



UNAP



FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA DE BOSQUES
TROPICALES**

TESIS

**“BIOMASA Y STOCK DE CARBONO ALMACENADO EN LAS ESPECIES
COMERCIALES DEL BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA PC 03 DE LA
CONCESIÓN FORESTAL N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024, DISTRITO DE
MAZÁN, LORETO. 2021”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN ECOLOGÍA DE BOSQUES TROPICALES**

PRESENTADO POR:

BERNARD BUSTIOS VENTURA

ASESOR:

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2022

ACTA DE SUSTENTACIÓN



UNAP

Facultad de
Ciencias Forestales

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 054-CTG-FCF-UNAP-2022

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, al 07 día del mes de setiembre del 2022, a horas 10:00 a.m., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis: "BIOMASA Y STOCK DE CARBONO ALMACENADO EN LAS ESPECIES COMERCIALES DEL BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA PC 03 DE LA CONCESIÓN FORESTAL N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024, DISTRITO DE MAZÁN, LORETO. 2021", aprobado con R.D. N° 0398-2021-FCF-UNAP, presentado por el bachiller BERNARD BUSTIOS VENTURA, para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 0319-2022-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Jose Antonio Escobar Diaz, Dr.	: Presidente
Ing. Jorge Solignac Ruiz, M.Sc.	: Miembro
Ing. Olguita Gronerth Escudero, Dra.	: Miembro
Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.	: Asesor

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SORTI FACTORIA DE TITULO

El jurado después de las deliberaciones correspondientes, llegó a las siguientes conclusiones:

La sustentación pública y la tesis han sido: APROBADAS con la calificación de BUENO.

Estando el bachiller apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales.

Siendo las 11:29 Se dio por terminado el acto ACADEMICO.

Ing. JOSE ANTONIO ESCOBAR DIAZ, Dr.
Presidente

Ing. JORGE SOLIGNAC RUIZ, M.Sc.
Miembro

Ing. OLGUITA GRONERTH ESCUDERO, Dra.
Miembro

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Asesor

Conservar los bosques benefician a la humanidad ¡No lo destruyas!
Ciudad Universitaria "Puerto Almendra", San Juan, Iquitos-Perú
www.unapiquitos.edu.pe
Teléfono: 065-225303

**ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ECOLOGÍA
DE BOSQUES TROPICALES**

TESIS

"Biomasa y stock de carbono almacenado en las especies comerciales del bosque
de colina baja de la PC 03 de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-

2017-024, distrito de Mazán, Loreto. 2021"

MIEMBROS DEL JURADO



.....
Ing. Jose Antonio Escobar Diaz, Dr.
Presidente
REGISTRO CIP N° 18610



.....
Ing. Jorge Solignac Ruiz, M.Sc.
Miembro
REGISTRO CIP N° 113740



.....
Ing. Olguita Gronerth Escudero, Dra
Miembro
REGISTRO CIP N° 45894



.....
Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.
Asesor
REGISTRO CIP N° 45725

DEDICATORIA

A la memoria de mis padres Edwin Bustios y Laura Ventura Chumbe. Que díos les tenga en su gloria.

A mis hermanos George Bustios Ventura y Rosita Greace Flores Ventura por sus buenos consejos.

AGRADECIMIENTO

A la Facultad de Ciencias Forestales y a los docentes como muestra de gratitud por el apoyo brindado y el aporte científico en mi formación académica.

A todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en mis estudios y en la culminación del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	5
1.3. Definición de términos básicos	10
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	12
2.1. Formulación de la hipótesis	12
2.2. Variables y su operacionalización	12
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	13

3.1.	Tipo y diseño	13
3.2.	Diseño muestral	13
3.3.	Procedimientos de recolección de datos	13
3.4.	Procesamiento y análisis de los datos	14
3.4.1.	Verificación y determinación de la composición florística	14
3.4.2.	Determinar el número de árboles por clase diamétrica y por especie	14
3.4.3.	Cálculos	14
	• Cálculo de la biomasa seca aérea del bosque de colina baja	14
	• Cálculo del volumen maderable comercial	15
	• Cálculo de la biomasa seca radicular	15
	• Cálculo de la biomasa total	15
	• Cálculo del carbono almacenado del bosque de colina baja	16
3.5.	Diferencia entre la biomasa y el carbono almacenado en las especies forestales comerciales del bosque evaluado	16
CAPÍTULO IV: RESULTADOS		18
4.1.	Composición florística del del bosque de colina baja	18
4.2.	Volumen maderable	22
4.3.	Biomasa	25
4.4.	Carbono almacenado	28

4.5. Diferencia entre la biomasa y el stock de carbono	31
4.5.1. Prueba de normalidad	31
4.5.2. Prueba de Kruskal-Wallis	31
CAPITULO V: DISCUSIÓN	33
5.1. Composición florística del bosque de colina baja	33
5.2. Carbono almacenado del bosque de colina baja	34
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	37
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	39
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	40
ANEXOS	44
Anexo 1. Mapa de ubicación del bosque de colina baja de la PC 03 de la Concesión Forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024.	45
Anexo 2. Formato para la toma de datos del inventario forestal	46
Anexo 3. Formato de datos para la estimación de la biomasa y carbono almacenado	47
Anexo 4. Volumen maderable por clase diamétrica del bosque de colina baja	48
Anexo 5. Biomasa seca total por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja	50
Anexo 6. Stock de carbono por especie y total del bosque de colina baja	52
Anexo 7. Identificación botánica de las especies forestales	54
Anexo 8. Constancia de uso de base de datos	56

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Descripción	Pág.
1.	Relación de especies, géneros, familias y número de árboles del bosque de colina baja	19
2.	Volumen maderable por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja	23
3.	Biomasa seca total por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja	27
4.	Stock de carbono por especie y total del bosque de colina baja	30
5.	Prueba de normalidad del bosque de colina baja	31
6.	Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis de significancia para la comparación de la biomasa y carbono almacenado	31
7.	Prueba de chi-cuadrado	32

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
1.	Número de individuos arbóreos por familia del bosque de colina baja	18
2.	Número de árboles por especie forestal del bosque de colina baja	21
3.	Volumen maderable por especie y por hectárea del bosque de colina baja	24
4.	Volumen maderable comercial por clase diamétrica y por hectárea del bosque de colina baja	24
5.	Biomasa seca por especie del bosque de colina baja	26
6.	Biomasa por clase diamétrica y por hectárea del bosque de colina baja	26
7.	Stock de carbono por especie y total del bosque de colina baja	29
8.	Stock de carbono por clase diamétrica y por hectárea del bosque de colina	29

RESUMEN

Se cuantificó la biomasa y el carbono almacenado en las especies comerciales de un bosque de colina baja del distrito de Mazán, Loreto, Perú. Se evaluó los datos del censo forestal de las especies comerciales del plan operativo (PO)¹ de la parcela de corta (PC) 3 del contrato de concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024 con fines maderables. Los resultados indican una biomasa de 50 285,54 kg/ha (99 266 675,87 kg), donde *Acacia loretensis* reporta mayor cantidad de biomasa de 4322,10 kg/ha (8 532 076,50 kg) y menor valor muestra *Tachigali paniculata* con 395,71 kg/ha (781 163,17 kg). El stock de carbono asciende a 25,14 tC/ha (49 633,34 tC). *Acacia loretensis* con 2,16 tC/ha (4266,04 tC) y *Pouteria caimito* con 1,77 tC/ha (3488,44 tC) registran mayor valor; mientras que *Anacardium giganteum* con 0,22 tC/ha (435,58 tC) y *Tachigali paniculata* con 0,20 tC/ha (390,58 tC) contienen menor valor. Las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm con 5,25 tC/ha (10 370,11 tC) y de 70 cm a 79 cm con 5,24 tC/ha (336,83 tC) contienen mayor stock de carbono, mientras que las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm con 0,18 tC/ha (358,17 tC) y de 90 cm a 99 cm con 2,51 tC/ha (4951,61 tC) reportan menor stock.

Palabras claves: Biomasa, stock de carbono, bosque, colina baja, Mazán.

ABSTRACT

The biomass and the carbon stored in the commercial species of a low-hill forest of the Mazán district, Loreto, Peru were quantified. The data from the forest census of the commercial species of the operational plan (OP) 1 of the cutting plot (PC) 6 of the forest concession contract for timber purposes was evaluated. The results indicate a biomass of 2379,28 kg/ha and 2 092 812,87 kg, where *V. calophylla* reports the highest amount of biomass of 1096,96 kg/ha and 964 884,26 kg and the lowest value shows *C. odorata* with 18,09 kg/ha and 15 911,57 kg. The carbon stored amounts to 1,19 tC/ha and 1046.41 tC, where *V. calophylla* (0,55 tC/ha and 482,44 tC) reports the highest value; whereas *C. odorata* (0,01 tC/ha and 7,96 tC) shows the lowest value. The diameter classes from 60 cm to 69 cm (0,299 tC/ha) and from 50 cm to 59 cm (0,241 tC/ha) contain the highest amount of carbon stored and the diameter classes from 90 cm to 99 cm (0,062 tC/ha) and from 100 cm to 109 cm (0,080 tC/ha) show lower values of stored carbon.

Keywords: Biomass, carbon stored, forest, low hill, Mazán.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es definido por la alteración de manera significativa a nivel global de todos los factores del clima, debido a un incremento en la concentración de los gases de invernadero (GI) en la atmósfera, siendo el dióxido de carbono (CO₂) el principal gas de efecto invernadero (GEI) en la tierra y producido por procesos naturales, pero también por actividades antrópicas, en la actualidad el incremento de la concentración de dióxido de carbono (CO₂) en la atmósfera de la tierra es una preocupación mundial, debido a que es considerado como uno de los seis principales gases que intervienen en el efecto invernadero (GEI), el cual está contribuyendo en mayor proporción al cambio climático (IPCC. Cambio climático, 2007 citado por Gerrero y Tejada, 2018, p. 1).

El bosque primario de la Amazonía es el ecosistema que contiene la mayor cantidad de carbono almacenado y cualquier cambio en el uso de suelo reduce su contenido. Estos bosques han sido explotados por diversas actividades antrópicas, debido al desconocimiento de la importancia de éstos para mitigar el problema global del cambio climático (FAO, 2002 citado por Gerrero y Tejada, 2018, p. 1)

La problemática ambiental que enfrentan las naciones es cada vez más compleja y preocupante debido al desequilibrio creciente entre el crecimiento de la población y la capacidad de los recursos para sustentar el aumento en la demanda de servicios ecosistémicos (IPCC 2007, citado por Churampi, 2017, p. 1).

El calentamiento global es impulsado por el aumento de las concentraciones de CO₂ y otros GEI en la atmósfera debido principalmente a la combustión de combustibles fósiles, cambios en el uso del suelo, la deforestación para la agricultura, representan una fracción más pequeña, aproximadamente el 15%, de las emisiones de CO₂ cada año (WHRC 2015, citado por Churampi, 2017, p. 1).

El escaso conocimiento sobre la biomasa y carbono almacenado en los bosques, es un problema que se debe tener en cuenta en nuestra región, ya que juegan un rol importante en la disminución y control del calentamiento global y sus efectos sobre el planeta, a través de su rol como principal sumidero de carbono.

El Ministerio del ambiente (MINAM) reconoce la importancia de los sumideros de carbono en nuestro país, la meta planteada es conservar los bosques primarios como un aporte a la mitigación del cambio climático y el desarrollo sostenible. Durante los últimos años, varias instituciones de carácter privado, a nivel nacional e internacional, así como algunos gobiernos regionales, han desarrollado iniciativas de cuantificación de carbono. Estos esfuerzos, sin embargo, han sido dispersos y relativamente aislados hasta el momento, pues a la fecha no existe uno como el actualmente en ejecución del inventario nacional forestal (ECCBA 2014, citado por Churampi, 2017, p. 2).

En tal sentido, la presente investigación tiene por objetivo principal cuantificar la biomasa y el stock de carbono almacenado en las especies comerciales del bosque de colina baja de la PC 03 de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024, distrito de Mazán, Loreto. 2021.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En 2020, se desarrollo una investigación de tipo descriptivo, cuantitativo y correlacional de nivel básico que concluyó como población de estudio a todas las especies forestales con $DAP \geq DMC$ en un área aproximada de 675,20 ha. La investigación determinó que el bosque de terraza baja presenta una biomasa total de 13 840 kg/ha de un total de 9 342,610 kg del bosque evaluado, donde el *C. cateniformis* contiene la mayor cantidad de biomasa de 1970 kg/ha, seguida de *S. parahyba* (340 kg/ha), *P. nítida* (980 t/ha), *C. domestica* (910 kg/ha) y *O. parvifolia* (660 kg/ha); mientras que las especies con menor biomasa son *C. racemosa* (50 kg/ha), *X. parviflora* y *H. brasiliensis* con 20 kg/ha cada una. Además, indica que La clase diamétrica de 60 a 70 cm reporta el más alto valor de biomasa (2970 kg/ha), seguida de la clase diamétrica de 100 cm a más (2620 kg/ha), continúa la clase diamétrica de 50 a 60 cm (2410 kg/ha) y la clase diamétrica de 70 a 80 cm (2130 kg/ha). Las clases diamétricas de 40 a 50 cm (810 kg/ha), de 80 a 90 cm (1720 kg/ha) y de 90 a 100 cm (1180 kg/ha) muestran menor valor de biomasa del área evaluada (Ribeyro 2020, p. 24). El stock de carbono asciende a 6,92 tC/ha de un total de 4671,31 tC del bosque evaluado, donde *C. cateniformis* contiene el mayor stock de carbono de 0,98 tC/ha, seguido de *S. parahyba* (0,60 tC/ha), *P. nítida* (0,49 tC/ha), *C. domestica* (0,46 tC/ha) y *O. parvifolia* (0,33 tC/ha); mientras que menor stock de carbono presentan *C. racemosa* (0,03 tC/ha), *X. parviflora* y *H. brasiliensis* con 0,01 tC/ha cada una. La clase diamétrica de 60 cm a 70 cm muestra el más alto valor de stock de carbono (1,48 tC/ha), seguida de la clase diamétrica de 100 cm a más (1,31 tC/ha), continúa la clase diamétrica de 50 cm a 60 cm (1,21 tC/ha) y la clase diamétrica de 70 cm a 80 cm (1,07 tC/ha). Las clases

diamétricas de 40 cm a 49 cm (0,40 tC/ha), de 80 cm a 90 cm (0,86 tC/ha) y de 90 cm a 100 cm (0,59 t/ha) obtuvieron menor stock del área evaluada (Ribeyro, 2020, p. 26).

En 2017, se desarrollo una investigación de tipo descriptivo y de nivel básico con diseño estratificado a nivel de reconocimiento que concluyó como población de estudio a todas las especies forestales con ≥ 30 cm de DAP en un área aproximada de 2555 ha. La investigación determinó que las 25 especies del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre reporta una biomasa de 78 520 kg/ha que representa el 80,43% de un total de 97 620 kg/ha. Las cinco especies con mayor biomasa verde están constituidas por *Otoba glycyarpa* “cumala aguanillo” (5370 kg/ha), *Virola loretensis* “cumala blanca” (4890 kg/ha), *Carapa guianensis* “andiroba” (4820 kg/ha), *Virola pavonis* “cumala caupuri” (4480 kg/ha) y *Virola peruviana* “cumala blanca” (4390 kg/ha); mientras que menores valores reportan las especies *Maquira coriacea* “capinuri” (2060 kg/ha), *Macoubea sprucei* “loro micuna” (2030 kg/ha) y *Terminalia amazonia* “yacushapana” (1740 kg/ha). Las 25 especies del bosque de terraza baja con drenaje moderado contienen 53 650 kg/ha (81,07%) de un total de 66 180 kg/ha. Las especies con mayor biomasa verde muestran *Virola albidiflora* “cumala” (3560 kg/ha), *Otoba parvifolia* “cumala aguanillo” (3250 kg/ha), *Calophyllum brasiliense* “lagarto caspi” (3180 kg/ha), *Ocotea longifolia* “moena” (3120 kg/ha) y *Pouteria hispida* “quinilla” (2860 kg/ha) y menores valores muestran las especies *Cedrela odorata* “cedro colorado” (1520 kg/ha), *Virola albidiflora* “cumala blanca” (1340 kg/ha) y *Maquira coriacea* “capinuri” (1320 kg/ha) (Riofrio, 2017, pp. 36, 37).

