



UNAP



**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL**

TESIS

**“ESTRUCTURA DIAMÉTRICA Y CARBONO ALMACENADO EN LAS
ESPECIES COMERCIALES DE UN BOSQUE DE COLINA BAJA DEL
DISTRITO DE INDIANA/LAS AMAZONAS, LORETO. 2020”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL**

PRESENTADO POR:

JUAN JOSÉ MIGUEL MURRIETA PINEDO

ASESOR:

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.

IQUITOS, PERÚ

2021



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 969-CTG-FCF-UNAP-2021

En Iquitos, al 01 día del mes de setiembre del 2021, a horas 07:00 am., se dio inicio a la sustentación virtual de la tesis titulada "ESTRUCTURA DIAMÉTRICA Y CARBONO ALMACENADO EN LAS ESPECIES COMERCIALES DE UN BOSQUE DE COLINA BAJA DEL DISTRITO DE INDIANA/LAS AMAZONAS, LORETO. 2020", aprobada con R.D. N° 0348-2020-FCF-UNAP, presentado por el bachiller JUAN JOSÉ MIGUEL MURRIETA PINEDO, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal, que otorga la Universidad de acuerdo a Ley y Estatuto.

El jurado calificador y dictaminador designado mediante R.D. N° 0160-2021-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. RICHER RIOS ZUMAETA, Dr.	PRESIDENTE
Ing. JORGE ELIAS ALVAN RUIZ, Dr.	MIEMBRO
Ing. DENILSON MARCELL DEL CASTILLO MOZOMBITE, M.SC.	MIEMBRO
Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.	ASESOR

Luego de haber escuchado con atención y formulado las preguntas necesarias, las cuales fueron respondidas: SATISFACTORIAMENTE

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

La sustentación virtual y la tesis han sido: APROBADA con la calificación BUENO

Estando el bachiller apto para obtener el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Siendo las 8:20 AM Se dio por terminado el acto ACADÉMICO

Ing. RICHER RIOS ZUMAETA, Dr.
Presidente

Ing. JORGE ELIAS ALVAN RUIZ, Dr.
Miembro

Ing. DENILSON MARCELL DEL CASTILLO MOZOMBITE, M.SC.
Miembro

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.
Asesor

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

**"Estructura diamétrica y carbono almacenado en las especies comerciales de un
bosque de colina baja del distrito de Indiana/Las Amazonas, Loreto. 2020"**

MIEMBROS DEL JURADO



Ing. Rícher Ríos Zumaeta, Dr.
Presidente
REGISTRO CIP N° 50411



Ing. Jorge Elías Alvar Ruiz, Dr.
Miembro
REGISTRO CIP N° 28387



Ing. Denilson Marcell Del Castillo Mozombite, M.Sc.
Miembro
REGISTRO CIP N° 172011



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

DEDICATORIA

A toda mi familia por el apoyo
brindado durante el tiempo que
duró mis estudios.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por la vida y la salud que me brinda durante mi vida profesional y social.

A los docentes de la Facultad de Ciencias Forestales, por haber contribuido en mi formación profesional.

Y a todas las personas que contribuyeron de una u otra manera con el término 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	x
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Bases teóricas	6
1.3. Definición de términos básicos	9

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	11
2.1. Formulación de la hipótesis	11
2.2. Variables y su operacionalización	11
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño	12
3.2. Diseño muestral	12
3.3. Procedimientos de recolección de datos	12
3.4. Procesamiento y análisis de los datos	13
3.4.1. Verificación y determinación de la composición florística	13
3.4.2. Determinar el número de árboles por clase diamétrica y por especie	13
3.4.3. Cálculos	13
) Cálculo de la biomasa seca aérea del bosque de colina baja	13
) Cálculo del volumen maderable comercial	14
) Cálculo de la biomasa seca radicular	14
) Cálculo de la biomasa total	14
) Cálculo del carbono almacenado	15

3.4.4. Relación entre la estructura diamétrica y el carbono almacenado en las especies comerciales en el bosque de colina baja	15
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	16
4.1. Composición florística del área de estudio	16
4.2. Estructura diamétrica	18
4.3. Volumen maderable	21
4.4. Biomasa	23
4.5. Carbono almacenado	26
4.6. Relación entre la estructura diamétrica y el carbono almacenado	29
4.6.1. Prueba de normalidad	29
4.6.2. Prueba de Rho de Spearman	30
CAPITULO V: DISCUSIÓN	31
5.1. Composición florística	31
5.2. Estructura diamétrica	32
5.3. Carbono almacenado	33
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	35
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	37

CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN 38

ANEXOS 42

Anexo 1. Mapa de ubicación del área de estudio

Anexo 2. Formato para la toma de datos del inventario forestal

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

Anexo 4. Constancia

ÍNDICE DE CUADROS

N°	Descripción	Pág.
1.	Relación de especies, géneros, familias y número de árboles del área de estudio	17
2.	Distribución del número de árboles por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado	20
3.	Volumen maderable por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado	22
4.	Biomasa por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado	25
5.	Carbono almacenado por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado	28
6.	Prueba de normalidad para los datos registrados en el bosque de colina baja	30
7.	Correlación entre las clases diamétricas y el carbono almacenado del bosque de colina baja	30
8.	Distribución del número de árboles por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado	46
9.	Volumen por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado	48
10.	Biomasa por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado	50
11.	Carbono almacenado por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado	52

ÍNDICE DE FIGURAS

N°	Descripción	Pág.
1.	Número de árboles por familia del bosque evaluado	18
2.	Número de árboles por especie del bosque evaluado	18
3.	Distribución del número de árboles por clase diamétrica y por especie	19
4.	Volumen maderable por especie y por hectárea del bosque evaluado	23
5.	Volumen maderable por clase diamétrica y por hectárea del bosque evaluado	23
6.	Biomasa por especie y por hectárea del bosque evaluado	26
7.	Biomasa por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado	26
8.	Carbono almacenado por especie y por hectárea del bosque evaluado	29
9.	Carbono almacenado por clase diamétrica y por hectárea del bosque evaluado	29

RESUMEN

Se evaluó la estructura diamétrica y el carbono almacenado en las especies comerciales de un bosque de colina baja del distrito de Indiana/Las Amazonas, Loreto, Perú. Se evaluó los datos del censo forestal de las especies comerciales del plan operativo (PO) 2 de la parcela de corta (PC) 3 del contrato de concesión forestal con fines maderables. Los resultados indican que la distribución del número de árboles por clase diamétrica es de 3,258 árboles/ha de un total de 6191 árboles. La especie *Otoba* sp (0,456 árboles/ha, 866 árboles) registra el mayor número de árboles; mientras que *P. grandifolium* (0,051 árboles/ha, 97 árboles) reporta el menor número de árboles. La clase diamétrica de 60 cm a 69 cm presenta el mayor número de árboles (0,971 árboles/ha, 1844 árboles) y la clase diamétrica de 140 cm a 149 cm (0,008 árboles/ha, 16 árboles) obtuvo el menor número de árboles. El carbono almacenado asciende a 49,76 tC/ha y 94 604,48 tC. *E. coriacea* reporta la mayor cantidad de carbono almacenado (5,58 tC/ha, 10 597,32 tC) y *Tachigali* sp (0,90 tC/ha y 1718,81 tC) muestra el menor valor de carbono almacenado. La clase diamétrica de 60 cm a 69 cm (10,267 tC/ha y 19 507,511 tC) reporta la mayor cantidad de carbono almacenado; mientras que la clase diamétrica de 130 cm a 139 cm (1,692 tC/ha y 3214,209 tC) obtuvo el menor valor de carbono almacenado.

Palabras claves: Estructura diamétrica, carbono almacenado, bosque, colina baja, Indiana/Las Amazonas.

ABSTRACT

The diameter structure and the carbon stored in the commercial species of a low-hill forest of the district of Indiana/Las Amazonas, Loreto, Peru were evaluated. The data from the forest census of the commercial species of the operational plan (PO) 2 of the cutting plot (PC) 3 of the forest concession contract for timber purposes was evaluated. The results indicate that the distribution of the number of trees per diameter class is 3,258 trees/ha out of a total of 6191 trees. *Otoba* sp. (0,456 trees/ha, 866 trees) registers the highest number of trees; while *P. grandifolium* (0,051 trees/ha, 97 trees) reports the lowest number of trees. The diameter class from 60 cm to 69 cm contains the highest number of trees (0,971 trees/ha, 1844 trees) and the diameter class from 140 cm to 149 cm (0,008 trees/ha, 16 trees) contains the lowest number of trees. The carbon stored amounts to 49,76 tC/ha and 94 604,48 tC. *E. coriacea* reports the highest amount of carbon stored (5,58 tC/ha, 10 597,32 tC) and *Tachigali* sp. (0,90 tC/ha and 1718,81 tC) shows the lowest value of carbon stored. The diameter class of 60 cm to 69 cm (10,267 tC/ha and 19 507,511 tC) reports the highest amount of stored carbon; while the diameter class from 130 cm to 139 cm (1,692 tC/ha and 3 214,209 tC) reports the lowest value of stored carbon.

Keywords: Diameter structure, carbon stored, forest, low hill, Indiana/Las Amazonas

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, el cambio climático es una de las preocupaciones más importantes que existe hoy en día, como consecuencia del calentamiento global, debido al incremento de concentraciones de vapores de efecto invernadero como es el dióxido de carbono (CO_2) en la atmósfera.

El carbono es uno de los elementos químicos más abundantes del planeta tierra y esta presente en todos los seres vivos. Es también un componente que se encuentra naturalmente en la atmósfera de la tierra. El carbono se encuentra en grandes cantidades en las hojas, ramas, tallos y raíces de los árboles. Además de estar compuesta de hasta 50% de agua, la biomasa de un árbol vivo contiene aproximadamente 25% de carbono. El 25% restante esta formado de otros elementos en diferentes cantidades incluyendo el Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y otros elementos en cantidades mínimas. Sin embargo, si toda el agua contenida en un árbol vivo fuera removida, la proporción de la restante biomasa seca que consista de carbono se incrementaría de 25 a 50% (Walker, 2011, p. 4).

El carbono se encuentra en los compuestos químicos de dióxido de carbono (CO_2) y metano (CH_4), dos gases de efecto invernadero que se encuentran naturalmente en la atmosfera pero que también son producidos en grandes cantidades por las actividades humanas, esto es por la quema de combustibles fósiles tales como el carbón y el petróleo. Los gases de efecto invernadero actúan como una manta sobre la tierra, atrapando el calor cerca de la superficie, manteniendo la temperatura del planeta lo suficientemente calida para sustentar la vida. Sin embargo, mientras la concentración de estos gases se incrementa en la atmósfera,

el grosor de esta manta también se incrementa, provocando que las temperaturas se eleven en todo del planeta. Demasiado calentamiento puede tener efectos dramáticos en el clima global, haciendo que algunas áreas del planeta se vuelvan no aptas para la existencia de plantas, animales y seres humanos (Walker, 2011, p. 4).

El escaso conocimiento sobre la estructura diamétrica y el carbono almacenado en las especies comerciales del bosque de colina baja, es un problema que se debe tener en cuenta ya que el análisis de la distribución de clases diamétricas para las diferentes especies arbóreas nos permitirá evaluar su distribución, conservación o bien el envejecimiento del bosque. Además, con la evaluación de la estructura diamétrica, se podrá generar información sobre el estado post aprovechamiento, la misma que permitirá formular alternativas de manejo, ya sea en aspectos de producción o conservación; asimismo, en nuestra región, 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.

En tal sentido, la presente investigación tiene por objetivo principal determinar la influencia de la estructura diamétrica en el carbono almacenado en las especies comerciales de un bosque de colina baja del distrito de Indiana/Las Amazonas, Loreto. 2020.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes

En 2019, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo de nivel básico y diseño estratificado que tuvo como población de estudio a todas las especies forestales con DAP > 10 cm en un área aproximada de 2107 ha. La investigación determinó que el bosque de terraza baja reporta 23 542,37 t de biomasa, donde cumala (3051,25 t) muestra la mayor cantidad de biomasa, seguida de pashaco (2649,96 t), machimango (1942,13 t), tornillo (1563,71 t), añuje rumo (1509,75 t), mari mari (1443,86 t), aguanillo (1377,03 t) y cumala llorona (1088,75 t); mientras que las especies con menor biomasa son shihuahuaco (116,92 t), lupuna (125,20 t), charapilla (127,94 t), chontaquiro (136,93 t), moena (143,89 t) y quillobara (146,48 t); por el contrario el bosque de terraza alta presenta 30 931,14 t de biomasa, donde el pashaco (4355,33 t) muestra la mayor cantidad de biomasa, seguida de machimango (2551,71 t), cumala (2366,69 t) y mari mari (2345,48 t) y las especies con menor biomasa muestran lupuna (45,55 t), shihuahuaco (164,21 t) y huimba (199,45 t) (Vásquez, 2019, pp. 32, 33).

