	B= -782.67 + 34.97 * dap – 28.78 * ht + 61.41 * hc	0.98	85.93	1.66 5.89 4.73	0.0009 0.0011 0.0397 0.0014
8	B= -625.84 + 49.31 * ht	0.62	107.27	1.00	0.0986 0.0200
9	B= -352.75 + 46.44 * hc	0.67	106.20	1.00	0.1483 0.0131

n= Número de muestras; R²= Coeficiente de determinación; AIC= Criterio de información de Akaike; VIF= Factor de inflación de varianza; P-valor= Nivel de significancia; dap= diámetro a la altura del pecho (cm); ht= altura total (m); hc= altura comercial (m); LN= logaritmo natural; bt= biomasa total

Apendice 6. Tríptico de difusión de los resultados

Modelos alométricos para estimar biomasa aérea total y contenido de carbono.

Las especies con las que se obtuvo mejor ajuste de los modelos alométricos con un R² superior a 0,90 y con un nivel de significancia mayor a 0,05 son: *Caryodendron orinocense*, *Erismia uncinatum*, *Eschweilera coriacea*, *Ficus sp.*, *Grias peruviana*, *Guarea kunthiana*, *Guarea pterorhachis*, *Guarea sp.*, *Guatteria sp.*, *Hasseltia floribunda*, *Iryanthera juruensis*, *Jacaranda copaia* y *Matisia sp.*

Así mismo, las especies que presentaron menor ajuste en los modelos son: *Theobroma cacao*, *Virola sp.*, *Ophiocaryon manaense*, *Helicarpus americanus*, *Cecropia sciadophylla*, con un R² que está alrededor de 0,76.

5. Conclusiones

La metodología propuesta por el MAE y FAO es procedente; sin embargo, tienen algunas limitaciones en los aspectos de: determinación de la biomasa de la copa mediante la extracción de una rama representativa y la densidad de la madera con el uso del pilodyn.

En el presente trabajo de investigación solamente se determinó la biomasa aérea, pero es importante incluir posteriormente, la determinación de la biomasa de las raíces, suelo y en materia orgánica del suelo; ya que varios autores coinciden en que la biomasa de las raíces contiene entre 15 a 25 % de la biomasa total.

6. Agradecimientos

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Representación Ecuador; Proyecto UN REDD FAO UNJP/ECU/083/UNJ FAO, dentro del Programa de las Naciones Unidas para la Reducción de las Emisiones por Deforestación y Degradación en los Países en Desarrollo, en las personas del Ing. Kelvin Cueva Rojas, y a todos los compañeros de dicho proyecto, por el apoyo económico, logístico y técnico brindado.

Universidad Nacional de Loja
Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables
Carrera de Ingeniería Forestal

TEMA DE TESIS:
Generación de modelos alométricos para la cuantificación de biomasa y contenido de carbono a nivel de especies, aplicando el método destructivo de baja intensidad para el estrato bosque siempre verde de tierras bajas de la amazonia.

Autores: Miguel Abad
 Jairo Ríofrío
DIRECTOR: Ing. Héctor Maza Ch. Mg. Sc.
 Loja—Ecuador
 2014

1. Introducción

En los últimos 150 años la forma de utilizar nuestros recursos naturales ha contribuido en forma muy significativa al aumento de las concentraciones de CO² en la atmósfera de la tierra (Larrea, 2007). Estos procesos se relacionan directamente con la ampliación de nuevas áreas para sus actividades agrícolas, además de actividades de tala ilegal. Las cifras recientes del MAE indican estiman para la amazonia ecuatoriana una tasa de deforestación de 19 778.6 ha/año.

Toda esta situación de degradación de recursos naturales podría reducirse mediante la conversión de zonas degradadas en sumideros de carbono (Alvarez, 2008; Zamora, 2003).

El objetivo general de la presente investigación fue: Contribuir a desarrollar ecuaciones o modelos alométricos estadísticamente validados, para cuantificar la biomasa y contenido de carbono a nivel de especies.

2. Objetivos:

Determinar la biomasa aérea de las especies del Bosque siempre verde de tierras bajas de la Amazonia.

Construir modelos alométricos estadísticamente validados, para estimar biomasa aérea y contenido de carbono en especies del BSVTBA.

Difundir los resultados de la investigación a los actores sociales interesados.

3. Metodología

Los lugares donde se instaló las unidades de muestreo se localizan en las provincias de Morona Santiago, Pastaza, Orellana y Sucumbios

La metodología utilizada para generar modelos alométricos en los diferentes estratos de bosque fue la propuesta por FAO y MAE. En cada sector se instaló un conglomerado conformado de tres parcelas (60x60 m), donde se realizó en inventario de todos los árboles vivos mayores a 10 cm de DAP.

Se realizó la estimación de la biomasa aérea total por especies forestales; mediante la aplicación de ecuaciones matemáticas de tipo lineal ($y = a + b * x + c * z$), se generó modelos alométricos para cuantificación de biomasa y carbono.

4. Resultados

Factor de forma (f)

Se obtuvo un factor de forma (f) para 269 especies con una población de 1 314 árboles distribuidos en los 4 conglomerados (4,32 ha.), el valor promedio es de 0,47; este valor tiene una considerable diferencia con el factor de forma utilizado por el Ministerio del Ambiente del Ecuador que es, 0,74.

Factor de expansión de biomasa (FEB)

Se estimaron valores de FEB para las cuatro especies cosechadas *Guarea kunthiana* (2,49); *Grias peruviana* (2,37); *Jacaranda copaia* (1,28); *Inga sp.* (1,83); En promedio el valor es de 1,94.

Biomasa aérea a nivel de especies

Las especies que presentan mayor cantidad de biomasa (kg/ha) son las siguientes: *Eschweilera coriacea* con 4 524,11kg/ha, seguida de *Inga sp.* con 4 229,6 kg/ha; *Cecropia sciadophylla* con 3 776,36 kg/ha; *Jacaranda copaia* con 3 522,86 kg/ha; *Terminalia oblonga* con 3 025,27 kg/ha; *Virola pavonis* con 2 848,12 kg/ha; *Otoba parvifolia* con 2 689,06 kg/ha; *Pouteria sp* con 2 445,78 y *Aspidosperma darienense* con 2 063,94 kg/ha.

Apéndice 7. Fotografías del inventario de árboles para generar modelos alométricos en especies amazónicas.



Fig 36. Instalación de la parcela



Fig 37. Medición de árbol con raíz tablar



Fig 38. Medición con relascopio electrónico

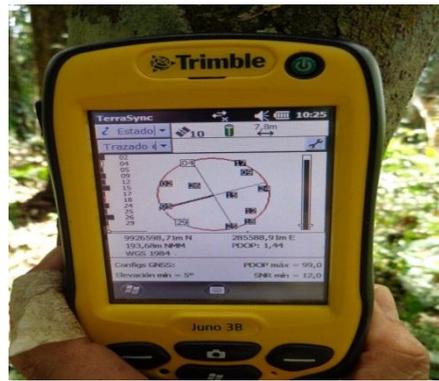


Fig 39. GPS



Fig 40. Vista de las parcelas



Fig 41. Muestras de barreno

Apéndice 8. Fotografías de la medición de árboles abatidos para generar modelos alométricos en especies amazónicas.



Fig 42. Separación del árbol



Fig 43. Pesaje del fuste



Fig 44. Pesaje del arrerin



Fig 45. Separación de la copa



Fig 46. Cubicación de la copa



Fig 47. Extracción de muestras