Los resultados de stock de carbono de las 25 especies del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre obtuvieron 39,10 tC/ha (80,42%) de un total de 48,62 tC/ha.

Las especies con mayor contenido de carbono total muestran *Otoba glycyarpa* “cumala aguanillo” (2,68 tC/ha), *Virola lorentensis* “cumala blanca” (2,44 tC/ha), *Carapa guianensis* “andiroba” (2,40 tC/ha), *Virola pavonis* “cumala caupuri” (2,23 tC/ha) y *Virola peruviana* “cumala blanca” (2,19 tC/ha); mientras que las 25 especies del bosque de terraza baja con drenaje moderado reportan 26,72 tC/ha (81,07%) de un total de 32,96 tC/ha. Las especies con mayor contenido de carbono total presentan *Virola albidiflora* “cumala” (1,77 tC/ha) *Otoba parvifolia* “cumala aguanillo” (1,62 tC/ha), *Calophyllum brasiliense* “lagarto caspi” (1,58 tC/ha), *Ocotea longifolia* “moena” (1,55 tC/ha) y *Pouteria hispida* “quinilla” (1,42 tC/ha) (Riofrio, 2017, pp. 38, 39).

1.2. Bases teóricas

La biomasa es un factor muy importante para realizar estudios de investigación sobre captura de carbono, 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 el mismo. El total de la biomasa es principalmente una función de la edad del rodal así que esta es una medida útil para la valoración en la estructura forestal (Pesantez, 2015, p. 21).

Para estimar la biomasa aérea de un bosque existen los métodos directos e indirectos. El método directo fundamenta lo siguiente; se debe medir los parámetros básicos de un árbol (entre los más importantes el diámetro a la altura del pecho - dap, altura total, diámetro de copa y longitud de copa); derribarlo y calcular la biomasa pesando cada uno de los componentes (fuste, ramas y follaje), es denominado también método destructivo (Salinas y Hernández, 2008, p. 44).

Otra forma es calcular la biomasa aérea es de manera indirecta a través de ecuaciones y modelos matemáticos obtenidos por análisis de regresión entre las

variables colectadas en terreno y en inventarios forestales. La utilización de este método básicamente consiste en cubicar los árboles y estimar volúmenes de la madera mediante la toma de muestras, se puede estimar parámetros necesarios como el peso seco y la densidad de la madera necesarios para estimar la biomasa total (Segura y Andrade, 2008).

La biomasa es la cantidad de materia orgánica (en peso) presente en una determinada área, que en el caso específico de los inventarios forestales, se limita únicamente a aquella representada por la vegetación. La cantidad de carbono secuestrada se puede considerar como un segmento de la biomasa, cuya proporción está en función del tipo de especies, pudiendo derivarse de ahí su cálculo; o incluso directamente de las variables que pueden ser extraídas de los datos de percepción remota (Almazán, 2013, p.11).

Las plantas usan el sol para crecer. La materia orgánica de la planta se llama biomasa y almacena a corto plazo la energía solar en forma de carbono. La biomasa es parte del ciclo natural del carbono entre la tierra y el aire (Quiñe, 2009, p.18).

La información sobre la biomasa, es fundamental; para responder muchas preguntas sobre el rol que juegan los bosques en el fenómeno mundial, incluyendo los ciclos biogeoquímicos de carbono, nitrógeno y nutrientes principalmente. Las estimaciones del flujo de carbono provenientes de los cambios de uso del suelo, son derivados de modelos cuyos resultados dependen, en parte, de estimaciones de biomasa en los bosques. Su importancia radica en generar escenarios de carbono almacenado en el suelo y en la vegetación, y que éste sea retenido como materia orgánica, dando como resultado estimaciones del carbono neto absorbido, liberado por la combustión o descomposición (Zamora, 2003, p. 2).

La biomasa de los árboles puede estimarse también por un método distinto al empleo de modelos alométricos de biomasa. Generalmente, a través de inventario se cuenta con el volumen comercial o total. Para llevar este volumen a biomasa es necesario contar con la densidad básica de la madera, la cual permite transformar los volúmenes húmedos en biomasa (Alvarez, 2008, p. 22).

La biomasa es la cantidad de materia orgánica (en peso) presente en una determinada área, que en el caso específico de los inventarios forestales, se limita únicamente a aquella representada por la vegetación. La cantidad de carbono secuestrada se puede considerar como un segmento de la biomasa, cuya proporción está en función del tipo de especies, pudiendo derivarse de ahí su cálculo; o incluso directamente de las variables que pueden ser extraídas de los datos de percepción remota (Almazán, 2013, p.11).

A través de la fotosíntesis, los árboles toman dióxido de carbono del aire, lo combinan con hidrógeno que obtienen del agua del suelo utilizando la energía almacenada en los cloroplastos y a partir de estos, se sintetizan los carbohidratos básicos que, al combinarse con otros elementos minerales del suelo, pueden ser utilizados para aumentar el tamaño de los órganos vegetales y de esta forma satisfacer las necesidades reproductivas, por lo que la función biológica de las plantas es tomar los factores de crecimiento disponibles sobre una área determinada y transformarlos en compuestos orgánicos de diversas composiciones (Lino, 2009 citado por Riofrio, 2017, p. 18).

Romero (2015, p. 21), indica que la cantidad de carbono almacenado se relaciona con la capacidad del bosque de mantener una cierta cantidad de biomasa por hectárea, la cual está en función a su heterogeneidad y está determinado por las condiciones del suelo y clima. El carbono se encuentra almacenado desde que el

tiempo en que este se encuentre constituyendo alguna estructura del árbol y sea remitido al suelo o a la atmósfera (Marquez 2005, citado por Romero, 2015, p. 21).

El carbono en forma de CO₂ se mueve a través de la atmósfera, los océanos y la biosfera. Los depósitos se dividen en fuentes y sumideros; los primeros vierten carbono a la atmósfera y los segundos lo absorben. Los océanos contienen cerca de cincuenta veces más carbono que la atmósfera, predominante en forma de carbono inorgánico disuelto. La vegetación y los suelos contienen aproximadamente tres veces y medio más carbono que la atmósfera, sin embargo, la cantidad de carbono almacenado globalmente en los suelos es mucho mayor que en la vegetación. A diferencia del sector energético, donde se tiene definidos las fuentes de gases efecto invernadero; el sector de cambio de uso de las actividades forestales, presenta una ambigüedad en el sentido de que las mismas fuentes cumplen con un el papel de sumideros; es decir, las plantas, el océano y el suelo puede tanto liberar como absorber CO₂ (Santa Cruz, 2004 citado por Romero, 2015, p. 23).

El ciclo del carbono gira especialmente alrededor del bióxido de carbono, ya que constituye la especie química predominante en la atmósfera. Este ciclo funciona básicamente a través de la fotosíntesis, la respiración, las emisiones de gases por quema de combustibles fósiles y fenómenos naturales como las erupciones volcánicas, así mismo afirma que, el ciclo del carbono es el responsable de la cantidad de CO₂ contenido en la atmósfera, ya que es el mecanismo que equilibra las cantidades de carbono presentes en los diferentes reservorios o almacenes de carbono en el planeta. Como consecuencia se establece todo un balance de carbono a través de procesos fijadores o almacenadores de carbono y otros que a su vez lo emiten (Ordoñez 1999, citado por Romero, 2015, p. 25).

A través de la fotosíntesis, los árboles en crecimiento despiden oxígeno y consumen agua, luz y CO₂ por ello, los bosques en expansión son calificados de “sumideros de carbono”: absorben gas carbónico, cuando dejan de crecer, los árboles ya no son sumideros, sino receptáculos de carbono: almacenan enormes cantidades de este elemento, en la superficie y en los suelos, pero cumplen un papel neutro en el balance final de CO₂ (Romero, 2015, p. 28).

En general, las plantas verdes absorben el CO₂ de la atmósfera a través de la fotosíntesis, para transformarlos en elementos de importancia para el crecimiento y desarrollo de los vegetales. El carbono, se deposita en el follaje, tallos y sistema radicular y principalmente en el tejido leñoso de los troncos y ramas principales de los árboles. Por esta razón los bosques son considerados importantes reguladores en el nivel de carbono atmosférico (CO₂) (Guerrero y Tejada, 2018, pp. 10, 11).

El estudio del ciclo del carbono es importante para el entendimiento de su papel en el crecimiento de una planta, la cual conlleva la incorporación dentro de sus tejidos de carbono (proceso que se conoce como fijación de carbono). El carbono se encuentra en la atmósfera en forma de dióxido de carbono y es removido de esta durante la fotosíntesis para la formación principalmente de carbohidratos (esta acción se le conoce como captura, almacenamiento o secuestro) (Guerrero y Tejada, 2018, p. 11).

El proceso de captura de carbono, se produce una vez que las plantas absorben CO₂ de la atmósfera a través del proceso de fotosíntesis, el CO₂ capturado participa en la composición de materias primas como la glucosa, para formar las estructuras de la planta y es almacenado en su tejido en forma de biomasa aérea (hojas, ramas, tallos) y subterránea (raíces gruesas y finas) o en el suelo (degradación de biomasa

proveniente de la planta o órganos leñoso y no leñosos) en forma de humus estable que aporta CO₂ al entorno (Vallejo 2005 citado por Guerrero y Tejada, 2018, p. 12).

1.3. Definición de términos básicos

Biomasa.- Materia orgánica de origen reciente que haya derivado de animales y vegetales como resultado del proceso de conversión fotosintético (Romero, 2015, p. ix).

Bosque de colina baja.- Se desarrolla en el paisaje colinoso presentando ondulaciones en su configuración, su relieve topográfico presenta pendientes pronunciadas y complejas que varían entre 15% a 35% (PROFONANPE, 2007, P. 37).

Bosque.- Es una superficie con árboles y arbustos. En general los bosques contienen un gran número de árboles maduros de diferentes especies y alturas combinadas con capas de vegetación baja, lo que proporciona una eficiente distribución de la luz solar (Quispe, 2010, p. 15).

Carbono.- Elemento químico de número atómico 6 y símbolo C. Forma la base de muchas moléculas de organismos vivos y, por ende, es uno de los elementos fundamentales de la química orgánica. Junto con el oxígeno, compone la molécula de dióxido de carbono, uno de los gases atmosféricos responsables del efecto invernadero (Romero, 2015, p. ix).

Carbono almacenado.- Cantidad de carbono presente en la vegetación en forma de materia orgánica o compuestos de carbono (Romero, 2015, p.ix).

Captura de carbono.- Extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros de carbono como los océanos, los bosques o la tierra a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis (Romero, 2015, p. x).

Dioxido de carbono (CO₂).- Compuesto químico, gas que existe en la atmósfera y uno de los gases de efecto invernadero más abundantes. El CO₂ también se genera como subproducto de la combustión de combustibles fósiles o cambios de uso del suelo (Romero, 2015, p. x).

Especies: Conjunto de elementos semejantes entre sí por tener uno o varios caracteres comunes (Rae y Asale, 2010, p.1).

CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

Existe diferencia entre la biomasa y el carbono almacenado en las especies comerciales del bosque de colina baja de la PC 03 de la concesión Forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024, distrito de Mazán, Loreto. 2021.

2.2. Variables y su operacionalización

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
Independiente - Especies	Conjunto de elementos semejantes entre sí por tener uno o varios caracteres comunes	Cuantitativa	- Numero de individuos - Número de especies - Número de géneros - Número de familias	Nominal	Fichas de registro de las especies forestales existentes en el bosque de estudio
Dependiente - Biomasa - Stock de almacenado	Materia orgánica de origen reciente que haya derivado de animales y vegetales como resultado del proceso de conversión fotosintético. Cantidad de carbono presente en la vegetación en forma de materia orgánica o compuestos de carbono.	Cuantitativa	- Kilogramos - Toneladas de carbono	Nominal	Formato de registro de información dasométrica, biomasa y carbono almacenado de los individuos arbóreos de las especies forestales comerciales. Base de datos del inventario y la hoja de cálculos en Excel.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño

La investigación es de enfoque cuantitativo, del tipo no experimental, descriptivo y de nivel básico; basada en el registro de los datos dasométricos de los individuos arbóreos existentes en el bosque de colina baja, ubicado en la PC 03 de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024, distrito de Mazán, Loreto. 2021.

El estudio se realizó en el bosque de colina baja del contrato de concesión forestal con fines maderables N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024, cuya superficie aproximada es de 1974,06 ha realizado en el año 2021. Las coordenadas UTM que enmarcan al área de estudio son: V1 (9668827 N y 633560,25 E); V2 (9668827 N y 638560,25 E); V3 (9664827 N y 638560,25 E) y V4 (9664827 N y 633560,25 E). Políticamente, se ubica en la jurisdicción del distrito de Mazán, Provincia de Maynas, Región Loreto (Anexo 2).

3.2. Diseño muestral

La población de estudio estuvo conformada por todos los árboles de las especies comerciales aprovechables con $DAP \geq DMC$ existentes en el bosque de colina baja del contrato de concesión forestal con fines maderables N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024. La muestra fue igual a la población, considerando que se llevó a cabo un censo forestal.

3.3. Procedimientos de recolección de datos

El estudio utilizó los datos de campo registrados a través de un censo forestal realizado el año 2021 por la empresa Gaya Amazónica S.A.C., donde se utilizó como instrumento de recolección de datos el formato de toma de datos que

consigna el nombre de la especie, el DAP, la altura comercial, sus coordenadas UTM y algunas observaciones (Ver Anexo 3).

3.4. Procesamiento y análisis de los datos

El procesamiento y análisis de los datos se llevó a cabo utilizando los datos registrados en el censo forestal ejecutado en el bosque de estudio en el año 2021. Para tal efecto, se utilizó los formatos de cálculo de la biomasa y carbono almacenado, por cada individuo arbóreo y por cada especie, consignados en el Anexo 4.

3.4.1. Verificación y determinación de la composición florística

La verificación y determinación de la composición florística a nivel de nombre común, nombre científico y familia de las especies forestales comerciales registradas en el censo forestal, se realizó en el Herbarium Amazonense de la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.

3.4.2. Determinar el número de árboles por clase diamétrica y por especie

Se realizó tomando como base el diámetro a la altura del pecho (DAP). De acuerdo a recomendaciones internacionales sobre normalización para permitir comparaciones con resultados de otros levantamientos, se fijó en el presente trabajo un intervalo de clase igual a 10 cm (Cardenas, 1986, citado por Moreno, 2015, pp. 26-27).

3.4.3. Cálculos

- **Cálculo de la biomasa seca aérea del bosque de colina baja**

Para el cálculo de la biomasa aérea en las especies forestales comerciales existentes en la asociación se utilizó la fórmula de Dauber *et al.*, (2008, p. 9).

$$Bsa = Vc * DB * FEB$$

Dónde: Bsa = biomasa seca aérea (kg); Vc = volumen comercial del árbol (m³); DB = densidad básica de la madera de una especie en particular (kg/m³) (Zane *et al.*, 2009); FEB= factor de expansión de biomasa (2,25) (Dauber *et al.*, 2008, p. 9).