En 2019, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo, cualitativo y cuantitativo a nivel de reconocimiento y diseño estratificado que tuvo como población de estudio a todas las especies forestales con DAP > 10 cm en un área aproximada de 1753,78 ha. La investigación determinó que el bosque de colina baja reporta una biomasa de 89 916,45 t, donde aguanillo contiene la mayor cantidad de biomasa de 7556,65 t, seguida de pashaco (6535,58 t), almendro (4932,30 t), cumala blanca (4797,88 t), palisangre (4762,21 t) y caimitillo (4757,48 t); mientras que las especies con menor biomasa presentan huamanzamana

(109,68 t), shiringa (221,29 t), estoraque (300,60 t), mashonaste (312,48 t), shihuahuaco (312,82 t) y chontaquiro (330,88 t). Además, indica que la clase diamétrica de 60 cm a 69 cm reporta el más alto valor de biomasa (21 255,51t), seguida de 90 a + (18 490,45 t), de 70 cm a 79 cm (17 923,98 t) y de 50 cm a 59 cm (17 187,83 t). Las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm y de 80 cm a 89 cm presentan menor valor de biomasa de 3678,62 t y 11 380,06 t respectivamente (Mori, 2019, p. 25).

En 2019, se desarrolló una investigación de tipo descriptivo, cualitativo y cuantitativo a nivel de reconocimiento y diseño estratificado que tuvo como población de estudio a todas las especies forestales con DAP > DMC en un área aproximada de 1340,64 ha. La investigación determinó que el bosque de terraza baja presenta una biomasa total de 23 542,37 t, donde cumala (3051,25 t) muestra la mayor cantidad de biomasa, seguida de pashaco (2649,96 t), machimango (1942,13 t), tornillo (1563,71 t), añuje rumo (1509,75 t), mari mari (1443,86 t), aguanillo (1377,03 t) y cumala llorona (1088,75 t); mientras que las especies con menor biomasa reportan shihuahuaco (116,92 t), lupuna (125,20 t), charapilla (127,94 t), chontaquiro (136,93 t), moena (143,89 t) y quillobara (146,48 t); por el contrario el bosque de terraza alta muestra una biomasa total de 30 931,14 t, donde pashaco (4355,33 t) obtuvo la mayor cantidad de biomasa, seguida de machimango (2551,71 t), cumala (2366,69 t) y mari mari (2345,48 t); asimismo, las especies con menor biomasa muestran lupuna (45,55 t), shihuahuaco (164,21 t) y huimba (199,45 t) (Vásquez, 2019, pp. 32, 33).

Los valores del stock de carbono del bosque de terraza baja muestra un total de 11 771,18 tC, donde cumala (1525,63 tC), reporta la mayor cantidad de stock de carbono, seguida de pashaco (1324,98 tC), machimango (971,06 tC) y aguanillo

(688,52 tC); mientras que las especies con menor stock de carbono lo constituyen shihuahuaco (58,46 tC), lupuna (62,60 tC), charapilla (63,97 tC), chontaquiro (68,46 tC) y moena (71,95 tC); mientras que el bosque de terraza alta presenta 15 465,57 tC, donde pahaco (2 177,66 tC), muestra la mayor cantidad de stock de carbono, seguida de machimango (1275,86 tC), cumala (1183,35 tC) y mari mari (1172,74 tC); mientras que las especies con menor stock de carbono reportan lupuna (22,78 tC), shihuahuaco (82,10 tC) y huimba (99,72 tC) (Vásquez, 2019, p. 40).

Los resultados indican un stock de carbono del bosque de terraza baja de 11 771,18 tC, donde cumala (1525,63 tC), muestra la mayor cantidad de stock de carbono, seguido de pashaco (1324,98 tC), machimango (971,06 tC) y aguanillo (688,52 tC); mientras que las especies con menor stock de carbono lo constituyen shihuahuaco (58,46 tC), lupuna (62,60 tC), charapilla (63,97 tC), chontaquiro (68,46 tC) y moena (71,95 tC). El bosque de terraza alta reporta un total de 15 465,57 tC, donde pahaco (2177,66 tC), obtuvo la mayor cantidad de stock de carbono, seguido de machimango (1275,86 tC), cumala (1183,35 tC) y mari mari (1172,74 tC); mientras que las especies con menor stock de carbono lo constituyen lupuna (22,78 tC), shihuahuaco (82,10 tC) y huimba (99,72 tC) (Vásquez, 2019, p. 40).

El stock de carbono del bosque de colina baja muestra un total de 44 958,22 tC, donde aguanillo contiene el mayor stock de carbono de 3778,33 tC, seguido de pashaco (3267,79 tC), almendro (2466,15 tC), cumala blanca (2398,94 tC) y palisangre (2381,11 tC); mientras que menor stock de carbono reportan huamanzamana (54,84 tC), shiringa (110,65 tC), estoraque (150,30 tC), mashonaste (156,24 tC), shihuahuaco (156,41 tC) y chontaquiro (165,44 tC). La clase diamétrica de 60 cm a 69 cm muestra el más alto valor de stock de carbono (10 627,76 tC), seguida de la clase diamétrica de 90 cm a más (9245,23 tC), la

clase diamétrica de 70 cm a 79 cm (8961,99 tC) y la clase diamétrica de 50 cm a 59 cm (8593,91 tC). Las clases diamétricas de 40 cm a 49 cm y de 80 cm a 89 cm presentan menor stock de carbono con 1839,31 tC y 5690,03 tC (Mori, 2019. p. 27).

1.2. Bases teóricas

La abundancia absoluta es el número total de individuos pertenecientes a una especie y la abundancia relativa es la proporción de cada especie en porcentaje del número total de árboles registrados en la parcela de estudio; mientras que la dominancia absoluta de una especie es la suma de las áreas basales individuales expresadas en m² y la dominancia relativa se calcula como la proporción del área basal de una especie en relación al área basal total en porcentaje (Lamprecht, 1990 citado por Moreno, 2015, p. 17); por el contrario la frecuencia expresa la presencia o ausencia de una especie en áreas de igual tamaño dentro de una comunidad (Lamprecht, 1962 citado por Moreno, p.18).

La distribución diamétrica regular, es decir mayor número de individuos en las clases inferiores, es la mayor garantía para la existencia y sobrevivencia de las especies; por el contrario, cuando ocurre una distribución diamétrica irregular, las especies tenderán a desaparecer con el tiempo (Lamprecht, 1962 citado por Alvarado, 2013, p. 17). Marmillod asegura que la distribución diamétrica depende marcadamente de la superficie de levantamiento (1982, citado por Alvarado, 2013, p. 17). La distribución diamétrica del bosque ofrece una idea de cómo están representados en el bosque las diferentes especies según clases diamétricas (Hidalgo, 1982, citado por Alvarado, 2013, p. 17).

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, logrando derivarse de ahí su cálculo (Almazán, 2013, p. 11).

La biomasa de los árboles puede estimarse también por un método distinto al empleo de modelos alométricos de biomasa. Generalmente, a través del 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 representa la cantidad total de carbono orgánico almacenado en las porciones aéreas y subterráneas del ecosistema. La porción aérea de la biomasa arbórea se puede dividir en 1) Biomasa aérea total: peso seco del material vegetal de los árboles, incluyendo fustes, corteza, ramas, hojas, semillas y flores, desde la superficie del suelo hasta la copa del árbol. 2) Biomasa fustal: biomasa que va desde la superficie del suelo donde empieza el tronco o fuste hasta la primera ramificación del árbol donde comienza la copa. 3) Biomasa foliar: biomasa desde el punto más alto de la copa o dosel hasta la primera ramificación, es decir, la diferencia entre biomasa aérea total y biomasa fustal (Dauber *et al.*, 2008, p. 1).

El ser vivo, necesita sustancias orgánicas para obtener energía para vivir. Estas sustancias, están compuestas de carbono. Durante la respiración, parte del carbono consumido, es eliminado hacia la atmósfera en forma de dióxido de carbono. El resto del carbono, pasa a formar parte de los organismos y sirve de alimento para otros organismos (Arévalo, 2015, pp. 20, 21).

El carbono está en constante circulación entre la materia muerta y vivas; las plantas fijan el carbono de la atmósfera y pasa a conformar su biomasa. Su tiempo de permanencia es menor cuanto menor es el depósito de carbono y cuanto mayor es el flujo de intercambio entre los distintos depósitos. Sin embargo, el tiempo de permanencia en flores, frutos, raicillas oscila entre menos de un año; alrededor de cincuenta años en la medera y hasta miles de años en el humus de los suelos (Montero, *et al.*, 2006, citado por Arévalo, 2015, p. 21).

El ciclo del carbono consiste en la fijación del carbono atmosférico por medio de la fotosíntesis de las plantas y su liberación por la respiración, se encuentra en constante circulación, las plantas fijan el carbono de la atmósfera y pasa a formar parte de su biomasa (Montero, Ruiz-Peinado y Muñoz, 2006 citado por Arévalo, 2015, p. 19).

No obstante, estos ciclos deben mantenerse en equilibrio para mantener las condiciones de vida como son las condiciones climáticas como respiratorias. El carbono se almacena principalmente en el aire, en forma de CO₂ y en el fondo de los océanos en forma de carbonatos, cuantitativamente el fondo de los océanos es el depósito más importante, pero si se considera la dinámica del depósito es más abundante es el aire (Gutierrez y Albánchez, 2010 citado por Arévalo, 2015, p. 19).

El dióxido de carbono, es el principal GEI generado por las actividades humanas, el cual representa el 75% total de las emisiones de GEI en el mundo. Sin embargo, el dióxido de carbono es importante para el proceso de respiración, se inhala oxígeno y expiramos dióxido de carbono, mientras que los árboles y las plantas absorben el CO₂ para producir oxígeno (Comisión de las Comunidades Europeas y Dirección General de Medio Ambiente, 2006, citado por Arévalo, 2015, p. 13).

El dióxido de carbono (CO₂) es el gas de mayor concentración en la atmósfera, es más móvil que el oxígeno, puede permanecer en la atmósfera durante poco tiempo entre horas y años, esto se debe a que se encuentra continuamente inhalado o exhalado. Además, contribuye a que el planeta tenga una temperatura habitable mientras se mantenga dentro de su rango (Arévalo, 2015, p. 17).

1.3. Definición de términos básicos

Biomasa: Elemento principal para determinar la cantidad de carbono almacenado en el bosque. La biomasa forestal permite elaborar previsiones sobre el ciclo mundial del carbono, que es un elemento de importancia en los estudios sobre el cambio climático (IPCC, 2007 citado por Acuña, 2018, p. 5).

Bosque de colina baja: Se desarrolla en el paisaje colinoso presentando ondulaciones en su configuración, presenta 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 almacenado: Es todo aquello que se encuentra almacenado en los componentes del bosque y los flujos son todos los procesos que afectan el stock (Honorio y Baker, 2009, p. 9).

Carbono: Elemento químico sólido y no metálico que se encuentra en todos los compuestos orgánicos y en algunos inorgánicos (Lino, 2009, p. 16).

Dioxido de carbono (CO₂): Gas incoloro, inodoro y con ligero sabor ácido. Formado por un átomo de carbono y dos de oxígeno (Lino, 2009, p. 16).

Especies: Conjunto de elementos semejantes entre sí por tener uno o varios caracteres comunes (Real Academia Española, 2010, p. 1).

Estructura diamétrica: Distribución de los individuos arbóreos en clases de diámetro o clases diamétricas, expresada como el número promedio de árboles por hectárea, por clase (Wabo, 1999, p. 1).

CAPÍTULO II. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. Formulación de la hipótesis

Hay relación significativa entre la estructura diamétrica y el carbono almacenado en las especies comerciales de un bosque de colina baja del distrito de Indiana/Las Amazonas, Loreto. 2020.

2.2. Variables y su operacionalización

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
Independiente - Estructura diamétrica	Distribución de los individuos arbóreos en clases de diámetro o clases diamétricas.	Cuantitativa	DAP	Nominal	Formato de registro de información dasométrica de los individuos arbóreos de las especies forestales.
Dependiente - Carbono almacenado	Elemento químico sólido y no metálico que se encuentra en todos los compuestos orgánicos y en algunos inorgánicos.	Cuantitativa	Toneladas de carbono	Nominal	Formato de registro de información de 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 del tipo descriptivo y cuantitativo, de nivel básico; basada en el registro de los datos dasométricos de todos los individuos arbóreos existentes en el bosque en estudio, al año 2020.

El estudio se realizó en el bosque de colina baja del plan operativo (PO) 2 de la parcela de corta (PC) 3 del contrato forestal con fines maderables N° 16-LOR-MAY/COM-MAD-2017-023, cuya superficie aproximada es de 1900 ha. Las coordenadas UTM que enmarcan al área de estudio son: V1 (9560613 N y 754560,25 E); V2 (9560613 N y 750760,25 E); V3 (9565613 N y 750760,25 E) y V4 (9565613 N y 754560,25 E). Políticamente, se ubica en la jurisdicción del distrito de Indiana/Las Amazonas, provincia de Maynas, Región Loreto (Ver Anexo 2).

3.2. Diseño muestral

La población de estudio estuvo conformada por todos los árboles de las especies comerciales aprovechables con DAP > DMC existentes en el bosque de colina baja del contrato de concesión forestal con fines maderables N° 16-LOR-MAY/COM-MAD-2017-023. La muestra fue igual a la población, considerando que se llevó a cabo un censo al 100%.

3.3. Procedimientos de recolección de datos

El estudio utilizó los datos de campo registrados a través de un censo forestal realizado el año 2020 en la PC 3 de la concesión antes mencionada, 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 procedimiento y el 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 2020. 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) en clases diamétricas de 10 cm por categorías. 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

) Biomasa seca aérea

Para el cálculo de la biomasa aérea en las especies forestales comerciales existentes en la concesión forestal 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).

) **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 mediante la siguiente fórmula (Chambi, 2001, p. 11):

$$A = 0,7854 * (D)^2$$

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**

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).

3.4.4. Relación entre la estructura diamétrica y el carbono almacenado en las especies comerciales en el bosque de colina baja

La normalidad de los datos se determinó mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y de Shapiro-Wilk, utilizando los datos del DAP y la altura comercial. El resultado indica que los datos no son normales por consiguiente se aplicó la prueba no paramétrica de Rho de Spearman (Rosas y Zuñiga, 2010, p.22).

$$r_s = 1 - \frac{6\sum d^2}{n(n^2 - 1)}$$

Donde:

r_s = Coeficiente de correlación por rangos de Spearman

d = Diferencia entre los rangos (X menos Y)

n = Número de datos

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Composición florística del bosque evaluado

En total se registraron 6191 árboles, comprendidos en 35 especies forestales comerciales y 15 familias botánicas. La familia Fabaceae contiene el mayor número de especies (10 especies), seguida de Lauraceae (4 especies), Moraceae (3 especies), Lecythidaceae, Malvaceae, Meliaceae y Myristicaceae (2 especies, respectivamente), Sapotaceae, Simaroubaceae, Vochysiaceae, Anacardiaceae, Apocynaceae, Burseraceae, Caryocaraceae y Combretaceae (1 especie cada una). La especie *Otoba* sp presenta el mayor número de árboles (866 árboles), seguido de *E. coriacea* (744 árboles), *V. calophylla* (632 árboles), *C. glabrum* (315 árboles), *P. igneiflora* (302 árboles), *B. guianensis* (276 árboles), *C. grandiflora* (266 árboles), *S. amara* (237 árboles) y *M. dolichopoda* (225 árboles); mientras que *C. guianensis* y *A. guianensis* (18 árboles cada una), *M. balsamum* (17 árboles) y *D. odorata* (7 árboles) (Cuadro 1).

En la figura 1 se observa que las familias Myristicaceae (1759 árboles), Fabaceae (1165 árboles) y Lecythidaceae (840 árboles) difieren con relación a las demás especies; mientras que Sapotaceae (60 árboles), Anacardiaceae (72 árboles) y Meliaceae (73 árboles) muestran el menor número de árboles.

La figura 2 muestra a la especie *Otoba* sp (866 individuos) con mayor número de árboles, seguida de *E. coriacea* (744 individuos), *V. calophylla* (632 individuos), *C. glabrum* (315 individuos) y *P. ignaiflora* (302 individuos). Las especies con menor número de árboles son *D. odorata* (7 individuos), *M. balsamum* (17 individuos), *A. guianensis* y *C. guianensis* ambos con 18 individuos cada uno.

Cuadro 1. Relación de especies, géneros, familias y número de árboles del área de estudio

N°	Especie		Familia	N° de árboles
	Nombre común	Nombre científico		
1	Aguanillo	<i>Otoba</i> sp	Myristicaceae	866
2	Almendro	<i>Caryocar glabrum</i>	Caryocaraceae	315
3	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Fabaceae	91
4	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae	18
5	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i>	Lauraceae	191
6	Azúcar huayo	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	Fabaceae	79
7	Cachimbo	<i>Cariniana decandra</i>	Lecythidaceae	96
8	Canela moena	<i>Licaria triandra</i>	Lauraceae	101
9	Casho	<i>Anacardium giganteum</i>	Anacardiaceae	72
10	Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	55
11	Copal	<i>Protium grandifolium</i>	Burseraceae	97
12	Cumala	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae	632
13	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	Myristicaceae	261
14	Estoraque	<i>Myroxylon balsamum</i>	Fabaceae	17
15	Huayruro	<i>Ormosia amazonica</i>	Fabaceae	134
16	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i>	Malvaceae	64
17	Machimango	<i>Eschweilera coriacea</i>	Lecythidaceae	744
18	Mari mari amarillo	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i>	Fabaceae	196
19	Mari mari negro	<i>Hymenolobium excelsum</i>	Fabaceae	80
20	Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	237
21	Mashonaste	<i>Clarisia biflora</i>	Moraceae	55
22	Moena	<i>Aniba panurensis</i>	Lauraceae	46
23	Moena amarilla	<i>Aniba guianensis</i>	Lauraceae	18
24	Palisangre	<i>Brosimum guianense</i>	Moraceae	276
25	Panguana	<i>Brosimum utile</i>	Moraceae	139
26	Pashaco colorado	<i>Parkia igneiflora</i>	Fabaceae	302
27	Quillosa	<i>Vochysia vismiifolia</i>	Vochysiaseae	102
28	Quillovara	<i>Caraipa grandifolia</i>	Apocynaceae	266
29	Quinilla	<i>Chrysophyllum prieurii</i>	Sapotaceae	60
30	Sapotillo	<i>Matisia dolichopoda</i>	Malvaceae	225
31	Shihuahuaco	<i>Dipteryx odorata</i>	Fabaceae	7
32	Tangarana	<i>Tachigali</i> sp	Fabaceae	117
33	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae	105
34	Violeta	<i>Peltogyne altissima</i>	Fabaceae	37
35	Yacushapana	<i>Buchenavia grandis</i>	Combretaceae	90
Total				6191

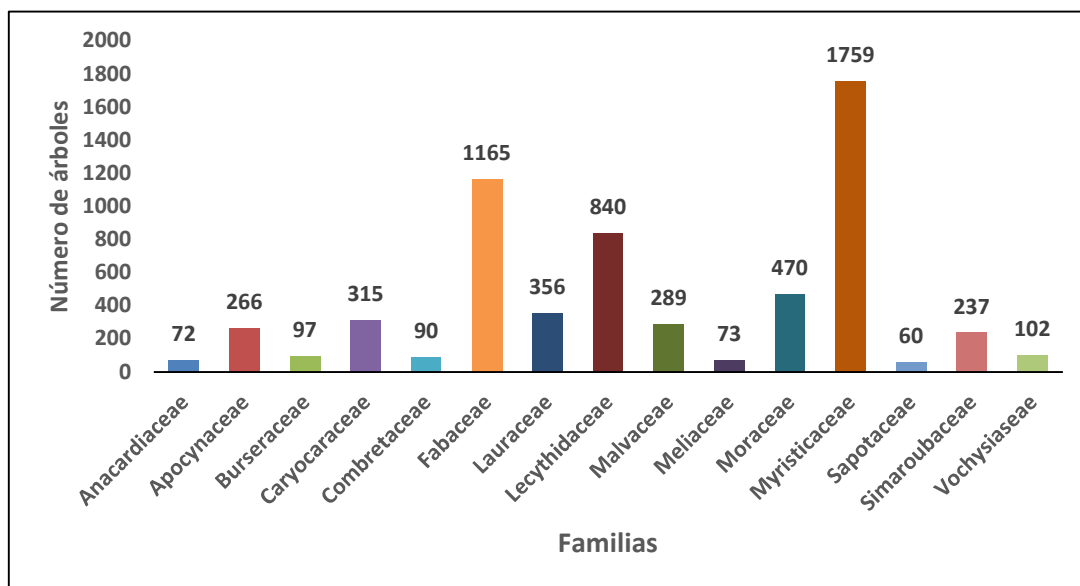


Figura 1. Número de árboles por familia del bosque evaluado

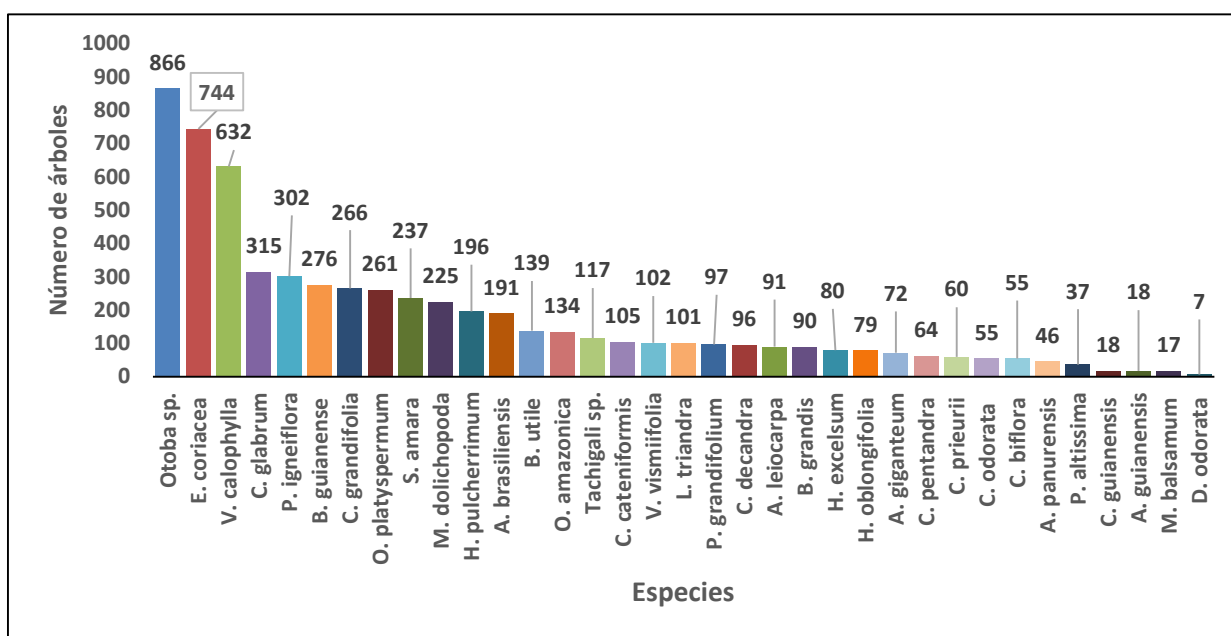


Figura 2. Número de árboles por especie del bosque evaluado

4.2. Estructura diamétrica

La distribución del número de árboles por clase diamétrica se presenta en el cuadro 2, donde se observa el registro de 3,258 árboles/ha de un total de 6191 árboles del bosque evaluado. Además, las especies *Otoba* sp (0,456 árboles/ha, 866 árboles), *E. coriacea* (0,392 árboles/ha, 744 árboles) y *V. calophylla* (0,333 árboles/ha, 632 árboles) muestran el mayor número de árboles; mientras que *V. vismiifolia* (0,054

árboles/ha, 102 árboles), *L. triandra* (0,053 árboles/ha, 101 árboles) y *P. grandifoliun* (0,051 árboles/ha, 97 árboles) reportan menor número de árboles.

La clase diamétrica de 60 cm a 69 cm muestra el mayor número de árboles (0,971 árboles/ha, 1844 árboles), seguida de las clases diamétricas de 50 cm a 59 cm (0,746 árboles/h, 1417 árboles) y 70 cm a 79 cm (0,647 árboles/ha, 1229 árboles). Las clases diamétricas de 140 cm a 149 cm (0,008 árboles/ha, 16 árboles), 150 cm a más (0,023 árboles/ha, 43 árboles) y 130 cm, 139 cm (0,029 árboles/ha, 56 árboles) presentan menor número de árboles.

En la figura 3 se observa que la clase diamétrica de 60 a 69 cm (0,971 árb/ha) muestra diferencia al ser constradado con las demás clases diamétricas.