- **Cálculo del volumen maderable comercial**

Se calculó para cada individuo arbóreo teniendo en cuenta su DAP ≥ DMC, su altura comercial y el coeficiente de forma de 0,65 para especies forestales de bosques tropicales. Inicialmente se estimó el área basal a través de la siguiente fórmula (Chambi, 2001, p. 11):

$$AB = 0,7854 * (DAP)^2$$

Donde: AB = área basal (m²); DAP = diámetro a la altura del pecho (m).

Con este dato se calculará el volumen comercial aplicando la siguiente fórmula (Sabogal *et al.*, 2004, p. 79):

$$Vc = AB * Hc * Ff$$

Dónde: Vc = volumen comercial (m³); AB = área basal (m²); Hc = altura comercial (m); Ff= factor de forma (0,65).

- **Cálculo de la biomasa seca radicular**

Se estimó teniendo en cuenta que la biomasa radicular es el 20% del peso de la biomasa aérea (Higuchi y Carvalho, 1994, p. 144), entonces:

$$Br = (0,20) Ba$$

Donde: Br= biomasa radicular (kg); Ba= biomasa aérea (kg)

- **Cálculo de la biomasa total**

Para el cálculo de la biomasa total se procedió a sumar la biomasa aérea más la biomasa radicular (Higuchi y Carvalho, 1994, p. 144).

$$B_t = B_a + B_r$$

Dónde: B_t = biomasa total (kg); B_a = biomasa aérea (kg); B_r = biomasa radicular (kg).

Debe precisarse que esta biomasa total estimada ya es la biomasa seca, pues al utilizar la densidad básica, la que relaciona el peso seco con el volumen verde de la madera, ya no se tiene que descontar el 40% del peso que correspondería al agua contenida en la biomasa.

- **Cálculo del carbono almacenado del bosque de colina baja**

Se multiplicó la biomasa total por 0,5 por cada individuo arbóreo teniendo en cuenta que la materia seca contiene en promedio un 50% de carbono almacenado, para ello se utilizó la siguiente fórmula (IPCC, 2003 citado por Rojas, 2018, p. 28).

$$C = 0,5 (B_t)$$

Dónde: C = Stock de carbono en toneladas de carbono (tC); B_t = biomasa seca en toneladas (t).

3.5. Diferencia entre la biomasa y el carbono almacenado en las especies forestales comerciales del bosque evaluado

La normalidad de los datos se determinó mediante las prueba de Kolmogorov--Smirnov, utilizando los datos del DAP y la altura comercial del bosque de colina baja de la PC 03 de la concesión Forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024, distrito de Mazán. Para lo cual se planteó la siguiente hipótesis:

Hipótesis nula (H_0):	La variable aleatoria SI tiene distribución normal	$p\text{-valor} > 0,05$
Hipótesis alterna (H_1):	La variable aleatoria NO tiene distribución normal	$p\text{-valor} < 0,05$

De acuerdo a los resultados de la prueba de normalidad y para determinar si existe o no diferencia estadística significativa (para $\alpha = 0,05$) entre la biomasa y el carbono

almacenado de las especies forestales del bosque de colina baja, se optó por el siguiente procedimiento:

- Si la variable aleatoria NO tiene distribución normal se utiliza una prueba no paramétrica (Kruskal-Wallis, Chi-cuadrado)
- Si la variable aleatoria SI tiene distribución normal se utiliza una prueba paramétrica (“t” de Student o análisis de varianza (ANOVA)).
- Para lo cual se planteó la siguiente hipótesis estadística:

<p>Hipótesis nula (H₀): No existe diferencia entre la biomasa y el carbono almacenado en las especies comerciales del bosque de colina baja de la PC 03 de la concesión Forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024, distrito de Mazán, Loreto. 2021.</p>	<p><i>p-valor</i> > 0,05</p>
<p>Hipótesis alterna (H₁): Existe diferencia entre la biomasa y el carbono almacenado en las especies comerciales del bosque de colina baja de la PC 03 de la concesión Forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024, distrito de Mazán, Loreto. 2021.</p>	<p><i>p-valor</i> < 0,05</p>

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Composición florística del bosque de colina baja

La composición florística está conformada por 12 346 individuos arbóreos contenidos en 48 especies forestales, 43 géneros y 18 familias botánicas (Cuadro 1). Las familias más representativas, en términos de mayor número de géneros, son Fabaceae con 13 géneros, Lauraceae con cuatro géneros, Moraceae, Myristicaceae y Apocynaceae, ambos con tres géneros y Anacardiaceae, Lecythydaceae y Malvaceae con dos géneros. Teniendo en cuenta el número de especies, Fabaceae contiene 14 especies, Moraceae cinco especies, Lauraceae y apocynaceae contiene cuatro especies cada una, Myristicaceae y Malvaceae reportan tres especies cada una y Anacardiaceae, Lecythydaceae y Sapotaceae presentan dos especies cada una.

En la figura 1 se observa la alta discrepancia en el número de árboles por familia, donde por una parte existen familias con un alto número de individuos, tales como Fabacea y Myristicaceae y por otra parte hay familias con un número mínimo de árboles, tales como Rubiaceae y Violaceae.

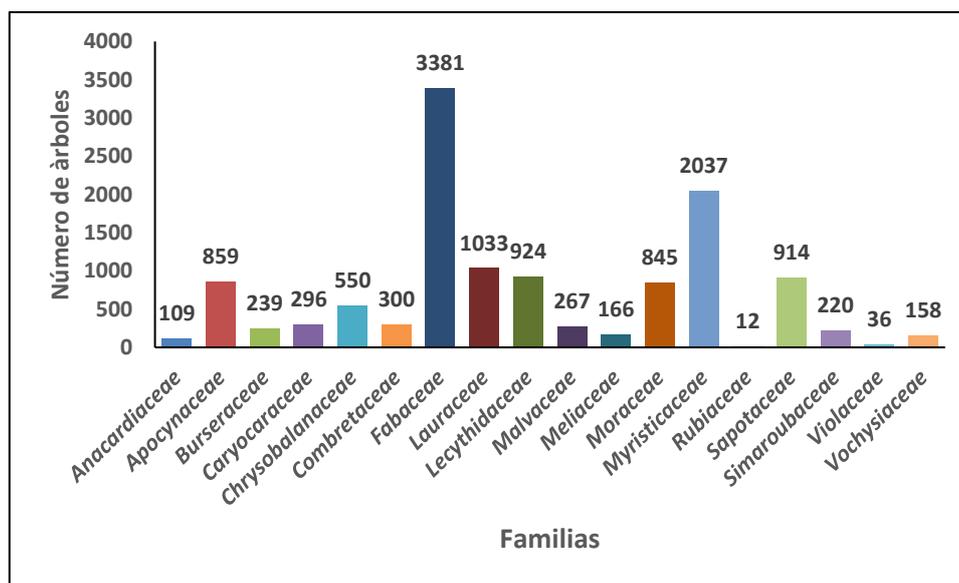


Figura 1. Número de individuos arbóreos por familia del bosque de colina baja

Cuadro 1. Relación de especies, géneros, familias y número de árboles del bosque de colina baja

N°	Especie		Familia	N° de árboles
	Nombre común	Nombre científico		
1	Aguanillo	<i>Otoba glycyarpa</i>	Myristicaceae	309
2	Almendro	<i>Caryocar glabrum</i>	Caryocaraceae	296
3	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Fabaceae	144
4	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i>	Lauraceae	557
5	Azucar huayo	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	Fabaceae	256
6	Cachimbo	<i>Allantoma decandra</i>	Lecythidaceae	239
7	Caimitillo	<i>Pouteria caimito</i>	Sapotaceae	831
8	Canela moena	<i>Licaria triandra</i>	Lauraceae	31
9	Casho	<i>Anacardium giganteum</i>	Anacardiaceae	98
10	Charapilla	<i>Vatairea erythrocarpa</i>	Fabaceae	70
11	Chimicua	<i>Pseudolmedia laevis</i>	Moraceae	6
12	Chontaquiro	<i>Pterocarpus santalinoides</i>	Fabaceae	139
13	Copal	<i>Protium nodulosum</i>	Burseraceae	239
14	Cumala	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae	1146
15	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	Myristicaceae	582
16	Estoraque	<i>Myroxylon balsamum</i>	Fabaceae	19
17	Huacamayo caspi	<i>Simira cordifolia</i>	Rubiaceae	12
18	Huayruro	<i>Ormosia amazonica</i>	Fabaceae	526
19	Huimba	<i>Ceiba lupuna</i>	Malvaceae	108
20	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	26
21	Machimango	<i>Eschweilera bracteosa</i>	Lecythidaceae	685
22	Mari mari	<i>Hymenolobium nitidum</i>	Fabaceae	421
23	Maria buena	<i>Poecilanthe effusa</i>	Fabaceae	149
24	Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	220
25	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i>	Moraceae	94
26	Moena	<i>Aniba panurensis</i>	Lauraceae	395
27	Naranjo podrido	<i>Parahancornia peruviana</i>	Apocynaceae	47
28	Paliperro	<i>Vitex klugii</i>	Violaceae	36
29	Palisangre	<i>Brosimum rubescens</i>	Moraceae	408
30	Palta moena	<i>Caryodaphnopsis inaequalis</i>	Lauraceae	50
31	Panguana	<i>Brosimum parinarioides</i>	Moraceae	301
32	Parinari	<i>Couepia dolichopoda</i>	Chrysobalanaceae	550
33	Pashaco	<i>Acacia lorentensis</i>	Fabaceae	903
34	Pashaco colorado	<i>Parkia panurensis</i>	Fabaceae	277
35	Quillobordon	<i>Aspidosperma schultesii</i>	Apocynaceae	55
36	Quillosisa	<i>Vochysia lomatophylla</i>	Vochysiaceae	158
37	Quillovara	<i>Caraipa grandifolia</i>	Apocynaceae	683
38	Quinilla	<i>Micropholis madeirensis</i>	Sapotaceae	83
39	Remo caspi	<i>Aspidosperma macrocarpon</i>	Apocynaceae	74
40	Requia	<i>Guarea kunthiana</i>	Meliaceae	166
41	Sapotillo	<i>Matisia dolichopoda</i>	Malvaceae	133
42	Shihuahuaco	<i>Dipteryx micrantha</i>	Fabaceae	90
43	Shimbillo	<i>Inga auristellae</i>	Fabaceae	78
44	Tamamuri	<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	36
45	Tangarana	<i>Tachigali paniculata</i>	Fabaceae	109
46	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae	200
47	Ubos	<i>Spondias mombin</i>	Anacardiaceae	11
48	Yacushapana	<i>Buchenavia macrophylla</i>	Combretaceae	300
Total				12346

En la figura 2 se observa que *Virola calophylla* “cumala” de la familia Myristicaceae es la especie que predomina en este tipo de bosque con 1146 árboles, seguida de *Acacia lorentensis* “pashaco” de la familia Fabaceae con 903 árboles, *Pouteria caimito* “caimitillo” de la familia Sapotaceae con 835 árboles, *Eschweilera bracteosa* de la familia Lecythidaceae con 685 árboles, *Caraipa grandifolia* “quillovara” de la familia Apocynaceae con 683 árboles.

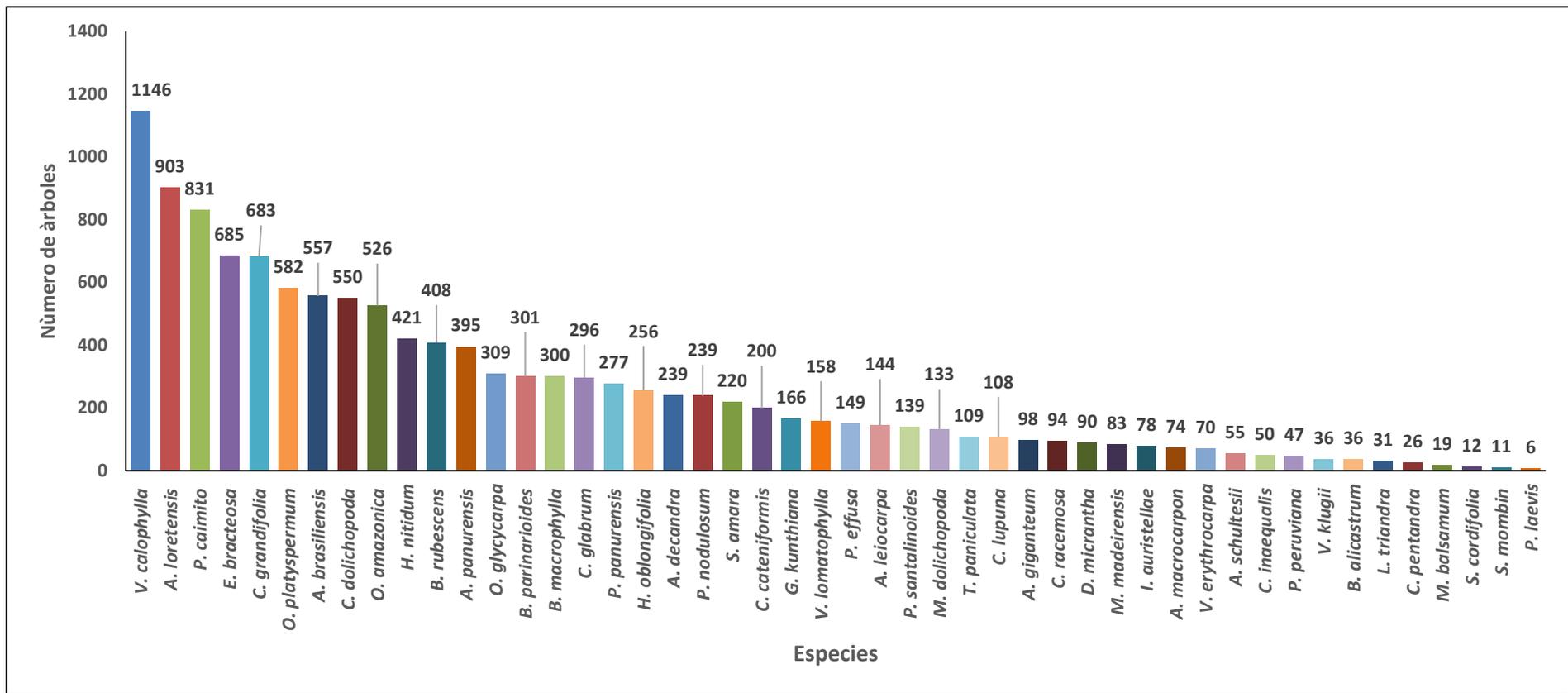


Figura 2. Número de árboles por especie forestal del bosque de colina baja

4.2. Volumen maderable

En el cuadro 2 se muestra el volumen maderable total, por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja. Se cuantificó un volumen total de 56 787,49 m³ y 28,77 m³/ha. Las 30 especies con mayor volumen maderable hacen un sub total de 52 469,37m³ (26,58 m³/ha), mientras que las 18 especies con menor volumen maderable hacen un total de 4318,11 m³ (2,19 m³/ha).

Acacia loretensis (4514,33 m³, 2,29 m³/ha), *Virola calophylla* (4254,44 m³, 2,16 m³/ha) y *Pouteria caimito* (3355,88 m³, 1,70 m³/ha) reportan los más altos volúmenes de madera; mientras que *Dipteryx micrantha* (516,68 m³, 0,26 m³/ha), *Anacardium giganteum* (504,14 m³, 0,26 m³/ha) y *Pterocarpus santalinoides* (474,98 m³, 0,24 m³/ha) presentan los más bajos volúmenes.

En la clase diamétrica de 60 cm a 69 cm se concentra el mayor volumen maderable (12 011,14 m³, 6,08 m³/ha), seguida de las clases diamétricas de 70 cm a 79 cm (11 856,50 m³, 6,01 m³/ha) y 100 cm a más (10 799,50 m³; 5,47 m³/ha). Las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm (424,53 m³, 0,22 m³/ha), de 90 cm a 99 cm (5562,28 m³, 2,82 m³/ha) y de 50 cm a 59 cm (7037,89 m³, 3,57 m³/ha), reportan los menores volúmenes maderables.

En la figura 3 se muestra el volumen maderable por especie y por hectárea del bosque de colina baja, donde se nota claramente que *Acacia loretensis* y *Virola calophylla* son las especies con mayor volumen maderable y ambas hacen un volumen de 8768,11 m³ (4,45 m³/ha) que representan el 15,44% de todo el volumen maderable. Las otras 28 especies tienen volúmenes que fluctúan desde 0,24 m³/ha hasta 1,70 m³/ha, que en conjunto hacen un volumen de 22,13 m³/ha; esto es el 83,26% del volumen total. Las 18 especies restantes, con un volumen de 2,19

m³/ha, hacen el 7,61% del volumen maderable total. En la figura 4 se observa que las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm (6,08 m³/ha) y de 70 cm a 79 cm (6,01 m³/ha) contienen el mayor volumen del área evaluada.

Cuadro 2. Volumen maderable por clase diamétrica del bosque de colina baja

Especies	Volumen por clase diamétrica (m ³ /ha)							Vol, (m ³ /ha)	Vol, (m ³)
	40 A 49	50 A 59	60 A 69	70 A 79	80 A 89	90 A 99	100 a +		
<i>A. lorentensis</i>		0,15	0,40	0,53	0,51	0,30	0,39	2,29	4514,33
<i>V. calophylla</i>	0,03	0,53	0,64	0,52	0,28	0,11	0,04	2,16	4254,44
<i>P. caimito</i>	0,03	0,24	0,49	0,38	0,26	0,13	0,17	1,70	3355,88
<i>C. grandifolia</i>	0,01	0,20	0,38	0,34	0,22	0,14	0,15	1,44	2847,13
<i>E. bracteosa</i>	0,01	0,24	0,30	0,33	0,23	0,17	0,16	1,43	2831,80
<i>O. amazonica</i>	0,00	0,11	0,22	0,27	0,25	0,17	0,38	1,40	2772,52
<i>B. rubescens</i>	0,00	0,05	0,16	0,24	0,27	0,17	0,31	1,19	2356,78
<i>O. platyspermum</i>	0,02	0,21	0,36	0,28	0,16	0,07	0,08	1,18	2321,37
<i>H. nitidum</i>	0,00	0,08	0,22	0,23	0,21	0,11	0,31	1,16	2293,44
<i>C. cateniformis</i>			0,03	0,08	0,10	0,13	0,76	1,10	2162,09
<i>C. dolichopoda</i>	0,02	0,17	0,32	0,27	0,17	0,05	0,08	1,07	2111,14
<i>A. brasiliensis</i>	0,01	0,20	0,29	0,31	0,14	0,05	0,06	1,06	2099,83
<i>B. parinarioides</i>	0,00	0,06	0,08	0,14	0,14	0,12	0,40	0,94	1864,02
<i>B. macrophylla</i>	0,00	0,05	0,13	0,13	0,15	0,12	0,26	0,83	1644,68
<i>A. decandra</i>	0,00	0,02	0,07	0,12	0,15	0,13	0,32	0,81	1596,06
<i>C. glabrum</i>	0,00	0,05	0,11	0,14	0,12	0,12	0,21	0,76	1490,61
<i>A. panurensis</i>	0,02	0,16	0,22	0,15	0,06	0,04	0,04	0,69	1352,85
<i>P. nodulosum</i>	0,00	0,06	0,08	0,10	0,12	0,09	0,22	0,66	1309,52
<i>P. panurensis</i>		0,08	0,16	0,17	0,08	0,07	0,03	0,58	1152,99
<i>O. glycyarpa</i>	0,02	0,14	0,19	0,13	0,04	0,02	0,01	0,55	1084,76
<i>A. leiocarpa</i>		0,02	0,04	0,07	0,07	0,06	0,29	0,54	1064,01
<i>H. oblongifolia</i>	0,00	0,11	0,18	0,10	0,05	0,02	0,01	0,47	936,46
<i>S. amara</i>	0,00	0,09	0,13	0,10	0,07	0,03	0,02	0,43	852,66
<i>P. effusa</i>		0,03	0,06	0,09	0,09	0,04	0,08	0,38	747,93
<i>G. kunthiana</i>	0,00	0,04	0,08	0,07	0,07	0,04	0,05	0,37	725,87
<i>V. lomatophylla</i>	0,00	0,04	0,07	0,09	0,07	0,04	0,02	0,34	666,55
<i>C. lupuna</i>		0,01	0,07	0,07	0,07	0,03	0,04	0,29	563,84
<i>D. micrantha</i>		0,01	0,03	0,04	0,05	0,07	0,06	0,26	516,68
<i>A. giganteum</i>	0,00	0,02	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,26	504,14
<i>P. santalinoides</i>	0,00	0,07	0,09	0,06	0,01	0,01	0,00	0,24	474,98
Sub total	0,20	3,23	5,61	5,58	4,27	2,68	5,01	26,58	52469,37
Otras	0,02	0,34	0,47	0,42	0,34	0,14	0,46	2,19	4318,11
Total	0,22	3,57	6,08	6,01	4,61	2,82	5,47	28,77	
Total general	424,53	7037,89	12011,14	11856,50	9095,64	5562,28	10799,50		56787,49

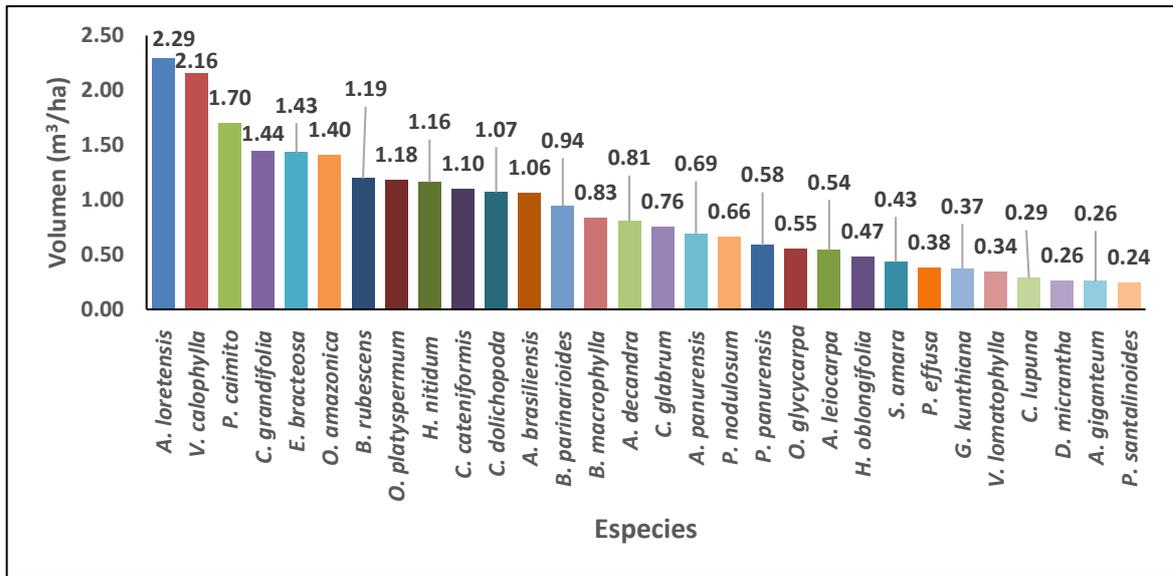


Figura 3. Volumen maderable por especie y por hectárea del bosque de colina baja

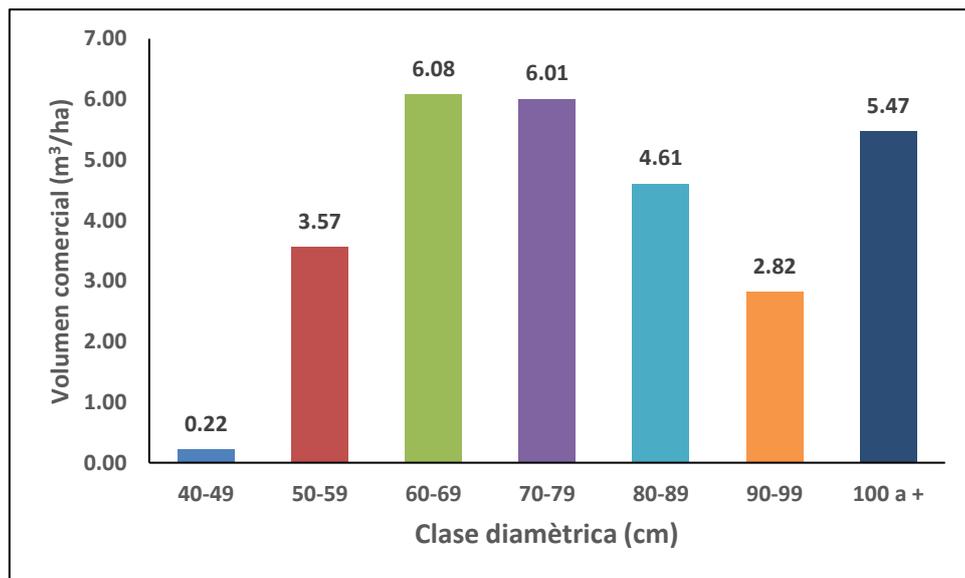


Figura 4. Volumen maderable comercial por clase diamétrica y por hectárea del bosque de colina baja

4.3. Biomasa

La biomasa seca total por especie y por hectárea del bosque de colina baja se presenta en el cuadro 3. Los resultados indican una biomasa total para todo el bosque de 99 266 675,87 kg (50 285,54 kg/ha); donde las 30 especies con mayor biomasa suman 92 166 192,39 kg (46 688,65 kg/ha) y las 18 especies restantes con menor biomasa suman 7 100 483,49 kg (3596,89 kg/ha).

Acacia lorentensis presenta la mayor cantidad de biomasa de 8 532 076,50 kg (4322,10 kg/ha), seguida de *Pouteria caimito* con 6 976 876,88 kg (3534,28 kg/ha), *Virola calophylla* con 5 743 500,61 kg (2909,49 kg/ha) y *Eschweilera bracteosa* con 5 505 014,22 kg (2788,68 kg/ha), las cuales en conjunto hacen 26 757 468,21 kg (13 554,55 kg/ha). Las 26 especies restantes de las de mayor biomasa hacen 65 408 724,18 kg (33 134,1 kg/ha). Las especies con menor biomasa son *Simarouba amara* con 92 0874,87 kg (466,49 kg/ha), *Pterocarpus santalinoides* con 897 707,64 kg (454,75 kg/ha), *Anacardiun giganteum* con 871 158,26 kg (441,30 kg/ha) y *Tachigali paniculata* con 781 163,17 kg (395,71 kg/ha).

En la clase diamétrica de 60 cm a 69 cm se concentra la mayor biomasa (20740220,01 kg, 10506,38 kg/ha), seguida de las clases diamétricas de 70 cm a 79 cm (20673659,03 kg, 10472,66 kg/ha) y 100 cm a más (19306150,74 kg; 9779,92 kg/ha). Las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm (716337,81 kg, 362,88 kg/ha), de 90 cm a 99 cm (9903213,19 kg, 5016,67 kg/ha) y de 50 cm a 59 cm (11880967,28 kg, 6018,54 kg/ha), reportan los menores valores de biomasa.

La figura 5. muestra la biomasa por especie y por hectárea en el bosque de colina baja, donde se observa que *Acacia lorentensis* es la que contiene la mayor biomasa con 4322,10 kg/ha, seguida de *Pouteria caimito* con 3534,28 kg/ha, *Virola*

calophylla con 2909,49 y *Eschweilera bracteosa* 2788,68, las que en conjunto hacen el 26,96% de la biomasa total por hectárea y las 16 especies restantes hacen en conjunto el 65,89% de la biomasa total por hectárea. La figura 6 muestra a las clases diamétricas de 70 cm a 79 cm (9745,38 kg/ha) y de 60 cm a 69 cm (9738,70kg/ha) con mayor biomasa del área evaluada.

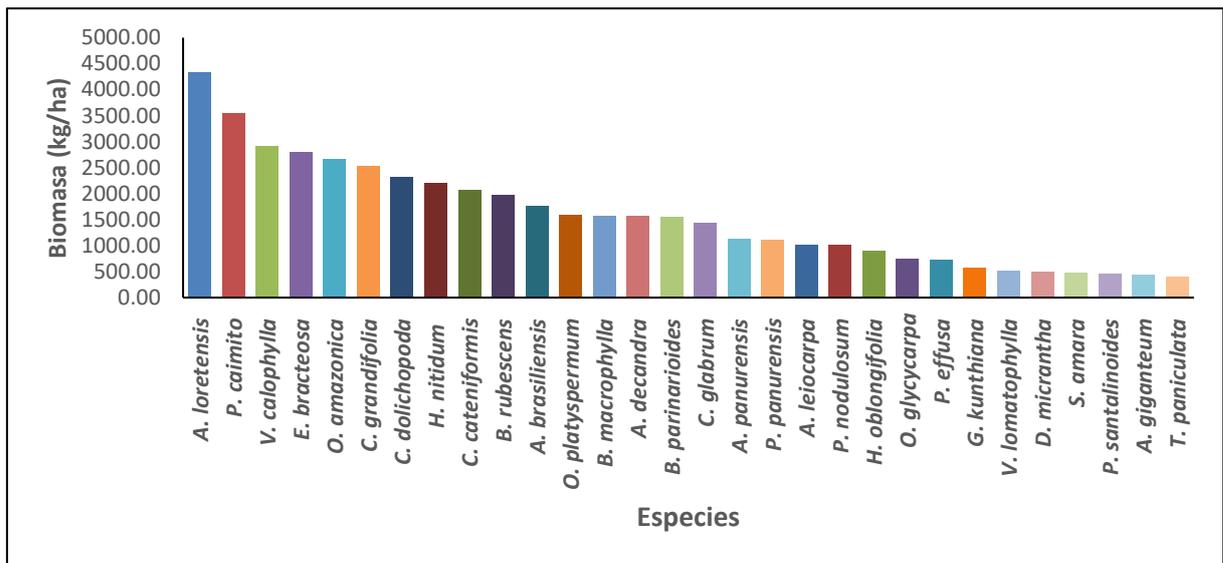


Figura 5. Biomasa seca por especie del bosque de colina baja

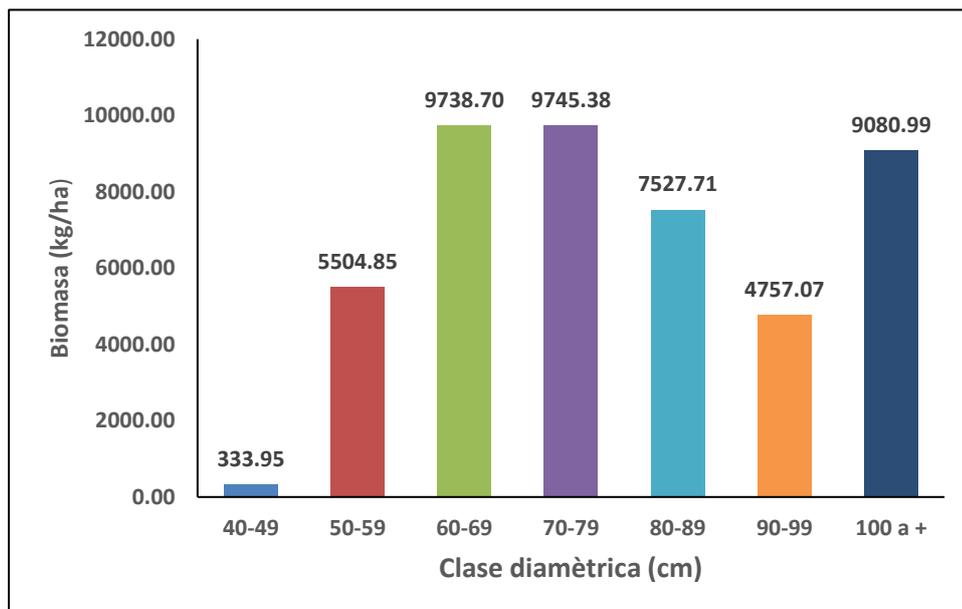


Figura 6. Biomasa por clase diamétrica y por hectárea del bosque de colina baja

Cuadro 3. Biomasa seca total por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja

Especies	Biomasa por clase diamétrica (kg/ha)							100 a +	Biomasa (kg/ha)	Biomasa (kg)
	40	50	60	70	80	90				
	A 49	A 59	A 69	A 79	A 89	A 99				
<i>A. loretensis</i>		290,44	763,25	993,92	960,62	567,59	746,28	4322,10	8532076,50	
<i>P. caimito</i>	55,79	502,87	1016,46	796,53	531,43	277,30	353,89	3534,28	6976876,88	
<i>V. calophylla</i>	43,59	712,92	857,27	699,55	383,70	153,43	59,03	2909,49	5743500,61	
<i>E. bracteosa</i>	25,00	457,46	584,99	642,14	452,95	324,62	301,51	2788,68	5505014,22	
<i>O. amazonica</i>	7,11	202,52	413,60	513,08	472,99	329,97	715,18	2654,46	5240058,90	
<i>C. grandifolia</i>	26,10	342,50	665,59	593,76	394,67	241,73	266,83	2531,18	4996708,84	
<i>C. dolichopoda</i>	36,92	363,30	681,72	582,12	364,22	102,61	179,11	2310,00	4560068,75	
<i>H. nitidum</i>	1,69	146,43	421,88	444,10	394,58	205,05	582,05	2195,78	4334597,33	
<i>C. cateniformis</i>			58,92	141,85	185,33	246,41	1437,50	2070,02	4086341,71	
<i>B. rubescens</i>	1,40	89,50	256,83	396,35	439,27	276,10	506,86	1966,31	3881618,99	
<i>A. brasiliensis</i>	18,15	324,95	480,06	517,54	233,78	81,72	95,73	1751,93	3458417,97	
<i>O. platyspermum</i>	20,36	281,08	480,18	377,36	214,68	99,30	114,55	1587,51	3133846,38	
<i>B. macrophylla</i>	4,06	86,46	240,29	243,20	287,04	223,66	489,93	1574,64	3108437,28	
<i>A. decandra</i>	1,74	41,04	140,64	230,88	291,47	249,74	616,26	1571,76	3102750,16	
<i>B. parinarioides</i>	1,53	100,06	131,50	238,42	235,02	197,94	650,72	1555,19	3070039,61	
<i>C. glabrum</i>	3,99	95,85	204,92	267,06	229,00	221,65	404,69	1427,14	2817253,81	
<i>A. panurensis</i>	33,06	259,28	358,82	248,72	102,67	60,00	66,17	1128,72	2228152,14	
<i>P. panurensis</i>		158,70	299,72	314,18	147,47	131,99	51,83	1103,89	2179141,93	
<i>A. leiocarpa</i>		37,35	68,76	125,41	131,76	115,36	540,06	1018,70	2010980,92	
<i>P. nodulosum</i>	4,45	85,26	117,71	149,43	179,59	135,01	331,55	1003,00	1979988,41	
<i>H. oblongifolia</i>	3,56	205,16	335,00	189,39	95,75	39,93	27,78	896,59	1769918,36	
<i>O. glycyarpa</i>	22,69	194,78	250,48	171,60	53,86	28,53	19,90	741,84	1464431,07	
<i>P. effusa</i>		47,59	121,54	165,28	160,74	67,40	153,54	716,08	1413590,93	
<i>G. kunthiana</i>	5,64	68,18	127,23	112,54	105,38	66,54	80,39	565,90	1117117,42	
<i>V. lomatophylla</i>	3,81	63,97	110,00	129,36	111,25	57,09	35,06	510,53	1007824,74	
<i>D. micrantha</i>		18,70	56,91	84,28	95,03	127,61	112,15	494,68	976534,60	
<i>S. amara</i>	3,19	93,47	142,83	110,06	70,59	29,59	16,76	466,49	920874,87	
<i>P. santalinoides</i>	7,68	133,85	163,12	111,26	17,56	13,46	7,82	454,75	897707,64	
<i>A. giganteum</i>	2,44	35,12	68,36	64,63	107,83	72,74	90,18	441,30	871158,26	
<i>T. paniculata</i>		66,07	120,12	91,37	77,48	12,99	27,68	395,71	781163,17	
Sub total	333,95	5504,85	9738,70	9745,38	7527,71	4757,07	9080,99	46688,65	92166192,39	
Otras	28,93	513,69	767,68	727,28	600,78	259,60	698,93	3596,89	7100483,49	
Total	362,88	6018,54	10506,38	10472,66	8128,49	5016,67	9779,92	50285,54		
Total general	716337,81	11880967,28	20740220,01	20673659,03	16046127,81	9903213,19	19306150,74		99266675,87	

4.4. Carbono almacenado

El stock de carbono por especie, por hectárea y total del bosque de colina baja se presenta en el cuadro 4. Se cuantificó un total de 49 633,34 tC (25,14 tC/ha) para todo el bosque. Las 30 especies con mayor stock de carbono hacen un total de 46 083,10 tC (23,34 tC/ha), mientras que las 18 especies restantes con menor stock de carbono suman 3550,24 tC (1,80 tC/ha)

Acacia loretensis contiene el mayor stock de carbono de 4266,04 tC (2,16 tC/ha), seguida de *Pouteria caimito* con 3488,44 tC (1,77 tC/ha), *Virola calophylla* con 2871,75 tC (1,45 tC/ha) y *Eschweilera bracteosa* con 2752,51 tC (1,39 tC/ha), las que en conjunto hacen 13 378,74 tC (6,77 tC/ha). Las 26 especies restantes con mayor stock de carbono hacen 32 704,36 tC (16,57 tC/ha). Las especies con menor stock de carbono son *Pterocarpus santalinoides* con 448,85 tC (0,23 tC/ha), *Anacardiun giganteum* con 435,58 tC (0,22 tC/ha) y *Tachigali paniculata* con 390,58 tC (0,20 tC/ha).

En la clase diamétrica de 60 cm a 69 cm se concentra el mayor stock de carbono (10 370,11 tC, 5,25 tC/ha), seguida de las clases diamétricas de 70 cm a 79 cm (10 336,83 tC, 5,24 tC/ha) y 100 cm a más (9653 tC; 4,89 tC/ha). Las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm (358,17 tC, 0,18 tC/ha), de 90 cm a 99 cm (4951,61 tC, 2,51 tC/ha) y de 50 cm a 59 cm (5940,48 tC, 3,01 tC/ha), reportan los menores valores de stock de carbono.

La figura 7 contiene el stock de carbono por especie y por hectárea en el bosque de colina baja, donde se observa que *A. loretensis* contiene el mayor stock con 2,16 tC/ha, seguida de *Pouteria caimito* con 1,77 tC/ha, *Virola calophylla* con 1,45 tC/ha y *Eschweilera bracteosa* con 1,39 tC/ha, las que en conjunto hacen el 6,77% del

stock total de carbono por hectárea y las 24 especies restantes hacen en conjunto el 70,99% del total de carbono almacenado por hectárea. La figura 8 muestra a las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm y de 70 cm a 79 cm con 4,78 kg/ha con mayor stock de carbono del área evaluada.

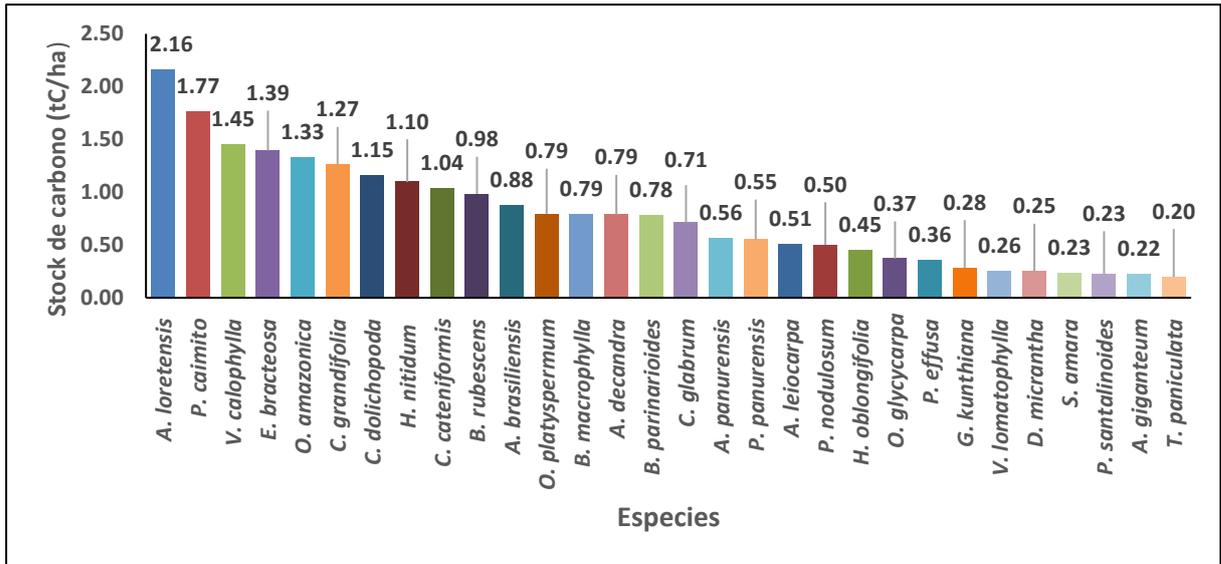


Figura 7. Stock de carbono por especie y total del bosque de colina baja

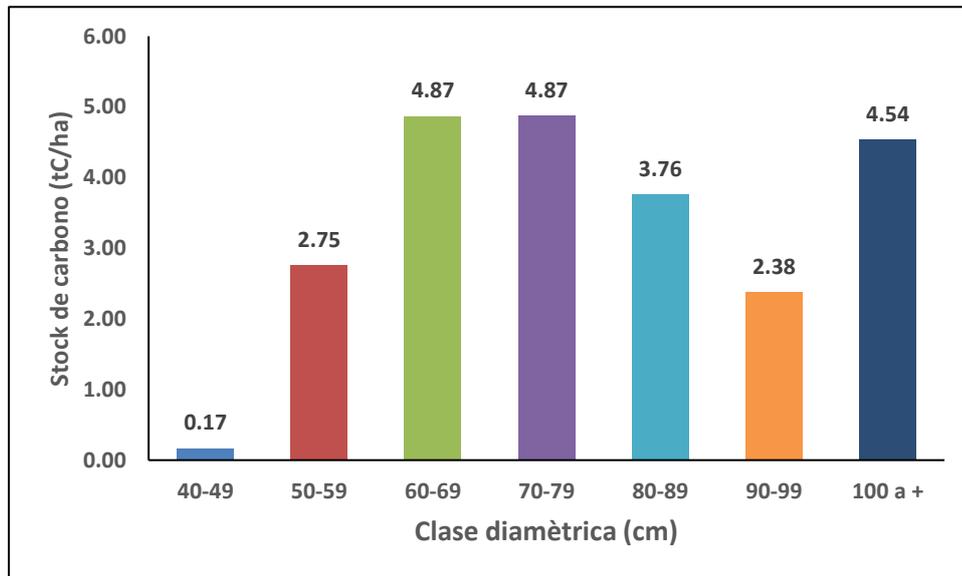


Figura 8. Carbono almacenado por clase diamétrica y por hectárea del bosque de colina baja

Cuadro 4. Carbono almacenado por especie y total del bosque de colina baja

Especies	Carbono almacenado por clase diamétrica (tC/ha)							Carbono almacenado (tC/ha)	Carbono almacenado (tC)
	40	50	60	70	80	90	100 a +		
	A 49	A 59	A 69	A 79	A 89	A 99			
<i>A. loretensis</i>		0,15	0,38	0,50	0,48	0,28	0,37	2,16	4266,04
<i>P. caimito</i>	0,03	0,25	0,51	0,40	0,27	0,14	0,18	1,77	3488,44
<i>V. calophylla</i>	0,02	0,36	0,43	0,35	0,19	0,08	0,03	1,45	2871,75
<i>E. bracteosa</i>	0,01	0,23	0,29	0,32	0,23	0,16	0,15	1,39	2752,51
<i>O. amazonica</i>	0,00	0,10	0,21	0,26	0,24	0,16	0,36	1,33	2620,03
<i>C. grandifolia</i>	0,01	0,17	0,33	0,30	0,20	0,12	0,13	1,27	2498,35
<i>C. dolichopoda</i>	0,02	0,18	0,34	0,29	0,18	0,05	0,09	1,15	2280,03
<i>H. nitidum</i>	0,00	0,07	0,21	0,22	0,20	0,10	0,29	1,10	2167,30
<i>C. cateniformis</i>			0,03	0,07	0,09	0,12	0,72	1,04	2043,17
<i>B. rubescens</i>	0,00	0,04	0,13	0,20	0,22	0,14	0,25	0,98	1940,81
<i>A. brasiliensis</i>	0,01	0,16	0,24	0,26	0,12	0,04	0,05	0,88	1729,21
<i>O. platyspermum</i>	0,01	0,14	0,24	0,19	0,11	0,05	0,06	0,79	1566,92
<i>B. macrophylla</i>	0,00	0,04	0,12	0,12	0,14	0,11	0,24	0,79	1554,22
<i>A. decandra</i>	0,00	0,02	0,07	0,12	0,15	0,12	0,31	0,79	1551,38
<i>B. parinarioides</i>	0,00	0,05	0,07	0,12	0,12	0,10	0,33	0,78	1535,02
<i>C. glabrum</i>	0,00	0,05	0,10	0,13	0,11	0,11	0,20	0,71	1408,63
<i>A. panurensis</i>	0,02	0,13	0,18	0,12	0,05	0,03	0,03	0,56	1114,08
<i>P. panurensis</i>		0,08	0,15	0,16	0,07	0,07	0,03	0,55	1089,57
<i>A. leiocarpa</i>		0,02	0,03	0,06	0,07	0,06	0,27	0,51	1005,49
<i>P. nodulosum</i>	0,00	0,04	0,06	0,07	0,09	0,07	0,17	0,50	989,99
<i>H. oblongifolia</i>	0,00	0,10	0,17	0,09	0,05	0,02	0,01	0,45	884,96
<i>O. glycyarpa</i>	0,01	0,10	0,13	0,09	0,03	0,01	0,01	0,37	732,22
<i>P. effusa</i>		0,02	0,06	0,08	0,08	0,03	0,08	0,36	706,80
<i>G. kunthiana</i>	0,00	0,03	0,06	0,06	0,05	0,03	0,04	0,28	558,56
<i>V. lomatophylla</i>	0,00	0,03	0,05	0,06	0,06	0,03	0,02	0,26	503,91
<i>D. micrantha</i>		0,01	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,25	488,27
<i>S. amara</i>	0,00	0,05	0,07	0,06	0,04	0,01	0,01	0,23	460,44
<i>P. santalinoides</i>	0,00	0,07	0,08	0,06	0,01	0,01	0,00	0,23	448,85
<i>A. giganteum</i>	0,00	0,02	0,03	0,03	0,05	0,04	0,05	0,22	435,58
<i>T. paniculata</i>		0,03	0,06	0,05	0,04	0,01	0,01	0,20	390,58
Sub total	0,17	2,75	4,87	4,87	3,76	2,38	4,54	23,34	46083,10
Otras	0,01	0,26	0,38	0,36	0,30	0,13	0,35	1,80	3550,24
Total	0,18	3,01	5,25	5,24	4,06	2,51	4,89	25,14	
Total general	358,17	5940,48	10370,11	10336,83	8023,06	4951,61	9653,08		49 633,34

4.5. Diferencia entre la biomasa y el stock de carbono

4.5.1. Prueba de normalidad

En el cuadro 5 se presenta la prueba de normalidad de los datos (basados en el DAP y la altura comercial) del bosque de colina baja. Se observa que el p-valor para el bosque evaluado ($p = 0,00$) es menor que $\alpha = 0,05$, indicando que los datos no son normales. Por tal motivo, para las comparaciones se utilizó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis.