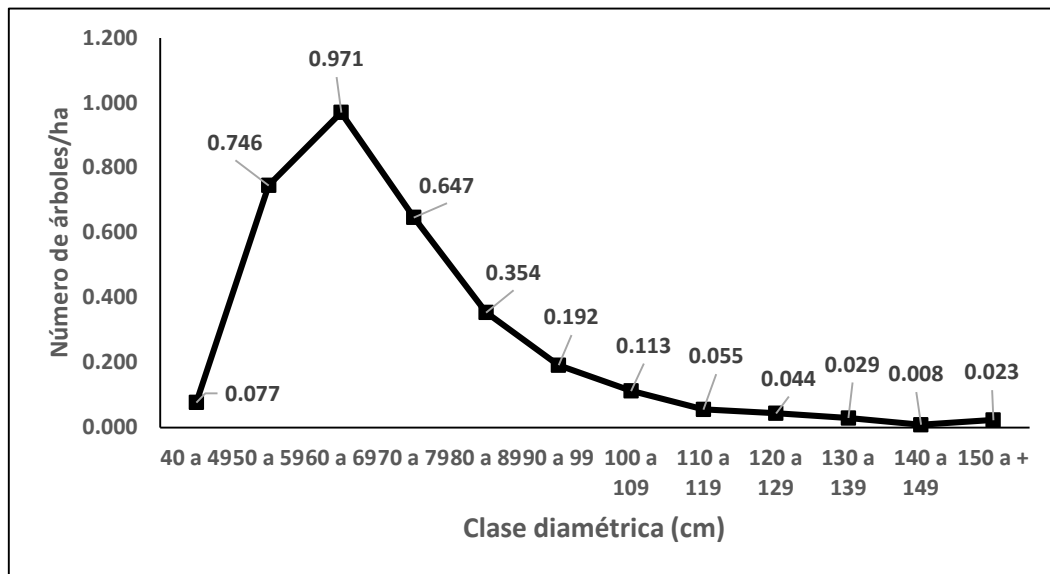


Figura 3. Distribución del número de árboles por clase diamétrica y por especie

Cuadro 2. Distribución del número de árboles por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado

Especies	Número de árboles por clase diamétrica (cm)											150 a +	Nro. de Árb/ha	Nro. de Árb.	
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140				
	a 49	a 59	a 69	a 79	a 89	a 99	a 109	a 119	a 129	a 139	a 149				
<i>Otoba sp</i>	0,023	0,165	0,151	0,075	0,030	0,008	0,003		0,001					0,456	866
<i>E. coriacea</i>	0,007	0,098	0,148	0,083	0,031	0,015	0,006	0,002	0,002	0,001	0,001			0,392	744
<i>V. calophylla</i>	0,015	0,101	0,094	0,066	0,034	0,013	0,005	0,004	0,001					0,333	632
<i>C. glabrum</i>	0,001	0,013	0,026	0,036	0,031	0,022	0,011	0,011	0,006	0,006	0,002	0,002	0,166	315	
<i>P. igneiflora</i>		0,019	0,052	0,037	0,021	0,016	0,008	0,005	0,001	0,001	0,001		0,159	302	
<i>B. guianense</i>	0,001	0,011	0,029	0,035	0,028	0,023	0,009	0,005	0,003	0,001			0,145	276	
<i>C. grandifolia</i>	0,002	0,027	0,049	0,030	0,016	0,008	0,006	0,001	0,001				0,140	266	
<i>O. platyspermum</i>	0,005	0,038	0,047	0,026	0,015	0,005			0,001				0,137	261	
<i>S. amara</i>	0,004	0,052	0,042	0,021	0,006	0,001							0,125	237	
<i>M. dolichopoda</i>	0,001	0,037	0,051	0,020	0,005	0,002	0,002						0,118	225	
<i>H. pulcherrimum</i>	0,001	0,013	0,032	0,024	0,015	0,010	0,005	0,001	0,003	0,001			0,103	196	
<i>A. brasiliensis</i>	0,003	0,027	0,033	0,021	0,009	0,005		0,002		0,001			0,101	191	
<i>B. utile</i>	0,001	0,005	0,015	0,011	0,012	0,011	0,008	0,005	0,003	0,001			0,073	139	
<i>O. amazonica</i>	0,001	0,016	0,017	0,016	0,009	0,004	0,002	0,001	0,002	0,001		0,001	0,071	134	
<i>Tachigali sp</i>		0,007	0,024	0,018	0,008	0,003	0,001						0,062	117	
<i>C. cateniformis</i>			0,003	0,006	0,005	0,005	0,010	0,007	0,006	0,005	0,003	0,006	0,055	105	
<i>V. vismiifolia</i>		0,012	0,017	0,007	0,007	0,002	0,004	0,001	0,001	0,002	0,001		0,054	102	
<i>L. triandra</i>	0,006	0,024	0,015	0,004	0,003	0,001	0,001						0,053	101	
<i>P. grandifolium</i>	0,001	0,004	0,009	0,013	0,009	0,005	0,004	0,003	0,002			0,001	0,051	97	
Sub total	0,069	0,670	0,853	0,550	0,294	0,158	0,086	0,046	0,033	0,018	0,006	0,009	2,793	5306	
Otras	0,007	0,076	0,117	0,097	0,060	0,034	0,026	0,009	0,011	0,012	0,003	0,014	0,466	885	
Total	0,077	0,746	0,971	0,647	0,354	0,192	0,113	0,055	0,044	0,029	0,008	0,023	3,258	6192	
Total general	146	1417	1844	1229	673	365	214	105	83	56	16	43		6191	

4.3. Volumen maderable

El volumen maderable por clase diamétrica y por especie de las 19 especies con mayor volumen maderable se presenta en el cuadro 3. Se puede afirmar que este bosque contiene un volumen de 15,29 m³/ha de un total de 29 042,15 m³. Además, *Otoba* sp (1,71 m³/ha, 3253,19 m³), *V. calophylla* (1,44 m³/ha, 2731,70 m³) y *E. coriacea* (1,43 m³/ha, 2725,65 m³) muestran los más altos valores de volumen; mientras que *C. decandra* (0,33 m³/ha, 627,43 m³), *O. amazónica* (0,32 m³/ha, 610,52 m³), *P. grandifolium* (0,30 m³/ha, 564,02 m³) y *A. leiocarpa* (0,29 m³/ha, 553,79 m³) reportan menor volumen.

La clase diamétrica de 60 cm a 69 cm muestra el más alto volumen aprovechable (3,207 m³/ha, 6093,245 m³), seguida de las clases diamétricas de 70 cm a 79 cm (2,899 m³/ha, 5508,404 m³) y 80 cm a 89 cm (2,097 m³/ha, 3983,461 m³). Las clases diamétricas de 140 cm a 149 cm, 130 cm a 139 cm, 120 cm a 129 cm y 110 cm a 119 cm presentan menor volumen comercial con 0,155 m³/ha, 0,500 m³/ha, 0,592 m³/ha y 0,598 m³/ha respectivamente.

El volumen maderable por especie y por hectárea se presenta en la figura 4, donde se muestra a *Otoba* sp con el mayor volumen maderable (1,71 m³/ha), seguida de *V. calophylla* (1,44 m³/ha) y *E. coriacea* (1,43 m³/ha); por el contrario en la figura 5 se observa que la clase diamétrica de 60 cm a 69 cm reporta el mayor volumen maderable (3,207 m³/ha), seguida de la clase de 70 cm a 79 cm (2,899 m³/ha) y la clase de 80 cm a 89 cm (2,097 m³/ha).

Cuadro 3. Volumen por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado

Especies	Volumen por clase diamétrica (m ³ /ha)											150 a +	Vol. (m ³ /ha)	Vol. total (m ³)
	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 a 89	90 a 99	100 a 109	110 a 119	120 a 129	130 a 139	140 a 149			
<i>Otoba</i> sp	0,041	0,425	0,556	0,374	0,200	0,071	0,035		0,010				1,71	3253,19
<i>V. calophylla</i>	0,027	0,261	0,346	0,336	0,237	0,112	0,059	0,044	0,015				1,44	2731,70
<i>E. coriacea</i>	0,012	0,220	0,450	0,357	0,172	0,107	0,055	0,017	0,028	0,009	0,007		1,43	2725,65
<i>C. pentandra</i>			0,002	0,009	0,004	0,022	0,018	0,033	0,050	0,112	0,049	0,623	0,92	1752,65
<i>C. glabrum</i>	0,001	0,026	0,070	0,139	0,148	0,134	0,082	0,095	0,081	0,086	0,024	0,032	0,92	1741,84
<i>B. guianense</i>	0,001	0,028	0,096	0,160	0,166	0,170	0,080	0,059	0,036	0,010			0,80	1528,58
<i>P. igneiflora</i>		0,043	0,164	0,149	0,111	0,112	0,069	0,046	0,015	0,011	0,009		0,73	1382,97
<i>C. cateniformis</i>			0,011	0,029	0,031	0,035	0,092	0,084	0,085	0,075	0,050	0,171	0,66	1260,54
<i>C. grandifolia</i>	0,004	0,064	0,149	0,125	0,098	0,065	0,058	0,007	0,015				0,58	1109,92
<i>H. pulcherrimum</i>	0,001	0,032	0,115	0,113	0,100	0,091	0,056	0,006	0,036	0,021			0,57	1083,51
<i>O. platyspermum</i>	0,008	0,093	0,164	0,128	0,089	0,036			0,008				0,53	999,12
<i>B. utile</i>	0,001	0,013	0,050	0,044	0,067	0,078	0,075	0,060	0,040	0,016			0,44	842,20
<i>S. amara</i>	0,007	0,124	0,134	0,091	0,040	0,003							0,40	759,53
<i>M. dolichopoda</i>	0,002	0,082	0,157	0,084	0,028	0,015	0,023						0,39	741,44
<i>A. brasiliensis</i>	0,005	0,059	0,100	0,086	0,053	0,035		0,021		0,019			0,38	721,40
<i>C. decandra</i>	0,003	0,002	0,031	0,054	0,064	0,048	0,057	0,006	0,036	0,028			0,33	627,43
<i>O. amazonica</i>	0,001	0,034	0,056	0,068	0,049	0,029	0,017	0,013	0,027	0,017		0,009	0,32	610,52
<i>P. grandifolium</i>	0,001	0,010	0,031	0,057	0,056	0,034	0,037	0,033	0,025			0,013	0,30	564,02
<i>A. leiocarpa</i>	0,002	0,009	0,023	0,054	0,056	0,030	0,038	0,011	0,014	0,039	0,009	0,007	0,29	553,79
Sub total	0,116	1,525	2,704	2,458	1,769	1,228	0,851	0,535	0,520	0,442	0,148	0,856	13,15	24990,00
Otras	0,016	0,257	0,503	0,441	0,328	0,205	0,182	0,063	0,073	0,058	0,007	0,000	2,13	4052,16
Total	0,133	1,782	3,207	2,899	2,097	1,433	1,033	0,598	0,592	0,500	0,155	0,856	15,29	29042,15
Total general	252,364	3386,593	6093,245	5508,404	3983,461	2723,297	1963,017	1136,239	1125,048	949,824	293,779	1626,881		29042,15

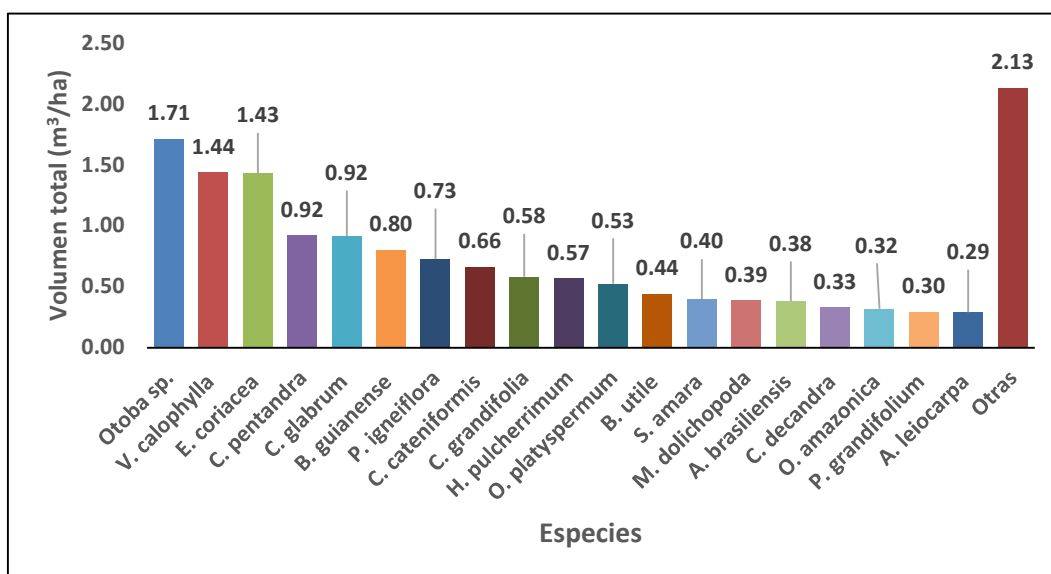


Figura 4. Volumen maderable por especie y por hectárea del bosque evaluado

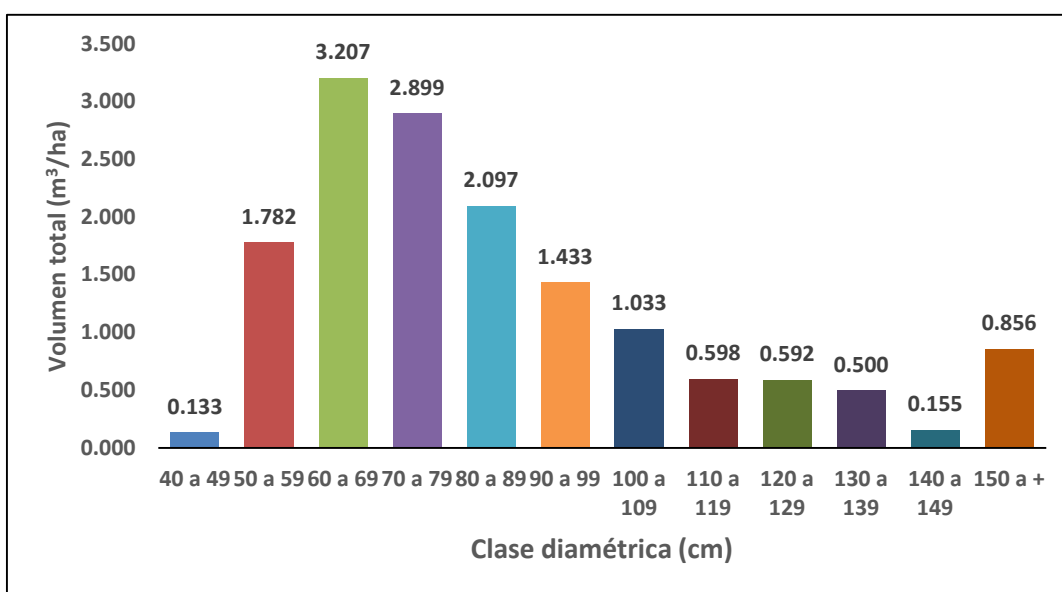


Figura 5. Volumen maderable por clase diamétrica y por hectárea del bosque evaluado

4.4. Biomasa

En el cuadro 4 se presenta la cantidad de biomasa por clase diamétrica y por especie de las 19 especies que muestran el mayor contenido de biomasa. Los resultados indican una biomasa de 24 895,92 kg/ha y 47 302 240,25 kg, donde *E. coriacea* reporta la mayor cantidad de biomasa (2788,77 kg/ha, 5 298 659,24 kg),

seguida de *Otoba* sp (2311,48 kg/ha, 4 391 804,78 kg) y *V. calophylla* (1940,95 kg/ha, 3 687 800,80 kg); mientras que las especies con menor biomasa son *B. grandis* (494,19 kg/ha, 938 958,94 kg), *M. dolichopoda* (463,59 kg/ha, 880 829,59 kg) y *Tachigali* sp (452,32 kg/ha y 859 406,30 kg).

Las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm (5133,56 kg/ha y 9 753 755,44 kg), de 70 cm a 79 cm (4749,30 kg/ha y 9 023 677,83 kg) y de 80 cm a 89 cm (3495 kg/ha y 6 640 502,15 kg) reportan los más altos valores de biomasa; mientras que las clases diamétricas de 140 cm a 149 cm (255,89 kg/ha y 486 193,40 kg) y de 130 cm a 139 cm (845,84 kg/ha y 1 607 104,52 kg) muestran los menores valores de biomasa.

La biomasa por especie y por hectárea se presenta en la figura 6, donde se observa que *E. coriacea* contiene la mayor biomasa (2788,77 kg/ha), seguida de *Otoba* sp (2311,48 kg/ha), *V. calophylla* (1940,95 kg/ha), *C. glabrum* (1732,67 kg/ha) y *P. igneiflora* (1375,69 kg/ha). Por el contrario, en la figura 7 se observa que la clase diamétrica de 60 cm a 69 cm presenta la mayor biomasa por hectárea (5133,56 kg/ha), seguida de la clase de 70 cm a 79 cm (4749,30 kg/ha) y la clase de 80 cm a 89 cm (3495 kg/ha).

Cuadro 4. Biomasa por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado

Especies	Biomasa por clase diamétrica (kg/ha)											Biomasa (Kg/ha)	Biomasa total (Kg)	
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140			
	a 49	a 59	a 69	a 79	a 89	a 99	a 109	a 119	a 129	a 139	a 149			
<i>E. coriacea</i>	22,80	426,76	875,42	694,40	334,60	207,52	106,80	33,66	55,03	17,91	13,89		2788,77	5298659,24
<i>Otoba</i> sp	55,78	573,96	750,85	504,66	269,61	95,67	47,89		13,06				2311,48	4391804,78
<i>V. calophylla</i>	36,73	352,62	467,47	453,41	319,93	151,54	79,57	59,12	20,56				1940,95	3687800,80
<i>C. glabrum</i>	1,76	49,33	132,16	262,37	279,29	253,66	154,08	178,75	152,18	162,68	45,97	60,44	1732,67	3292080,60
<i>P. igneiflora</i>		81,43	310,10	281,70	209,87	210,89	129,81	86,19	28,43	20,36	16,92		1375,69	2613807,91
<i>B. guianense</i>	1,27	45,38	157,48	264,32	273,15	279,80	131,59	97,30	58,85	15,89			1325,03	2517563,47
<i>C. cateniformis</i>			20,14	55,65	57,75	67,03	174,18	158,76	160,94	141,48	94,04	323,94	1253,91	2382429,01
<i>C. pentandra</i>			2,80	10,69	5,07	25,93	21,72	39,26	59,38	132,67	57,76	740,59	1095,87	2082145,96
<i>H. pulcherrimum</i>	1,52	60,21	217,98	213,27	188,18	172,45	106,01	10,45	67,44	40,30			1077,81	2047832,26
<i>C. grandifolia</i>	6,31	112,57	261,25	220,06	171,30	114,03	101,38	11,82	26,48				1025,21	1947906,03
<i>B. utile</i>	1,59	21,34	81,76	72,37	110,18	128,68	123,58	98,58	66,23	25,74			730,05	1387101,61
<i>O. platyspermum</i>	10,79	125,57	221,05	172,91	120,76	48,02			10,80				709,90	1348813,64
<i>C. decandra</i>	5,70	4,69	59,41	105,69	125,01	94,24	111,10	12,43	69,20	54,48			641,96	1219722,65
<i>A. brasiliensis</i>	8,11	97,98	165,28	141,85	87,37	58,45		35,21		31,09			625,34	1188151,93
<i>O. amazonica</i>	2,63	64,27	105,81	127,73	93,35	55,67	33,03	25,22	50,33	32,12		17,14	607,31	1153888,46
<i>A. leiocarpa</i>	3,39	17,57	42,74	102,25	105,95	56,58	72,76	20,14	25,54	73,32	16,92	13,71	550,88	1046667,86
<i>B. grandis</i>	1,85	8,65	61,77	85,45	87,22	55,41	77,83	49,30	66,70				494,19	938958,94
<i>M. dolichopoda</i>	2,08	97,16	186,33	100,08	33,30	17,81	26,83						463,59	880829,59
<i>Tachigali</i> sp		28,89	140,85	138,21	85,05	42,36	16,95						452,32	859406,30
Sub total	162,32	2168,38	4260,67	4007,09	2956,96	2135,72	1515,12	916,17	931,16	748,03	245,50	1155,81	21202,93	40285571,05
Otras	35,19	568,10	872,89	742,22	538,04	321,62	277,38	114,32	95,11	97,82	10,39	19,91	3692,98	7016669,20
Total	197,50	2736,48	5133,56	4749,30	3495,00	2457,34	1792,50	1030,50	1026,27	845,84	255,89	1175,72	24895,92	47302240,25
Total general	375259,39	5199314,01	9753755,44	9023677,83	6640502,15	4668953,09	3405750,58	1957941,75	1949916,22	1607104,52	486193,40	2233871,86		47302240,25

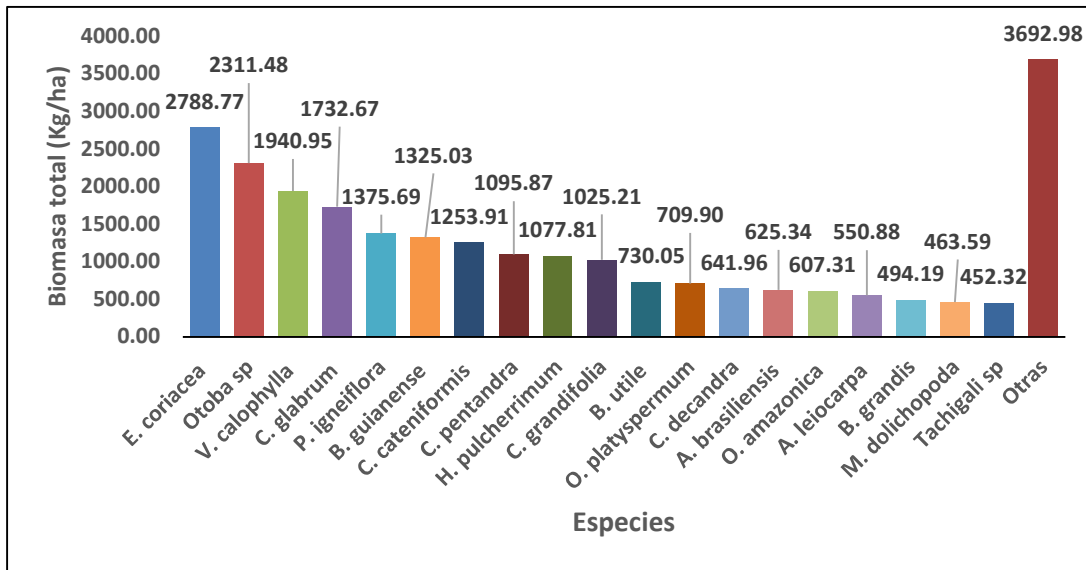


Figura 6. Biomasa por especie y por hectárea del bosque evaluado

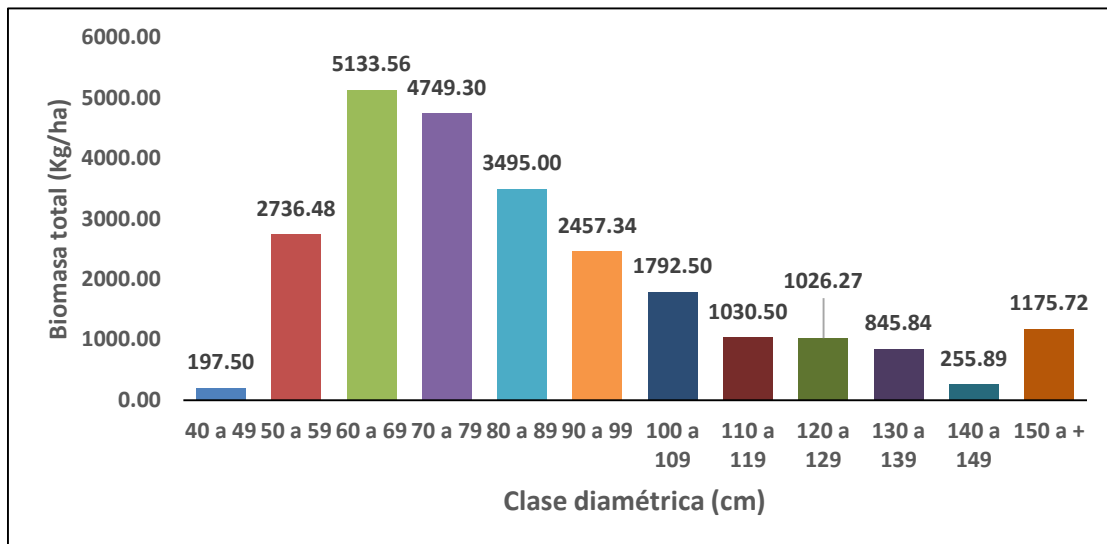


Figura 7. Biomasa por clase diamétrica y por hectárea del bosque evaluado

4.5. Carbono almacenado

En el cuadro 5 se muestra la cantidad de carbono almacenado por clase diamétrica y por especie de las 19 especies que reportan el mayor contenido de carbono almacenado. Los resultados indican que el carbono almacenado es de 49,76 tC/ha y 94 604,48 tC, donde *E. coriacea* reporta la mayor cantidad de carbono almacenado (5,58 tC/ha, 10 597,32 tC), seguida de *Otoba* sp (4,62 tC/ha, 8783,61 tC) y *V. calophylla* (3,88 tC/ha, 7375,60 tC); mientras que las especies con menor

carbono almacenado son *B. grandis* (0,99 tC/ha, 1877,92 tC), *M. dolichopoda* (0,93 tC/ha, 1761,66 tC) y *Tachigali* sp (0,90 tC/ha y 1718,81 tC).

Las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm (10,267 tC/ha y 19 507,511 tC), de 70 cm a 79 cm (9,499 tC/ha y 18 047,356 tC) y de 80 cm a 89 cm (6,990 tC/ha y 13 281,004 tC) reportan los más altos valores de carbono almacenado; mientras que las clases diamétricas de 140 cm a 149 cm (0,512 tC/ha y 972,387 tC) y de 130 cm a 139 cm (1,692 tC/ha y 3214,209 tC) obtuvieron los menores valores de carbono almacenado.