Cuadro 5. Prueba de normalidad del bosque de colina baja

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
DAP	0,140	12 346	0,000
Altura comercial	0,111	12 346	0,000

4.5.2. Prueba de Kruskal-Wallis

En el cuadro 6 se muestra los resultados de la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis para la comparación de la biomasa y el carbono almacenado. Se observa que hay diferencia entre los promedios, donde la biomasa presenta el mayor promedio de 48,50 kg/ha y el carbono almacenado contiene 16,50 tC/ha. En el cuadro 7 se muestra la prueba de Chi-cuadrado, que indica que existe diferencia significativa entre los promedios de biomasa y carbono almacenado ($p\text{-valor} = 0,00 < \alpha = 0,05$).

Cuadro 6. Prueba no paramétrica de Kruskal Wallis de significancia para la comparación de la biomasa y carbono almacenado

Rangos			
	Especies	Número de especies	Rango promedio (Kg/ha) y (tC/ha)
Biomasa y Stock de carbono	Biomasa	30	45,50
	Stock de carbono	30	15,50
	Total	60	

Cuadro 7. Prueba de chi-cuadrado

Estadísticos de contraste^{a,b}	
	Carbono
Chi-cuadrado	44,268
gl	1
Sig. asintót.	0,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: Especies

CAPITULO V. DISCUSIÓN

5.1. Composición florística del bosque de colina baja

En el cuadro 1 se muestra la relación de familias, géneros, número de especies y número de árboles por especie para el bosque de colina baja; donde se observa una diferencia en el número de géneros, especies y número de árboles. Además, se indica que la familia Fabaceae es la más predominante con 13 géneros, (Acacia, Ormosia, Hymenolobium, Parkia, Hymenaea, Cedrelinga, Poecilanthé, Apuleia, Pterocarpus, Tachigali, Dipterix, Inga, Vatairea y Myroxylon), seguida de Lauraceae con cuatro géneros (Anaueria, Aniba, Caryodaphnopsis y Licaria) y Moraceae (Brosimum, Clarisia y Pseudolmedia), Myristicaceae (Virola, Osteophloeum y Otoba) y Apocynaceae (Caraipa, Aspidosperma y Parahancornia) con tres géneros cada una. Asimismo, *Virola calophylla* “cumala” de la familia Myristicaceae es la especie más abundante de este bosque con 1146 árboles, seguida de *Acacia lorentensis* “pashaco” de la Familia Fabaceae (903 árboles) y *Pouteria caimito* “caimitillo” de la familia Sapotaceae (831 árboles) que juntas suman 2880 árboles que representa el 23,33% del total; mientras que menor abundancia reportan *Simira cordifolia* “huacamayo caspi” de la familia Rubiaceae, *Spondias mombin* “ubos” de la familia Anacardiaceae y *Pseudolmedia laevis* “chimicua” de la familia Moraceae que hacen en total 29 árboles que constituye el 0,23% respectivamente. Ribeyro (2020, p. 18), registró para un bosque de terraza baja en el distrito de Morona 36 especies forestales comerciales, 15 familias botánicas y 1737 árboles, donde la familia Fabacea contiene el mayor número de especies (8 especies), seguida de las familias Myristicaceae (6 especies), Lecythidaceae (4 especies), Moraceae y Lauraceae con tres especies, Euphorbiaceae y Vochysiaceae con dos especies, Anacardiaceae, Annonaceae, Chrysobalanaceae, Combretaceae, Malvaceae,

Meliaceae, Sapotaceae y Simarounaceae con una especie cada una. Además, señala que *O. parviflora* reporta el mayor número de árboles (137 árboles), seguida de *V. sebifera* (118 árboles), *P. nítida* (113 árboles), *C. cateniformis* (110 árboles), *I. juruensis* (105 especies), *S. parahyba* (101 árboles) y *O. platyspermum* (100 árboles). Vásquez (2019, p. 25), reporta 32 especies forestales comerciales, 13 familias botánicas, 4023 árboles para el bosque de terraza baja y 5329 árboles para el bosque de terraza alta, donde la familia Fabacea presenta el mayor número de especies (11 especies), seguida de las familias Moraceae (4 especies), Myristicaceae y Lauraceae con tres especies, Malvaceae y Lecythidaceae don dos especies y las demás reportan una especie cada una. Estos resultados al ser contrastados con los obtenidos en el presente estudio coninciden con respecto a la familia más importante, pero muestran variación cuando se refiere a las especies y número de árboles. Esta variación estaría influenciado el tipo de bosque, claros, fuentes de semillas, por los factores ambientales: posición geográfica, clima, suelos y topografía, como por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies.

5.2. Carbono almacenado del bosque de colina baja

En el cuadro 5 se muestra el stock de carbono registrado en el inventario forestal de las especies comerciales del bosque de colina baja que asciende a un total de 49 633,34 tC (25,14 tC/ha) para el bosque evaluado. Las 30 especies con mayor stock de carbono hacen un total de 46 083,10 tC que representa el 92,85% y 23,34 tC/ha que constituye el 92,84%, por el contrario las 18 especies restantes con menor stock de carbono suman 3550,24 tC y 1,80 tC/ha que representa el 7,16% respectivamente. Las especies *Acacia lorentensis* con 4266,04 tC (2,16 tC/ha) y *Pouteria caimito* con 3488,44 tC (1,77 tC//ha) contienen el mayor stock de carbono que juntas hacen 7754,48 tC (3,93 tC/ha) que representa el 15,62%; mientras que

las especies *Anacardiun giganteum* y *Tachigali paniculata* muestran menor stock de carbono de 826,16 tC (0,42 tC/ha) que representa el 1,66%. Las 26 especies restantes con mayor stock de carbono hacen 32 704,36 tC (16,57 tC/ha).

Las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm con 10 370,11 tC (5,25 tC/ha), de 70 cm a 79 cm con 10 336,83 tC (5,24 tC/ha), de 100 cm a más con 9653,08 tC (4,89 tC/ha) y de 80 cm a 89 cm con 8023,06 tC (4,06 tC/ha) contienen el más alto stock de carbono que juntas hacen 38 383,08 tC (19,64 tC/ha) que representa el 77,33% del total; mientras que menor stock muestran las clases dimétricas de 40 cm a 49 cm con 358,17 tC (0,18 tC/ha), de 50 cm a 59 cm con 5940,48 tC (3,01 tC/ha) y de 90 cm a 99 cm con 4951,61 tC (2,51 tC/ha) que juntas suman 11 250,26 tC (5,70 tC/ha) que constituye el 22,67% respectivamente. Ribeyro (2020, p. 26), reporta un stock de carbono de 6,92 tC/ha de un total de 4671,31 tC del bosque evaluado, donde *C. cateniformis* contiene el mayor stock de 0,98 tC/ha, seguido de *S. parahyba* (0,60 tC/ha), *P. nítida* (0,49 tC/ha), *C. domestica* (0,46 tC/ha) y *O. parvifolia* (0,33 tC/ha); mientras que menor stock *C. racemosa* (0,03 tC/ha), *X. parviflora* y *H. brasiliensis* con 0,01 tC/ha cada una; por el contrario señala también que la clase diamétrica de 60 cm a 70 cm muestra el más alto valor de stock de carbono (1,48 tC/ha), seguida de 100 cm a más (1,31 tC/ha), de 50 cm a 60 cm (1,21 tC/ha) y de 70 cm a 80 cm (1,07 tC/ha). Las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm (0,40 tC/ha), de 80 cm a 90 cm (0,86 tC/ha) y de 90 cm a 100 cm (0,59 tC/ha) obtuvieron menor stock de carbono del área evaluada. Guerra (2021, pp. 21, 22), reporta para un bosque de colina baja del distrito de Mazán 1,19 tC/ha y 1046,41 tC, donde *V. calophylla* (0,55 tC/ha y 482,44 tC) muestra el mayor valor, seguida de *C. cateniformis* (0,36 tC/ha y 320,26 tC) y *O. platyspermum* (0,15 tC/ha y 129,13 tC). Las especies con menor carbono almacenado son *V. cuspidata* (0,01 tC/ha y

11,30 tC) y *C. odorata* (0,01 tC/ha y 7,96 tC). También, señala que las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm (0,299 tC/ha), 50 cm a 59 cm (0,241 tC/ha) y de 70 cm a 79 cm (0,198 tC/ha) contienen la mayor cantidad de carbono almacenado; por el contrario, las clases diamétricas de 90 cm a 99 cm (0,062 tC/ha) y de 100 cm a 109 cm (0,080 tC/ha) reportan los menores valores de carbono. La discrepancia que se presenta se podría atribuir al tipo de bosque, ubicación, densidad de la madera, fórmula utilizada en la estimación de la biomasa y stock de carbono, condiciones ambientales, calidad de sitio, edad del bosque, estimación de la altura y diámetro mínimo utilizado en la estimación de los volúmenes comerciales.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES

1. Se registró en total 12 346 árboles agrupados en 48 especies forestales comerciales, 43 géneros y 18 familias botánicas. La familia Fabaceae contiene el mayor número de especies (14 especies), seguida de Moraceae (cinco especies), Lauraceae y apocynaceae (cuatro especies cada una), Myristicaceae y Malvaceae (tres especies cada una) y Anacardiaceae, Lecythidaceae y Sapotaceae presentan dos especies cada una. eliaceae, simaroubaceae, Lauraceae y Fabaceae (una especie cada una). *Virola calophylla* (1146 árboles) reporta el mayor número de árboles y *Pseudolmedia laevis* (Seis árboles) presenta menor número de árboles.
2. Los resultados indican una biomasa de 50 285,54 kg/ha (99 266 675,87 kg), donde *Acacia loretensis* reporta mayor cantidad de biomasa de 4322,10 kg/ha (8 532 076,50 kg) y menor valor muestra *Tachigali paniculata* con 395,71 kg/ha (781 163,17 kg).
3. Las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm con 10 506,38 kg/ha (20 740 220,01 kg) y de 70 cm a 79 cm con 10 472,66 kg/ha (20 673 659,03 kg) contienen mayor cantidad de biomasa; mientras que las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm con 362,88 kg/ha (716 337,81 kg) y de 90 cm a 99 cm con 5016,67 kg/ha (9 903 213,19 kg) reportan menor valor de biomasa.
4. El carbono almacenado asciende a 25,14 tC/ha (49 633,34 tC). *Acacia loretensis* con 2,16 tC/ha (4266,04 tC) y *Pouteria caimito* con 1,77 tC/ha (3488,44 tC) registran mayor valor; mientras que *Anacardium giganteum* con 0,22 tC/ha (435,58 tC) y *Tachigali paniculata* con 0,20 tC/ha (390,58 tC) contienen menor valor.

5. Las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm con 5,25 tC/ha (10 370,11 tC) y de 70 cm a 79 cm con 5,24 tC/ha (336,83 tC) contienen mayor stock de carbono, mientras que las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm con 0,18 tC/ha (358,17 tC) y de 90 cm a 99 cm con 2,51 tC/ha (4951,61 tC) reportan menor stock.
6. Se acepta la hipótesis en el sentido que existe diferencia entre la biomasa y el carbono almacenado en las especies forestales comerciales del bosque de colina baja, porque el valor de Chi-cuadrado arrojó un p-valor = 0,000 que es menor a $\alpha = 0,05$.

CAPITULO VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar el manejo del bosque de colina baja con las especies *Acacia lorentensis*, *Pouteria caimito* y *Virola calophylla* porque reportan los valores más altos valores de biomasa y carbono almacenado.
2. Realizar el inventario forestal del bosque de colina baja desde los 10 cm de DAP y complementar el estudio con la cuantificación del secuestro de CO₂ y su valorización económica con el objetivo de negociarlo en el mercado internacional de carbono.
3. Realizar estudios tendientes a determinar una ecuación alométrica que mejor se ajuste al cálculo de la biomasa de las especies forestales del bosque en estudio.