El carbono almacenado por especie y por hectárea se muestra en la figura 8, donde se observa que *E. coriacea* reporta el mayor valor de carbono almacenado (5,58 tC/ha), seguida de *Otoba* sp (4,62 tC/ha), *V. calophylla* (3,88 tC/ha), *C. glabrum* (3,47 tC/ha) y *P. igneiflora* (2,75 tC/ha); mientras que en la figura 9, se observa que la clase diamétrica de 60 cm a 69 cm presenta el mayor valor de carbono almacenado por hectárea (10,27 tC/ha), seguida de la clase de 70 cm a 79 cm (9,50 tC/ha) y la clase de 80 cm a 89 cm (6,99 tC/ha).

Cuadro 5. Carbono almacenado por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado

Especies	Carbono almacenado por clase diamétrica (tC/ha)												Carb. Alma. (tC/ha)	Carbono Alma. (tC)
	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150 a +		
	a 49	a 59	a 69	a 79	a 89	a 99	a 109	a 119	a 129	a 139	a 149			
<i>E. coriácea</i>	0,046	0,854	1,751	1,389	0,669	0,415	0,214	0,067	0,110	0,036	0,028		5,58	10597,32
<i>Otoba sp</i>	0,112	1,148	1,502	1,009	0,539	0,191	0,096		0,026				4,62	8783,61
<i>V. calophylla</i>	0,073	0,705	0,935	0,907	0,640	0,303	0,159	0,118	0,041				3,88	7375,60
<i>C. glabrum</i>	0,004	0,099	0,264	0,525	0,559	0,507	0,308	0,357	0,304	0,325	0,092	0,121	3,47	6584,16
<i>P. igneiflora</i>		0,163	0,620	0,563	0,420	0,422	0,260	0,172	0,057	0,041	0,034		2,75	5227,62
<i>B. guianense</i>	0,003	0,091	0,315	0,529	0,546	0,560	0,263	0,195	0,118	0,032			2,65	5035,13
<i>C. cateniformis</i>			0,040	0,111	0,116	0,134	0,348	0,318	0,322	0,283	0,188	0,648	2,51	4764,86
<i>C. pentandra</i>			0,006	0,021	0,010	0,052	0,043	0,079	0,119	0,265	0,116	1,481	2,19	4164,29
<i>H. pulcherrimum</i>	0,003	0,120	0,436	0,427	0,376	0,345	0,212	0,021	0,135	0,081			2,16	4095,66
<i>C. grandifolia</i>	0,013	0,225	0,523	0,440	0,343	0,228	0,203	0,024	0,053				2,05	3895,81
<i>B. utile</i>	0,003	0,043	0,164	0,145	0,220	0,257	0,247	0,197	0,132	0,051			1,46	2774,20
<i>O. platyspermum</i>	0,022	0,251	0,442	0,346	0,242	0,096			0,022				1,42	2697,63
<i>C. decandra</i>	0,011	0,009	0,119	0,211	0,250	0,188	0,222	0,025	0,138	0,109			1,28	2439,45
<i>A. brasiliensis</i>	0,016	0,196	0,331	0,284	0,175	0,117		0,070		0,062			1,25	2376,30
<i>O. amazonica</i>	0,005	0,129	0,212	0,255	0,187	0,111	0,066	0,050	0,101	0,064		0,034	1,21	2307,78
<i>A. leiocarpa</i>	0,007	0,035	0,085	0,205	0,212	0,113	0,146	0,040	0,051	0,147	0,034	0,027	1,10	2093,34
<i>B. grandis</i>	0,004	0,017	0,124	0,171	0,174	0,111	0,156	0,099	0,133				0,99	1877,92
<i>M. dolichopoda</i>	0,004	0,194	0,373	0,200	0,067	0,036	0,054						0,93	1761,66
<i>Tachigali sp</i>		0,058	0,282	0,276	0,170	0,085	0,034						0,90	1718,81
Sub total	0,325	4,337	8,521	8,014	5,914	4,271	3,030	1,832	1,862	1,496	0,491	2,312	42,406	80571,142
Otras	0,070	1,136	1,746	1,484	1,076	0,643	0,555	0,229	0,190	0,196	0,021	0,040	7,39	14033,34
Total	0,395	5,473	10,267	9,499	6,990	2,06 ,915	3,585	2,061	2,053	1,692	0,512	2,351	49,79	94604,48
Total general	750,519	10398,628	19507,511	18047,356	13281,004	9337,906	6811,501	3915,883	3899,832	3214,209	972,387	4467,744		94604,48

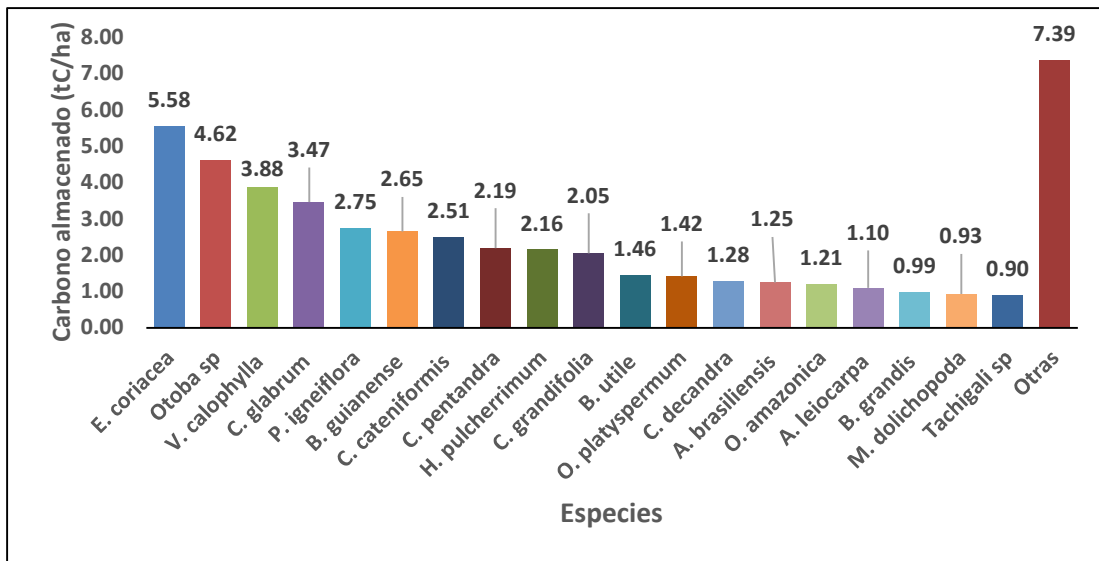


Figura 8. Carbono almacenado por especie y por hectárea del bosque evaluado

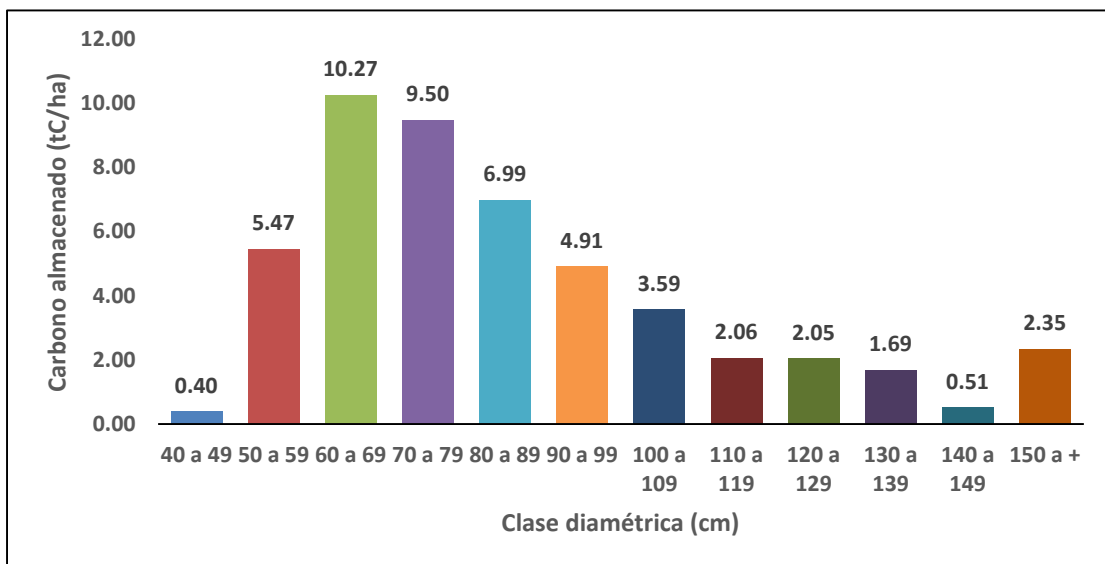


Figura 9. Carbono almacenado por clase diamétrica y por hectárea del bosque evaluado

4.6. Relación entre la estructura diamétrica y el carbono almacenado

4.6.1. Prueba de normalidad

En el cuadro 6 se presenta la prueba de normalidad de los datos del DAP y la altura comercial del bosque evaluado, donde se observa que el p-valor= 0,00 para el DAP y la altura comercial es menor que $\alpha = 0,05$, lo que indica que los datos no son

normales. Por tal motivo, para la correlación se utilizó la prueba no paramétrica de Rho de Spearman.

Cuadro 6. Prueba de normalidad para los datos registrados en el bosque de colina baja

	Kolmogorov-Smirnov ^a		
	Estadístico	gl	Sig.
DAP	0,147	6191	0,000
Altura comercial	0,094	6191	0,000

a. Corrección de la significación de Lilliefors

4.6.2. Prueba de Rho de Spearman

En el cuadro 7 se presenta el resultado de la prueba no paramétrica de Rho de Spearman, donde se observa que la correlación no es significativa para ambos casos porque el valor de Sig (0,217) es $> = 0,05$ de significancia. Además, se observa que el coeficiente de correlación es bajo ($r=-0,39$) para ambos casos, es decir para la estructura diamétrica y el carbono almacenado.

Cuadro 7. Correlación entre las clases diamétricas y el carbono almacenado del bosque de colina baja

		Correlaciones			
			Estructura diamétrica	Carbono almacenado	
Rho de Spearman	Estructura diamétrica	Coeficiente de correlación	1,000	-0,385	
		Sig. (bilateral)	.	0,217	
	Carbono almacenado	Coeficiente de correlación	-0,385	1,000	
		Sig. (bilateral)	0,217	.	
			N	12	12

CAPITULO V: DISCUSIÓN

5.1. Composición florística

En el cuadro 1 se muestra la relación de especies, familia y número de árboles por especie. Se observa una discrepancia del número de árboles por especie, donde *Otoba* sp de la familia Myristicaceae muestra el mayor valor con 866 árboles de un total de 6191 árboles que constituye el 13,99%; seguida de *E. coriaceae* (744 árboles), *V. calophylla* (632 individuos), *C. glabrum* (315 individuos) y *P. ignaiflora* (302 individuos) de las familias Lecythidaceae, Myristicaceae, Caryocaraceae y Fabaceae, que juntas representan el 32,19%; mientras que las especies *D. odorata* (7 individuos), *M. balsamum* (17 individuos), *A. guianensis* y *C. guianensis* ambos con 18 individuos cada uno de las familias Fabaceae, Lauraceae y Meliaceae son las que reportan el menor número de árboles. Reynafarje (2014, p. 31), reporta para los bosques de terraza baja, colina baja y colina alta en el distrito del Alto Nanay 9 familias con mayor número de géneros (n=51) y especies (n=19), donde la familia Fabaceae presenta la mayor cantidad de géneros (16), mientras que la familia Arecaceae muestra e mayor número de especies (7). Estas 9 familias representan el 90,48% del total de especies registradas. Alvarado (2013, p. 46), señala para los bosques de terraza baja, terraza media, colina baja y colina alta en el distrito del Napo 17 familias con mayor número de géneros (n=157) y especies (n=440), donde la familia Fabaceae es la más numerosa con 28 géneros y 86 especies, estas 17 familias representan el 75,21% del total de especies registradas. Esta discrepancia posiblemente se debe a las condiciones ambientales que podría ocurrir por actividades antrópicas o natural, tipo de suelo, adaptación de las especies en cada zona, entre otros.

5.2. Estructura diamétrica

En el cuadro 2 se muestra al número de árboles por clase diamétrica y por hectárea del bosque evaluado. Se observa que la mayor concentración de árboles se registra en las clases diamétricas inferiores de 50 cm a 59 cm (0,746 árboles/ha, 1417 árboles), 60 cm a 69 cm (0,971 árboles/ha, 1844 árboles) y 70 cm a 79 cm (0,647 árboles/ha, 1229 árboles), que juntas representan el 72,59% y 92,38% respectivamente; mientras que en las clases diamétricas superiores (≥ 80 cm) presentan escasos individuos, pero con árboles de gran tamaño con 0,818 árboles/ha (25,11%). Reynafarje (2014, p. 39), reporta para las 25 especies más importantes del mismo tipo de bosque 130 árboles/ha de un total de 158,44 árboles, donde las cinco especies con mayor número de árboles son: *Eschweilera* sp. “machimango” (22,22 árboles/ha), *Ocotea* sp. “moena” (10,67 árboles/ha), *Inga* sp. “shimbillo” (9,56 árboles/ha), *Pouteria* sp “caimitillo” (8,22 árboles/ha) y *Hevea brasiliensis* “shiringa” (7,67 árboles/ha). Por el contrario Moreno (2015, pp. 34, 35), afirma que distribución del número de árboles por clase diamétrica de las 25 especies con mayor número de árboles asciende a 329,14 árboles/ha de un total de 412,86 árboles/ha; además, señala que las cinco especies con mayor número de árboles son *Inga* sp “shimbillo” (39,43 árboles/ha), *Guatteria inundata* “bara” (26,86 árboles/ha), *Senefeldera inclinata* “colombiano caspi” (26,86 árboles/ha), *Eschweilera* sp “machimango” (22,29 árboles/ha) y *Eschweilera coriacea* “machimango blanco” (17,71 árboles/ha). Esta diferencia se podría referir al diámetro evaluado, a las condiciones de adaptación de las especies propias de cada zona, a las condiciones ambientales, al tipo de suelo, a las actividades antrópicas, entre otros. Este bosque se encuentra en un proceso de recuperación después de la intervención humana o natural (caída de árboles, derrumbes, entre

otros), debido a que la disminución del número de árboles no es continua y que en algún tiempo todas las especies estaban representadas por individuos que se podría incluir en todas las clases diamétricas.

5.3. Carbono almacenado

El carbono almacenado asciende a 49,79 tC/ha y 94 604,48 tC del bosque evaluado (Cuadro 5). La mayor cantidad de carbono almacenado registra *E. coriacea* (5,58 tC/ha, 10 597,32 tC), que representa el 11,21% y 11,20%, seguida de *Otoba* sp (4,62 tC/ha, 8783,61 tC) (9,29% y 9,28%) y *V. calophylla* (3,88 tC/ha, 7375,60 tC) (7,79% y 7,89%); mientras que las especies con menor carbobo almacenado son *B. grandis* (0,99 tC/ha, 1877,92 tC) (1,99% y 1,98%), *M. dolichopoda* (0,93 tC/ha, 1761,66 tC) (1,87% y 1,86%) y *Tachigali* sp (0,90 tC/ha y 1718,81 tC) (1,81% y 1,82%). Las clases diamétricas de 60 cm a 69 cm, de 70 cm a 79 cm y de 80 cm a 89 cm (6,990 tC/ha y 13 281,004 tC) reportan los más altos valores de carbono almacenado de 26,756 tC/ha y 50835,874 tC que representan el 53,74% repectivamente. Riofrio (2016, p. 39), indica que las 25 especies que obtuvieron los mayores valores de carbono almacenado del bosque de terraza baja con drenaje moderado asciende a 26,72 tC/ha que representa el 81,07% de un total de 32,96 tC/ha. Las cinco especies que registran mayor contenido de carbono almacenado son *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). Por el contrario Mori (2019, p. 33), presenta 44 958,22 tC almacenado para el bosque evaluado. Las especies que reportan mayor contenido de carbono almacenado son *Otoba* sp (3778,33 tC) (8,40%), *A. lorentensis* (3267,79 tC) (7,27%), *C. glabrum* (2466,15 tC) (5,48%), *V. mollissima* (2398,94 tC) (5,33%) y *B. guianense* (2381,11 tC) (5,30%),

que juntas suman 31,78%. *J. copaia* (54,84 tC) (0,12%), *H. brasiliensis* (110,65 tC) (0,25%), *M. balsamum* (150,30 tC) (0,33%), *C. biflora* (156,24 tC) (0,35%), *D. odorata* (156,41 tC) (0,35%) y *H. pulcherrimum* (165,44 tC) (0,37%), son las especies que registran menor carbono almacenado (1,77%). La diferencia que se observa cuando se contrasta los resultados, se podría atribuir al tipo de bosque y su ubicación, a la densidad de la madera, a la fórmula utilizada en la estimación de la biomasa y carbono almacenado, a las condiciones ambientales, a la calidad de sitio, a la edad del bosque, a la estimación de la altura y al diámetro mínimo utilizado en la estimación de los volúmenes comerciales, entre otros.

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

1. Se registró en total 6191 árboles, agrupados en 35 especies forestales comerciales y 15 familias botánicas. La familia Fabacea contiene el mayor número de especies (10 especies), seguida de Lauraceae (4 especies), Moraceae (3 especies), Lecythidaceae, Malvaceae, Meliaceae y Myristicaceae (2 especies, respectivamente), Sapotaceae, Simaroubaceae, Vochysiaceae, Anacardiaceae, Apocynaceae, Burseraceae, Caryocaraceae y Combretaceae (1 especie cada una). *Otoba* sp presenta el mayor número de árboles (866 árboles) y *D. odorata* (7 árboles) obtuvo el menor número de árboles.
2. La distribución del número de árboles por clase diamétrica muestra 3,258 árboles/ha. La especie *Otoba* sp (0,456 árboles/ha, 866 árboles) registra el mayor número de árboles; mientras que *P. grandifolium* (0,051 árboles/ha, 97 árboles) reporta el menor número de árboles.
3. La clase diamétrica de 60 cm a 69 cm presenta el mayor número de árboles (0,971 árboles/ha, 1844 árboles), mientras que la clase diamétrica de 140 cm a 149 cm (0,008 árboles/ha, 16 árboles) obtuvo el menor número de árboles.
4. Los resultados indican que el carbono almacenado asciende a 49,76 tC/ha y 94 604,48 tC. *E. coriacea* reporta la mayor cantidad de carbono almacenado (5,58 tC/ha, 10 597,32 tC) y *Tachigali* sp (0,90 tC/ha y 1718,81 tC) muestra el menor valor de carbono almacenado.
5. La clase diamétrica de 60 cm a 69 cm (10,267 tC/ha y 19 507,511 tC) reporta la mayor cantidad de carbono almacenado; mientras que la clase diamétrica de 130 cm a 139 cm (1,692 tC/ha y 3214,209 tC) obtuvo el menor valor de carbono almacenado.

6. Se rechaza la hipótesis en el sentido que no hay relación significativa entre la estructura diamétrica y el carbono almacenado en las especies comerciales del bosque de colina baja.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

1. Efectuar el manejo del bosque evaluado con las especies *E. coriacea*, *Otoba* sp y *V. calophylla* porque registran los valores más altos de biomasa y carbono almacenado.
2. Evaluar el bosque desde los 10 cm de DAP y completar el estudio con la cuantificación del secuestro de CO₂ y su valorización económica con el propósito de comercializarle en el mercado internacional de carbono.
3. Con la finalidad de evitar sesgos en el procesamiento de la información, la recolección de los datos de campo se debe realizar con personal capacitado en inventarios forestales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, N. F. 2018. Biomasa y carbono en plantaciones de *Acrocarpus fraxinifolius* wight et arn en edades diferentes Satipo. Tesis Ingeniero en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Centro. Satipo, Perú. 55 p.
- Almazán, J. A. 2013. Estimación de almacenamiento de carbono en el suelo de conservación del distrito federal mediante el uso de datos lidar aerotransportado. Tesis de Maestro en Geomática. Centro de Investigación en Geografía y Geomática "Ing. Jorge I. Tamayo", A. C. México. 106 p.
- Alvarado, J. 2013. Estructura horizontal y valoración económica de las especies de madera comercial de los bosques húmedos tropicales de terraza baja, terraza media, colina baja y colina alta, distrito del Napo. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos-Perú. 150 p.
- Álvarez, G. 2008. Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies nativas en plantaciones forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia. Tesis de *Magister Scientiae* en Manejo y Conservación de Recursos Naturales y Biodiversidad. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Catie. Turrialba, Costa Rica. 89 p.
- Arévalo, C. D. 2015. Medición de carbono del estrato arbóreo en un área del bosque natural Tinajillas-Limón Indanza. Tesis Ingeniero Ambiental. Universidad Politécnica Salesiana. Cuenca, Ecuador. 187 p.
- Chambi, P. P. 2001. Valoración económica de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la zona boscosa del río Inambari y Madre de Dios. IICFOE. Tacna, Perú. Disponible en: www.iicfoe.com.pe

- Dauber, E., Terán, J., Guzmán, R. 2008. Estimaciones de biomasa y carbono en bosque naturales de Bolivia. *Revista forestal iberoamericana*. 1(1):1-10.
- Higuchi, N., y carbalho, J. 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.
- Honorio, E. y baker, T. 2009. Memoria del Taller de análisis estadístico para apoyar el diseño de inventario de carbono. Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana - Universidad de Leeds. 12 p.
- Lino, K. A. 2009. Determinación del stock de biomasa y carbono en las sucesiones secundarias de bolaina en la cuenca media del río Aguaytía, Ucayali, Perú. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. Universidad Nacional de Ucayali. Iquitos, Perú. 82 p.
- Moreno, J. M. 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.
- Mori, C. E. 2019. Biomasa y stock de carbono en un bosque de colina baja del distrito de Indiana, Loreto. 2018. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 59 p.
- PROFONANPE. 2007. Inventarios Forestales, Componente temático para la mesozonificación ecológica y económica de las cuencas de los ríos Pastaza y Morona, Iquitos. Perú. 97 p.

- Quispe, W. 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.
- Real Academia Española. 2010. Ortografía de la lengua española. España: Espasa Calpe. 743 p.
- Reynafarje, C. A. 2014. Relación entre la estructura diamétrica y la abundancia, en tres tipos de bosque en el distrito del Alto Nanay, Loreto-Perú. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 98 p.
- Riofrio, G. R. G. 2016. Valoración económica del secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque en el distrito de Urarinas. Loreto, Perú. Tesis Ingeniero en Ecología de Bosques Tropicales. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la mazonía Peruana. Iquitos, Perú. 73 p.
- Rojas, F. 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.
- Rosas, A. y Zúñiga, J. 2010. Estadística descriptiva e inferencial I. Correlación y regresión lineal. México: Colegio de bachilleres. 50 p.
- Sabogal, C.; Carrera, F.; Colan, V.; Pokorny, B.; Lauman, B. 2004. Manual para la planificación y evaluación del Manejo Forestal Operacional en Bosques de la Amazonía Peruana". Fondebosque. Lima-Perú. 279 p.
- Vásquez, S. A. 2019. Valoración económica del secuestro de CO₂ en dos tipos de bosque del distrito de Mazan, Loreto. 2018. Tesis Ingeniero Forestal. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 126 p.

Wabo, E. 1999. Estructura y densidad. Curso de dasimetría. Guía de clases.
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad Nacional de la Plata.
Argentina. 11 p.

Walker, W. 2011. La estimación de biomasa y carbono forestal. Wood Hole
Research Center. Versión 1.0. USA. 72 p.