CAPITULO VIII. FUENTES DE INFORMACIÓN

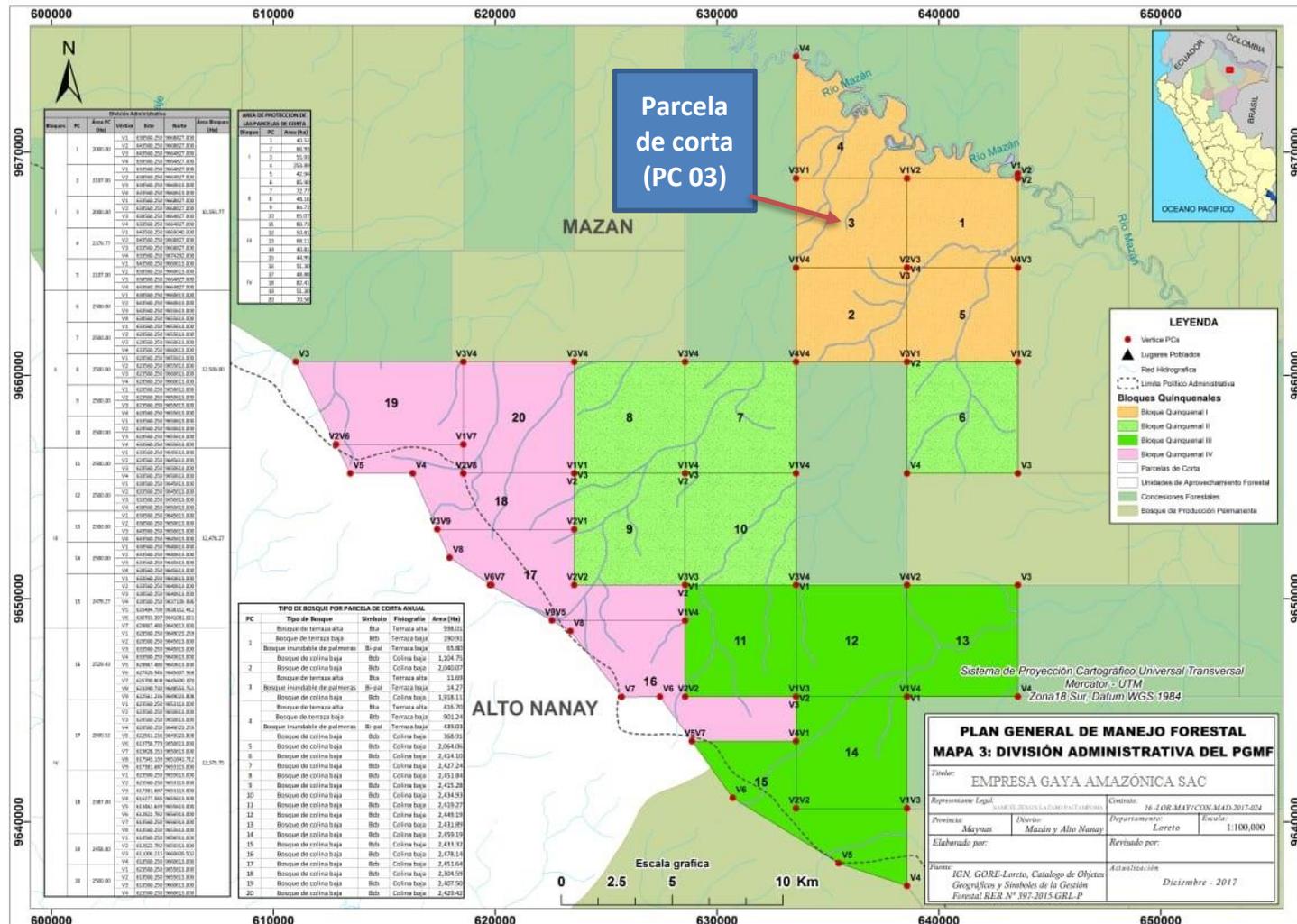
- Almazán Gonzáles, Juan Andrés. 2013. Estimación de almacenamiento de carbono en el suelo de conservación del distrito federal mediante el uso de datos lidar aerotransportado. Tesis Magister en Geomática. México: Centro de Investigación en Geografía y Geomática "ING. JORGE I. TAMAYO", A. C. 97 p.
- Álvarez Condo, Gustavo. 2008. Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Tesis Magister. en Manejo y Conservación de Bosques Naturales y Biodiversidad. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Catie. Turrialba, Costa Rica. 76 p.
- Chambi Condori, Pedro Pablo. 2001. Valoración económica de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la zona boscosa del río Inambari y Madre de Dios. IICFOE. Tacna Perú. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2020]. Disponible en: www.iicfoe.com.pe
- Churampi Casas, Betzabè Sulma. 2017. Cuantificación de la captura de carbono en la biomasa aérea de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en el fundo Conde Vargas, Cajabamba, Cajamarca. Tesis de Maestro en Ciencias. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 123 p.
- Dauber, E., Terán, J., Guzmán, R. Estimaciones de biomasa y carbono en bosque naturales de Bolivia. *Revista forestal iberoamericana*. 2008. 1(1):1-10.
- Guerrero Bautista, Iván y Tejada Grandez, Luis Alberto. 2018. Valoración económica del servicio ambiental de CO₂ del bosque primario del fundo Montana ubicado en el caserío Puerto Pakui del distrito de Imaza, provincia de Bagua, Región Amazonas 2017. Tesis Ingeniero Ambiental. Universidad de Lambayeque. Chiclayo, Perú. 147 p.

- Guerra Capuena, Wagner Ricardo. 2021. Cuantificación de la biomasa y del carbono almacenado en las especies comerciales de un bosque de colina baja del distrito de Mazán, Loreto. 2020. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 49 p.
- Higuchi, Niro y Carvalho Júnior, Joao. A. 1994. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In: Anais do seminário Emissão por sequestro de CO₂ uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. Rio de Janeiro. 153 p.
- Moreno Lozano, Julio Miguel. 2015. Estructura horizontal y valoración económica de las especies de madera comercial en cuatro tipos de bosque, distrito de Torres Causana, Loreto-Perú. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 92 p.
- Pesantez Lozano, Willian Armando. 2015. Estimación del contenido de carbono en biomasa aérea de una plantación de cedro rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*), en la Parroquia Río Blanco, Cantón Morona. Tesis Ingeniero en Manejo y Conservación del medio Ambiente. Universidad Nacional de Loja. Tena, Ecuador. 135 p.
- PROFONANPE. Inventarios Forestales. Componente temático para la mesozonificación ecológica y económica de las cuencas de los ríos Pastaza y Morona. Iquitos, 2007. 84 p.
- Quiñe Macedo, Paulo Cesar. 2009. Cuantificación de biomasa y reserva de carbono en sistemas agroforestales de café (*Coffea arabica* L.) en dos pisos altitudinales. Tesis Ingeniero Agronomo. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú. 96 p.

- Quispe Villafuerte, Willian. 2010. Estructura horizontal y vertical de dos tipos de bosque concesionados en la región Madre de Dios. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional Amazonica de Madre de Dios. Puerto Maldonado, Perú. 98 p.
- Rae y Asale. 2010. Ortografía. Espasa. 864 p.
ISBN: 9788467034264
- Ribeyro Schult, Theda Mae María. 2020. Estructura diamétrica y stock de carbono en las especies comerciales de un bosque de terraza baja del distrito de Morona, Loreto. 2019. Tesis Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 103 p.
- Riofrio Garay, Grimilda Rosa Génesis. 2017. Valoración económica del secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque en el distrito de Urarinas, Loreto-Perú-2016. Tesis Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 84 p.
- Rojas Grández, Franco. 2018. Valor económico del volumen maderable y valor económico del secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque del distrito de Pastaza, Datem Del Marañón, Loreto. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 96 p.
- Romero Salazar, Fredesbinda. 2015. Determinación de la captura del carbono en dos sistemas de pastos mejorados en el distrito de San Silvestre De Cochán provincia de San Miguel-Cajamarca. Tesis de Naestro en Ciencias. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca, Perú. 151 p.

- Sabogal, Cesar., Carrera, F., Colan, V., Pokorny, B y Lauman, B. Manual para la planificación y evaluación del manejo forestal operacional en bosques de la amazonía peruana. Fondebosque. Lima-Perú, 2004. 279 p.
- Salinas, Zenia y Hernández, Paulo. 2008. Guía para el diseño de proyectos MDL forestales y de bionergía. Manual técnico N° 83. Impresión: Masterlitho S.A. Turrialba, Costa Rica: 171 p.
ISBN 978-9977-57-461-5
- Segura, Milena y Andrade, Hernán, J. 2008. Cómo construir modelos alométricos de volumen, biomasa o carbono de especies leñosas perennes. En *Agroforestería en las Américas N 46*. Turrialba, Costa Rica. p. 89-96
- Vásquez Huaymacari, Sibila Archeli. 2019. Valoración económica del secuestro de CO2 en dos tipos de bosque del distrito de Mazán, Loreto. 2018. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 126 p.
- Zamora Collazo, Juan Carlos. 2003. Estimación del contenido de carbono en biomasa aérea en el bosque de Pino del ejido “La Majada”. Municipio de Periban de Ramos. Michoacán, México. Tesis Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agrobiología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. 59 p.
- Zanne, A. E., Lopez-Gonzalez, G., Coomes, D.A., Ilic, J., Jansen, S., Lewis, S. L., Miller, R. B., Swenson, N. G., Wiemann, M. C., And Chave, J. 2009. Global wood density database. Dryad. Identifier: <http://hdl.handle.net/10255/dryad.235>.

ANEXOS



Anexo 1. Mapa de ubicación del bosque de colina baja de la PC 03 de la Concesión Forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-

Anexo 3. Formato de datos para la estimación de la biomasa y carbono almacenado

Árbol No.	DAP (cm)	Altura comercial (m)	DB (kg/m ³)	Biomasa (kg)	Carbono almacenado (tC)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

n					

Anexo 4. Volumen maderable por clase diamétrica del bosque de colina baja

Especies	Volumen por clase diamétrica (m ³ /ha)							Vol, (m ³ /ha)	Vol, (m ³)
	40 A 49	50 A 59	60 A 69	70 A 79	80 A 89	90 A 99	100 a +		
<i>A. loretensis</i>		0,15	0,40	0,53	0,51	0,30	0,39	2,29	4514,33
<i>V. calophylla</i>	0,03	0,53	0,64	0,52	0,28	0,11	0,04	2,16	4254,44
<i>P. caimito</i>	0,03	0,24	0,49	0,38	0,26	0,13	0,17	1,70	3355,88
<i>C. grandifolia</i>	0,01	0,20	0,38	0,34	0,22	0,14	0,15	1,44	2847,13
<i>E. bracteosa</i>	0,01	0,24	0,30	0,33	0,23	0,17	0,16	1,43	2831,80
<i>O. amazonica</i>	0,00	0,11	0,22	0,27	0,25	0,17	0,38	1,40	2772,52
<i>B. rubescens</i>	0,00	0,05	0,16	0,24	0,27	0,17	0,31	1,19	2356,78
<i>O. platyspermum</i>	0,02	0,21	0,36	0,28	0,16	0,07	0,08	1,18	2321,37
<i>H. nitidum</i>	0,00	0,08	0,22	0,23	0,21	0,11	0,31	1,16	2293,44
<i>C. cateniformis</i>			0,03	0,08	0,10	0,13	0,76	1,10	2162,09
<i>C. dolichopoda</i>	0,02	0,17	0,32	0,27	0,17	0,05	0,08	1,07	2111,14
<i>A. brasiliensis</i>	0,01	0,20	0,29	0,31	0,14	0,05	0,06	1,06	2099,83
<i>B. parinarioides</i>	0,00	0,06	0,08	0,14	0,14	0,12	0,40	0,94	1864,02
<i>B. macrophylla</i>	0,00	0,05	0,13	0,13	0,15	0,12	0,26	0,83	1644,68
<i>A. decandra</i>	0,00	0,02	0,07	0,12	0,15	0,13	0,32	0,81	1596,06
<i>C. glabrum</i>	0,00	0,05	0,11	0,14	0,12	0,12	0,21	0,76	1490,61
<i>A. panurensis</i>	0,02	0,16	0,22	0,15	0,06	0,04	0,04	0,69	1352,85
<i>P. nodulosum</i>	0,00	0,06	0,08	0,10	0,12	0,09	0,22	0,66	1309,52
<i>P. panurensis</i>		0,08	0,16	0,17	0,08	0,07	0,03	0,58	1152,99
<i>O. glycyarpa</i>	0,02	0,14	0,19	0,13	0,04	0,02	0,01	0,55	1084,76
<i>A. leiocarpa</i>		0,02	0,04	0,07	0,07	0,06	0,29	0,54	1064,01
<i>H. oblongifolia</i>	0,00	0,11	0,18	0,10	0,05	0,02	0,01	0,47	936,46
<i>S. amara</i>	0,00	0,09	0,13	0,10	0,07	0,03	0,02	0,43	852,66
<i>P. effusa</i>		0,03	0,06	0,09	0,09	0,04	0,08	0,38	747,93
<i>G. kunthiana</i>	0,00	0,04	0,08	0,07	0,07	0,04	0,05	0,37	725,87
<i>V. lomatophylla</i>	0,00	0,04	0,07	0,09	0,07	0,04	0,02	0,34	666,55
<i>C. lupuna</i>		0,01	0,07	0,07	0,07	0,03	0,04	0,29	563,84
<i>D. micrantha</i>		0,01	0,03	0,04	0,05	0,07	0,06	0,26	516,68
<i>A. giganteum</i>	0,00	0,02	0,04	0,04	0,06	0,04	0,05	0,26	504,14
<i>P. santalinoides</i>	0,00	0,07	0,09	0,06	0,01	0,01	0,00	0,24	474,98
<i>C. pentandra</i>			0,00	0,00	0,01	0,00	0,21	0,23	459,33
<i>C. racemosa</i>		0,03	0,03	0,04	0,05	0,02	0,04	0,22	431,54
<i>T. paniculata</i>		0,03	0,06	0,05	0,04	0,01	0,01	0,21	413,31
<i>M. madeirensis</i>	0,00	0,02	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02	0,18	362,02
<i>I. auristellae</i>	0,00	0,03	0,04	0,05	0,01	0,02	0,02	0,16	322,85
<i>V. erythocarpa</i>		0,03	0,03	0,03	0,04	0,01	0,02	0,15	303,12
<i>A. macrocarpon</i>	0,00	0,03	0,03	0,04	0,02	0,01	0,01	0,15	293,64
<i>B. alicastrum</i>		0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,06	0,14	269,34
<i>A. schultesii</i>	0,00	0,01	0,03	0,02	0,04	0,00	0,02	0,12	237,10
<i>V. klugii</i>	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,01	0,02	0,08	166,04

Continuación del anexo 4.

Especies	Volumen por clase diamétrica (m ³ /ha)							Vol, (m ³ /ha)	Vol, (m ³)
	40 A 49	50 A 59	60 A 69	70 A 79	80 A 89	90 A 99	100 a +		
<i>P. peruviana</i>		0,02	0,03	0,02	0,01	0,00		0,08	164,42
<i>C. inaequalis</i>	0,00	0,03	0,02	0,01	0,01	0,00		0,08	149,92
<i>L. triandra</i>	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00			0,04	88,50
<i>M. balsamum</i>	0,00	0,01	0,01	0,01		0,00	0,01	0,04	75,42
<i>S. cordifolia</i>		0,00	0,01	0,01				0,02	49,00
<i>S. mombin</i>		0,01	0,00	0,01				0,02	38,29
<i>P. laevis</i>		0,00	0,00		0,00			0,01	19,38
Total	0,22	3,57	6,08	6,01	4,61	2,82	5,47	28,77	56787,49
Total general	424,53	7037,89	12011,14	11856,50	9095,64	5562,28	10799,50		56787,49

Anexo 5. Biomasa seca total por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja

Especies	Biomasa por clase diamétrica (kg/ha)							100 A +	Biomasa (kg/ha)	Biomasa (kg)
	40	50	60	70	80	90				
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90	A 100				
<i>A. loretensis</i>		290,44	763,25	993,92	960,62	567,59	746,28	4322,10	8532076,50	
<i>P. caimito</i>	55,79	502,87	1016,46	796,53	531,43	277,30	353,89	3534,28	6976876,88	
<i>V. calophylla</i>	43,59	712,92	857,27	699,55	383,70	153,43	59,03	2909,49	5743500,61	
<i>E. bracteosa</i>	25,00	457,46	584,99	642,14	452,95	324,62	301,51	2788,68	5505014,22	
<i>O. amazonica</i>	7,11	202,52	413,60	513,08	472,99	329,97	715,18	2654,46	5240058,90	
<i>C. grandifolia</i>	26,10	342,50	665,59	593,76	394,67	241,73	266,83	2531,18	4996708,84	
<i>C. dolichopoda</i>	36,92	363,30	681,72	582,12	364,22	102,61	179,11	2310,00	4560068,75	
<i>H. nitidum</i>	1,69	146,43	421,88	444,10	394,58	205,05	582,05	2195,78	4334597,33	
<i>C. cateniformis</i>			58,92	141,85	185,33	246,41	1437,50	2070,02	4086341,71	
<i>B. rubescens</i>	1,40	89,50	256,83	396,35	439,27	276,10	506,86	1966,31	3881618,99	
<i>A. brasiliensis</i>	18,15	324,95	480,06	517,54	233,78	81,72	95,73	1751,93	3458417,97	
<i>O. platyspermum</i>	20,36	281,08	480,18	377,36	214,68	99,30	114,55	1587,51	3133846,38	
<i>B. macrophylla</i>	4,06	86,46	240,29	243,20	287,04	223,66	489,93	1574,64	3108437,28	
<i>A. decandra</i>	1,74	41,04	140,64	230,88	291,47	249,74	616,26	1571,76	3102750,16	
<i>B. parinarioides</i>	1,53	100,06	131,50	238,42	235,02	197,94	650,72	1555,19	3070039,61	
<i>C. glabrum</i>	3,99	95,85	204,92	267,06	229,00	221,65	404,69	1427,14	2817253,81	
<i>A. panurensis</i>	33,06	259,28	358,82	248,72	102,67	60,00	66,17	1128,72	2228152,14	
<i>P. panurensis</i>		158,70	299,72	314,18	147,47	131,99	51,83	1103,89	2179141,93	
<i>A. leiocarpa</i>		37,35	68,76	125,41	131,76	115,36	540,06	1018,70	2010980,92	
<i>P. nodulosum</i>	4,45	85,26	117,71	149,43	179,59	135,01	331,55	1003,00	1979988,41	
<i>H. oblongifolia</i>	3,56	205,16	335,00	189,39	95,75	39,93	27,78	896,59	1769918,36	
<i>O. glycyarpa</i>	22,69	194,78	250,48	171,60	53,86	28,53	19,90	741,84	1464431,07	
<i>P. effusa</i>		47,59	121,54	165,28	160,74	67,40	153,54	716,08	1413590,93	
<i>G. kunthiana</i>	5,64	68,18	127,23	112,54	105,38	66,54	80,39	565,90	1117117,42	

Continuación del anexo 5.

Especies	Biomasa por clase diamétrica (kg/ha)							100 A +	Biomasa (kg/ha)	Biomasa (kg)
	40	50	60	70	80	90				
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90	A 100				
<i>V. lomatophylla</i>	3,81	63,97	110,00	129,36	111,25	57,09	35,06	510,53	1007824,74	
<i>D. micrantha</i>		18,70	56,91	84,28	95,03	127,61	112,15	494,68	976534,60	
<i>S. amara</i>	3,19	93,47	142,83	110,06	70,59	29,59	16,76	466,49	920874,87	
<i>P. santalinoides</i>	7,68	133,85	163,12	111,26	17,56	13,46	7,82	454,75	897707,64	
<i>A. giganteum</i>	2,44	35,12	68,36	64,63	107,83	72,74	90,18	441,30	871158,26	
<i>T. paniculata</i>		66,07	120,12	91,37	77,48	12,99	27,68	395,71	781163,17	
<i>M. madeirensis</i>	3,55	33,64	105,74	104,33	62,56	31,67	39,79	381,27	752648,81	
<i>C. racemosa</i>		51,23	55,61	68,47	88,61	27,53	68,60	360,04	710739,78	
<i>C. lupuna</i>		14,27	77,35	84,56	78,94	37,73	46,47	339,32	669847,70	
<i>I. auristellae</i>	3,06	51,35	70,78	89,34	22,64	31,87	40,06	309,10	610188,04	
<i>V. erythocarpa</i>		48,22	58,25	51,44	80,34	15,35	36,62	290,21	572899,52	
<i>M. dolichopoda</i>	3,30	78,69	80,41	64,61	19,00	23,25	16,52	285,79	564166,99	
<i>C. pentandra</i>			5,44	3,19	7,87	4,98	254,95	276,42	545678,45	
<i>A. macrocarpon</i>	5,17	58,09	44,79	66,39	43,68	21,29	21,65	261,05	515333,71	
<i>B. alicastrum</i>		1,93	21,72	14,45	55,93	25,03	105,65	224,72	443603,69	
<i>A. schultesii</i>	1,85	25,25	48,85	35,80	62,24	6,98	29,81	210,79	416114,96	
<i>V. klugii</i>	4,49	14,79	27,40	20,78	37,83	13,21	29,11	147,61	291396,36	
<i>P. peruviana</i>		38,43	45,51	39,79	15,82	6,62		146,17	288551,56	
<i>C. inaequalis</i>	2,82	43,99	33,93	21,37	16,05	6,92		125,09	246925,71	
<i>L. triandra</i>	3,10	20,45	38,40	7,52	4,36			73,84	145760,71	
<i>M. balsamum</i>	1,58	9,46	26,33	17,96		7,19	9,70	72,21	142540,79	
<i>S. cordifolia</i>		2,17	16,18	25,21				43,56	85993,34	
<i>S. mombin</i>		13,73	7,72	12,07				33,52	66171,01	
<i>P. laevis</i>		8,01	3,25		4,91			16,17	31922,36	
Total	362,88	6018,54	10506,38	10472,66	8128,49	5016,67	9779,92	50285,54	99266675,87	
Total general	716337,81	11880967,28	20740220,01	20673659,03	16046127,81	9903213,19	19306150,74		99266675,87	

Anexo 6. Stock de carbono por especie y total del bosque de colina baja

Especies	Carbono almacenado por clase diamétrica (tC/ha)							Carbono almacenado (tC/ha)	Carbono almacenado (tC)
	40	50	60	70	80	90	100 a +		
	A 49	A 59	A 69	A 79	A 89	A 99			
A. lorentensis		0,15	0,38	0,50	0,48	0,28	0,37	2,16	4266,04
P. caimito	0,03	0,25	0,51	0,40	0,27	0,14	0,18	1,77	3488,44
V. calophylla	0,02	0,36	0,43	0,35	0,19	0,08	0,03	1,45	2871,75
E. bracteosa	0,01	0,23	0,29	0,32	0,23	0,16	0,15	1,39	2752,51
O. amazonica	0,00	0,10	0,21	0,26	0,24	0,16	0,36	1,33	2620,03
C. grandifolia	0,01	0,17	0,33	0,30	0,20	0,12	0,13	1,27	2498,35
C. dolichopoda	0,02	0,18	0,34	0,29	0,18	0,05	0,09	1,15	2280,03
H. nitidum	0,00	0,07	0,21	0,22	0,20	0,10	0,29	1,10	2167,30
C. cateniformis			0,03	0,07	0,09	0,12	0,72	1,04	2043,17
B. rubescens	0,00	0,04	0,13	0,20	0,22	0,14	0,25	0,98	1940,81
A. brasiliensis	0,01	0,16	0,24	0,26	0,12	0,04	0,05	0,88	1729,21
O. platyspermum	0,01	0,14	0,24	0,19	0,11	0,05	0,06	0,79	1566,92
B. macrophylla	0,00	0,04	0,12	0,12	0,14	0,11	0,24	0,79	1554,22
A. decandra	0,00	0,02	0,07	0,12	0,15	0,12	0,31	0,79	1551,38
B. parinarioides	0,00	0,05	0,07	0,12	0,12	0,10	0,33	0,78	1535,02
C. glabrum	0,00	0,05	0,10	0,13	0,11	0,11	0,20	0,71	1408,63
A. panurensis	0,02	0,13	0,18	0,12	0,05	0,03	0,03	0,56	1114,08
P. panurensis		0,08	0,15	0,16	0,07	0,07	0,03	0,55	1089,57
A. leiocarpa		0,02	0,03	0,06	0,07	0,06	0,27	0,51	1005,49
P. nodulosum	0,00	0,04	0,06	0,07	0,09	0,07	0,17	0,50	989,99
H. oblongifolia	0,00	0,10	0,17	0,09	0,05	0,02	0,01	0,45	884,96
O. glycyarpa	0,01	0,10	0,13	0,09	0,03	0,01	0,01	0,37	732,22
P. effusa		0,02	0,06	0,08	0,08	0,03	0,08	0,36	706,80
G. kunthiana	0,00	0,03	0,06	0,06	0,05	0,03	0,04	0,28	558,56
V. lomatophylla	0,00	0,03	0,05	0,06	0,06	0,03	0,02	0,26	503,91
D. micrantha		0,01	0,03	0,04	0,05	0,06	0,06	0,25	488,27
S. amara	0,00	0,05	0,07	0,06	0,04	0,01	0,01	0,23	460,44
P. santalinoides	0,00	0,07	0,08	0,06	0,01	0,01	0,00	0,23	448,85
A. giganteum	0,00	0,02	0,03	0,03	0,05	0,04	0,05	0,22	435,58
T. paniculata		0,03	0,06	0,05	0,04	0,01	0,01	0,20	390,58
M. madeirensis	0,00	0,02	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02	0,19	376,32
C. racemosa		0,03	0,03	0,03	0,04	0,01	0,03	0,18	355,37
C. lupuna		0,01	0,04	0,04	0,04	0,02	0,02	0,17	334,92
I. auristellae	0,00	0,03	0,04	0,04	0,01	0,02	0,02	0,15	305,09
V. erythocarpa		0,02	0,03	0,03	0,04	0,01	0,02	0,15	286,45
M. dolichopoda	0,00	0,04	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,14	282,08
C. pentandra			0,00	0,00	0,00	0,00	0,13	0,14	272,84
A. macrocarpon	0,00	0,03	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,13	257,67
B. alicastrum		0,00	0,01	0,01	0,03	0,01	0,05	0,11	221,80
A. schultesii	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03	0,00	0,01	0,11	208,06

Continuación del anexo 6.

Especies	Carbono almacenado por clase diamétrica (tC/ha)							Carbono almacenado (tC/ha)	Carbono almacenado (tC)
	40	50	60	70	80	90	100 a +		
	A 49	A 59	A 69	A 79	A 89	A 99			
V. klugii	0,00	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,07	145,70
P. peruviana		0,02	0,02	0,02	0,01	0,00		0,07	144,28
C. inaequalis	0,00	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00		0,06	123,46
L. triandra	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00			0,04	72,88
M. balsamum	0,00	0,00	0,01	0,01		0,00	0,00	0,04	71,27
S. cordifolia		0,00	0,01	0,01				0,02	43,00
S. mombin		0,01	0,00	0,01				0,02	33,09
P. laevis		0,00	0,00		0,00			0,01	15,96
Total	0,18	3,01	5,25	5,24	4,06	2,51	4,89	25,14	49633,34
Total general	358,17	5940,48	10370,11	10336,83	8023,06	4951,61	9653,08		49633,34

Anexo 7. Identificación botánica de las especies forestales



Centro de Investigación de
Recursos Naturales
Herbarium Amazonense - AMAZ

INSTITUCION CIENTIFICA NACIONAL DEPOSITARIA DE MATERIAL BIOLÓGICO
CODIGO DE AUTORTIZACION AUT-ICND-2017-005

CONSTANCIA

El Coordinador del Herbarium Amazonense (AMAZ) del CIRNA, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana

HACE CONSTAR:

Que, las muestras botánicas colectados en colina baja, presentado por **BERNARD BUSTIOS VENTURA**, bachiller de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería en Ecología de Bosques Tropicales, **Facultad de Ciencias Forestales**, de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, pertenecen a la tesis titulado: **BIOMASA Y STOCK DE CARBONO ALMACENADO EN LAS ESPECIES COMERCIALES DEL BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA PC 03 DE LA CONCESIÓN FORESTAL N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024, DISTRITO DE MAZÁN, LORETO, 2021**; han sido **DETERMINADAS** en este Centro de Investigación y Enseñanza, **Herbarium Amazonense-AMAZ**, del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la UNAP-CIRNA-UNAP, como se indica a continuación:

N°	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia
1	Aguanillo	<i>Otoba glyycarpa</i> (Ducke) W. A. Rodriguez & T. S. Jaram	Myristicaceae
2	Almendro	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae
3	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Fabaceae
4	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i> Kosterm.	Lauraceae
5	Azucar huayo	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	Fabaceae
6	Cachimbo	<i>Allantoma decandra</i> (Ducke) S.A.Mori, Ya Y.Huang & Prance	Lecythidaceae
7	Caimitillo	<i>Pouteria calmito</i> (Ruiz & Pav.) Radlk.	Sapotaceae
8	Canela moena	<i>Licania triandra</i> (Sw.) Kosterm	Lauraceae
9	Sacha casho	<i>Anacardium giganteum</i> W. Hancock ex Engl.	Anacardiaceae
10	Charapilla	<i>Vatairea erythrocarpa</i>	Fabaceae
11	Chimicua	<i>Pseudolmedia laevis</i> (Ruiz & Pav.) J. F. Macbr.	Moraceae
12	Chontaquiro	<i>Pterocarpus santalinoides</i> L'Hér. ex DC.	Fabaceae
13	Copal	<i>Protium nodulosum</i> Swart	Burseraceae
14	Cumala	<i>Virola calophylla</i> Warb	Myristicaceae
15	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae
16	Estoraque	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Fabaceae
17	Huacamayo caspi	<i>Simira cordifolia</i> (Hook. f.) Steyerem.	Rubiaceae
18	Huayruro	<i>Ormosia amazonica</i> Ducke	Fabaceae
19	Huimba	<i>Ceiba lupuna</i> P.E. Gibbs & Semir	Malvaceae
20	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae
21	Machimango	<i>Eschwellera bracteosa</i> (Poepp. ex Berg) Miers	Lecythidaceae

N°	Nombre Vulgar	Nombre Científico	Familia
22	Mari mari	<i>Hymenolobium nitidum</i> Benth	Fabaceae
23	Maria buena	<i>Poecilanthe effusa</i> (Huber) Ducke	Fabaceae
24	Marupa	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
25	Mashonaste	<i>Clarisia racemosa</i> Ruiz & Pav.	Moraceae
26	Moena	<i>Aniba panurensis</i> (Melsn.) Mez	Lauraceae
27	Naranja podrido	<i>Parahancornia peruviana</i> Monach.	Apocynaceae
28	Paliperro	<i>Vitex klugii</i> Moldenke	Violaceae
29	Palisangre	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Moraceae
30	Palta moena	<i>Caryodaphnopsis inaequalis</i> (A. C. Sm.) van der Werff & H. G. Richt.	Lauraceae
31	Panguana	<i>Brosimum parinarioides</i> Ducke	Moraceae
32	Parinari	<i>Couepia dolichopoda</i> Prance	Chrysobalanaceae
33	Pashaco	<i>Acacia lorentensis</i> J. F. Macbr.	Fabaceae
34	Pashaco colorado	<i>Parkia panurensis</i> Benth. ex H.C. Hopkins	Fabaceae
35	Quillobordon	<i>Aspidosperma schultesii</i> Woodson	Apocynaceae
36	Quillosa	<i>Vochysia lomatoxylla</i> Standl.	Vochysiaceae
37	Quillovara	<i>Caralpa grandifolia</i> Mart.	Clusiaceae
38	Quinilla	<i>Micropholis madeirensis</i> (Baehni) Aubrév.	Sapotaceae
39	Remo caspi	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart.	Apocynaceae
40	Requia	<i>Guarea kunthiana</i> A. Juss.	Meliaceae
41	Sapotillo	<i>Matisia dolichopoda</i> (Robyns) Cuatrec.	Malvaceae
42	Shihuahuaco	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Fabaceae
43	Shimbillo	<i>Inga auristellae</i> Harms	Fabaceae
44	Tamamuri	<i>Brosimum alicastrum</i> Sw.	Moraceae
45	Tangarana	<i>Tachigali paniculata</i> Aubl.	Fabaceae
46	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
47	Ubos	<i>Spondias mombin</i> L.	Anacardiaceae
48	Yacushapana	<i>Buchenavia macrophylla</i> Spruce ex Eichler	Combretaceae

Se expide la presente constancia al interesado, para los fines que estime conveniente.

Atentamente,

Iquitos, 06 de noviembre del 2021



Richard J. Huancanca Alastupa
 Coordinador Herbarium Amazonense

Anexo 8. Constancia de uso de base de datos



CONSTANCIA

Mediante el presente documento, el señor **SAMUEL ZENON LAZARO PAITAMPOMA**, Gerente General de **EMPRESA GAYA AMAZONICA SAC**, autoriza al Bachiller **BERNARD BUSTIOS VENTURA**, con DNI N° 72039527, utilizar para su trabajo de investigación los datos del Censo Forestal del Contrato N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2017-024, ubicado en el distrito de Mazán, Provincia de Maynas, Región Loreto, realizado en el año 2021.

Se expide el presente documento a solicitud del interesado, para los fines que estime conveniente.

Iquitos, 24 de setiembre del 2021


EMPRESA GAYA AMAZONICA SAC
SAMUEL ZENON LAZARO PAITAMPOMA
GERENTE COMERCIAL