ANEXOS

Anexo 2. Formato para la toma de datos del inventario forestal

<i>Nº</i>	<i>COD.SP</i>	<i>Nº. FAJA</i>	<i>NOMBRE COMUN</i>	<i>DAP (cm)</i>	<i>HC (m)</i>	<i>CF (A,B,C)</i>	<i>COORDENADAS</i>		<i>OBSERVAXIONES</i>
							<i>ESTE</i>	<i>NORTE</i>	

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

Árbol No.	DAP (cm)	Altura (m)	DB (kg/m³)	Biomasa (kg)	Stock de C (tC)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

n					

Cuadro 8. Distribución del número de árboles por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado

Especies	Número de árboles por clase diamétrica (cm)											150 a +	Nro. de Árb./ha	Nro. de Árb.
	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 a 89	90 a 99	100 a 109	110 a 119	120 a 129	130 a 139	140 a 149			
<i>Otoba sp.</i>	0,023	0,165	0,151	0,075	0,030	0,008	0,003		0,001				0,456	866
<i>E. coriacea</i>	0,007	0,098	0,148	0,083	0,031	0,015	0,006	0,002	0,002	0,001	0,001		0,392	744
<i>V. calophylla</i>	0,015	0,101	0,094	0,066	0,034	0,013	0,005	0,004	0,001				0,333	632
<i>C. glabrum</i>	0,001	0,013	0,026	0,036	0,031	0,022	0,011	0,011	0,006	0,006	0,002	0,002	0,166	315
<i>P. igneiflora</i>		0,019	0,052	0,037	0,021	0,016	0,008	0,005	0,001	0,001	0,001		0,159	302
<i>B. guianense</i>	0,001	0,011	0,029	0,035	0,028	0,023	0,009	0,005	0,003	0,001			0,145	276
<i>C. grandifolia</i>	0,002	0,027	0,049	0,030	0,016	0,008	0,006	0,001	0,001				0,140	266
<i>O. platyspermum</i>	0,005	0,038	0,047	0,026	0,015	0,005			0,001				0,137	261
<i>S. amara</i>	0,004	0,052	0,042	0,021	0,006	0,001							0,125	237
<i>M. dolichopoda</i>	0,001	0,037	0,051	0,020	0,005	0,002	0,002						0,118	225
<i>H. pulcherrimum</i>	0,001	0,013	0,032	0,024	0,015	0,010	0,005	0,001	0,003	0,001			0,103	196
<i>A. brasiliensis</i>	0,003	0,027	0,033	0,021	0,009	0,005		0,002		0,001			0,101	191
<i>B. utile</i>	0,001	0,005	0,015	0,011	0,012	0,011	0,008	0,005	0,003	0,001			0,073	139
<i>O. amazonica</i>	0,001	0,016	0,017	0,016	0,009	0,004	0,002	0,001	0,002	0,001		0,001	0,071	134
<i>Tachigali sp</i>		0,007	0,024	0,018	0,008	0,003	0,001						0,062	117
<i>C. cateniformis</i>			0,003	0,006	0,005	0,005	0,010	0,007	0,006	0,005	0,003	0,006	0,055	105
<i>V. vismiifolia</i>		0,012	0,017	0,007	0,007	0,002	0,004	0,001	0,001	0,002	0,001		0,054	102
<i>L. triandra</i>	0,006	0,024	0,015	0,004	0,003	0,001	0,001						0,053	101
<i>P. grandifolium</i>	0,001	0,004	0,009	0,013	0,009	0,005	0,004	0,003	0,002			0,001	0,051	97
<i>C. decandra</i>	0,002	0,001	0,009	0,012	0,011	0,006	0,006	0,001	0,003	0,002			0,051	96
<i>A. leiocarpa</i>	0,001	0,004	0,007	0,012	0,010	0,004	0,004	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,048	91
<i>B. grandis</i>	0,001	0,002	0,011	0,011	0,008	0,004	0,005	0,003	0,003				0,047	90
<i>H. excelsum</i>		0,007	0,011	0,011	0,008	0,003	0,002			0,001			0,042	80
<i>H. oblongifolia</i>		0,017	0,016	0,006	0,002	0,001							0,042	79

Especies	Número de árboles por clase diamétrica (cm)											150 a +	Nro. de Árb./ha	Nro. de Árb.
	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 a 89	90 a 99	100 a 109	110 a 119	120 a 129	130 a 139	140 a 149			
<i>A. giganteum</i>		0,003	0,012	0,013	0,006	0,003	0,002			0,001			0,038	72
<i>C. pentandra</i>			0,001	0,002	0,001	0,003	0,002	0,003	0,003	0,006	0,002	0,013	0,034	64
<i>C. prieurii</i>	0,001	0,012	0,009	0,005	0,002	0,002	0,001	0,001					0,032	60
<i>C. odorata</i>			0,008	0,007	0,004	0,004	0,003	0,001	0,002	0,001			0,029	55
<i>C. biflora Ruiz</i>	0,001	0,012	0,008	0,005	0,003	0,001							0,029	55
<i>A. panurensis</i>		0,006	0,013	0,004	0,001								0,024	46
<i>P. altissima</i>	0,001	0,002	0,004	0,004	0,003	0,002	0,002	0,001		0,001			0,019	37
<i>A. guianensis</i>	0,002	0,002	0,004	0,002		0,001							0,009	18
<i>C. guianensis</i>	0,001	0,003	0,003	0,003	0,001								0,009	18
<i>M. balsamum</i>		0,006	0,002	0,001		0,001							0,009	17
<i>D. odorata</i>		0,001	0,001	0,001	0,002			0,001					0,004	7
Total	0,077	0,746	0,971	0,647	0,354	0,192	0,113	0,055	0,044	0,029	0,008	0,023	3,258	6191
Total general	146	1417	1844	1229	673	365	214	105	83	56	16	43		6191

Cuadro 9. Volumen por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado

Especies	Volumen por clase diamétrica (m³/ha)											150 a +	Total general	Total	
	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 a 89	90 a 99	100 a 109	110 a 119	120 a 129	130 a 139	140 a 149				
<i>Otoba</i> sp	0,041	0,425	0,556	0,374	0,200	0,071	0,035		0,010					1,71	3253,19
<i>V. calophylla</i>	0,027	0,261	0,346	0,336	0,237	0,112	0,059	0,044	0,015					1,44	2731,70
<i>E. coriacea</i>	0,012	0,220	0,450	0,357	0,172	0,107	0,055	0,017	0,028	0,009	0,007			1,43	2725,65
<i>C. pentandra</i>			0,002	0,009	0,004	0,022	0,018	0,033	0,050	0,112	0,049	0,623	0,92	1752,65	
<i>C. glabrum</i>	0,001	0,026	0,070	0,139	0,148	0,134	0,082	0,095	0,081	0,086	0,024	0,032	0,92	1741,84	
<i>B. guianense</i>	0,001	0,028	0,096	0,160	0,166	0,170	0,080	0,059	0,036	0,010			0,80	1528,58	
<i>P. igneiflora</i>		0,043	0,164	0,149	0,111	0,112	0,069	0,046	0,015	0,011	0,009		0,73	1382,97	
<i>C. cateniformis</i>			0,011	0,029	0,031	0,035	0,092	0,084	0,085	0,075	0,050	0,171	0,66	1260,54	
<i>C. grandifolia</i>	0,004	0,064	0,149	0,125	0,098	0,065	0,058	0,007	0,015				0,58	1109,92	
<i>H. pulcherrimum</i>	0,001	0,032	0,115	0,113	0,100	0,091	0,056	0,006	0,036	0,021			0,57	1083,51	
<i>O. platyspermum</i>	0,008	0,093	0,164	0,128	0,089	0,036			0,008				0,53	999,12	
<i>B. utile</i>	0,001	0,013	0,050	0,044	0,067	0,078	0,075	0,060	0,040	0,016			0,44	842,20	
<i>S. amara</i>	0,007	0,124	0,134	0,091	0,040	0,003							0,40	759,53	
<i>M. dolichopoda</i>	0,002	0,082	0,157	0,084	0,028	0,015	0,023						0,39	741,44	
<i>A. brasiliensis</i>	0,005	0,059	0,100	0,086	0,053	0,035		0,021		0,019			0,38	721,40	
<i>C. decandra</i>	0,003	0,002	0,031	0,054	0,064	0,048	0,057	0,006	0,036	0,028			0,33	627,43	
<i>O. amazonica</i>	0,001	0,034	0,056	0,068	0,049	0,029	0,017	0,013	0,027	0,017		0,009	0,32	610,52	
<i>P. grandifolium</i>	0,001	0,010	0,031	0,057	0,056	0,034	0,037	0,033	0,025			0,013	0,30	564,02	
<i>A. leiocarpa</i>	0,002	0,009	0,023	0,054	0,056	0,030	0,038	0,011	0,014	0,039	0,009	0,007	0,29	553,79	
<i>V. vismiifolia</i>		0,027	0,058	0,038	0,039	0,019	0,035	0,012	0,013	0,021	0,007		0,27	511,66	
<i>B. grandis</i>	0,001	0,005	0,033	0,045	0,046	0,029	0,041	0,026	0,035				0,26	496,80	
<i>Tachigali</i> sp		0,015	0,075	0,073	0,045	0,022	0,009						0,24	454,71	
<i>C. odorata</i>			0,028	0,029	0,025	0,032	0,032	0,008	0,024	0,008			0,19	353,07	
<i>A. giganteum</i>		0,006	0,035	0,051	0,027	0,020	0,015			0,007			0,16	304,58	

Especies	Volumen por clase diamétrica (m³/ha)											150 a +	Total general	Total	
	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 a 89	90 a 99	100 a 109	110 a 119	120 a 129	130 a 139	140 a 149				
<i>L. triandra</i>	0,009	0,048	0,044	0,017	0,020	0,004	0,007							0,15	282,97
<i>H. oblongifolia</i>		0,039	0,056	0,026	0,009	0,008								0,14	261,57
<i>P. altissima</i>	0,001	0,004	0,014	0,022	0,019	0,021	0,018	0,007		0,011				0,12	221,94
<i>C. prieurii</i>	0,001	0,030	0,025	0,023	0,011	0,012	0,008	0,005						0,12	218,93
<i>C. biflora</i>	0,002	0,025	0,028	0,019	0,017	0,003								0,09	177,47
<i>A. panurensis</i>		0,013	0,040	0,023	0,006									0,08	156,92
<i>C. guianensis</i>	0,001	0,006	0,010	0,011	0,004									0,03	58,79
<i>M. balsamum</i>		0,016	0,006	0,005		0,004								0,03	58,15
<i>A. guianensis</i>	0,002	0,003	0,011	0,006		0,008								0,03	57,77
<i>D. odorata</i>		0,001	0,002	0,002	0,008			0,006						0,02	35,69
Total	0,133	1,782	3,207	2,899	2,097	1,433	1,033	0,598	0,592	0,500	0,155	0,856	15,29	29042,15	
Total general	252,364	3386,593	6093,245	5508,404	3983,461	2723,297	1963,017	1136,239	1125,048	949,824	293,779	1626,881		29042,15	

Cuadro 10. Biomasa por clase diamétrica y por especie del bosque evaluado

Especies	Biomasa por clase diamétrica (m ³ /ha)												Biomasa (Kg/ha)	Biomasa total (Kg)
	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 a 89	90 a 99	100 a 109	110 a 119	120 a 129	130 a 139	140 a 149	150 a +		
<i>E. coriacea</i>	22,80	426,76	875,42	694,40	334,60	207,52	106,80	33,66	55,03	17,91	13,89		2788,77	5298659,24
<i>Otoba</i> sp	55,78	573,96	750,85	504,66	269,61	95,67	47,89		13,06				2311,48	4391804,78
<i>V. calophylla</i>	36,73	352,62	467,47	453,41	319,93	151,54	79,57	59,12	20,56				1940,95	3687800,80
<i>C. glabrum</i>	1,76	49,33	132,16	262,37	279,29	253,66	154,08	178,75	152,18	162,68	45,97	60,44	1732,67	3292080,60
<i>P. igneiflora</i>		81,43	310,10	281,70	209,87	210,89	129,81	86,19	28,43	20,36	16,92		1375,69	2613807,91
<i>B. guianense</i>	1,27	45,38	157,48	264,32	273,15	279,80	131,59	97,30	58,85	15,89			1325,03	2517563,47
<i>C. cateniformis</i>			20,14	55,65	57,75	67,03	174,18	158,76	160,94	141,48	94,04	323,94	1253,91	2382429,01
<i>C. pentandra</i>			2,80	10,69	5,07	25,93	21,72	39,26	59,38	132,67	57,76	740,59	1095,87	2082145,96
<i>H. pulcherrimum</i>	1,52	60,21	217,98	213,27	188,18	172,45	106,01	10,45	67,44	40,30			1077,81	2047832,26
<i>C. grandifolia</i>	6,31	112,57	261,25	220,06	171,30	114,03	101,38	11,82	26,48				1025,21	1947906,03
<i>B. utile</i>	1,59	21,34	81,76	72,37	110,18	128,68	123,58	98,58	66,23	25,74			730,05	1387101,61
<i>O. platyspermum</i>	10,79	125,57	221,05	172,91	120,76	48,02			10,80				709,90	1348813,64
<i>C. decandra</i>	5,70	4,69	59,41	105,69	125,01	94,24	111,10	12,43	69,20	54,48			641,96	1219722,65
<i>A. brasiliensis</i>	8,11	97,98	165,28	141,85	87,37	58,45		35,21		31,09			625,34	1188151,93
<i>O. amazonica</i>	2,63	64,27	105,81	127,73	93,35	55,67	33,03	25,22	50,33	32,12		17,14	607,31	1153888,46
<i>A. leiocarpa</i>	3,39	17,57	42,74	102,25	105,95	56,58	72,76	20,14	25,54	73,32	16,92	13,71	550,88	1046667,86
<i>B. grandis</i>	1,85	8,65	61,77	85,45	87,22	55,41	77,83	49,30	66,70				494,19	938958,94
<i>M. dolichopoda</i>	2,08	97,16	186,33	100,08	33,30	17,81	26,83						463,59	880829,59
<i>Tachigali</i> sp		28,89	140,85	138,21	85,05	42,36	16,95						452,32	859406,30
<i>P. grandifolium</i>	1,37	14,93	46,19	85,83	85,03	51,18	55,89	50,45	38,07			19,91	448,84	852792,57
<i>S. amara</i>	8,04	133,77	144,79	98,40	42,97	3,76							431,73	820289,91
<i>V. vismiifolia</i>		40,88	88,32	57,67	59,08	28,02	53,46	18,02	19,75	31,58	10,39		407,17	773631,81
<i>H. excelsum</i>		36,91	73,39	95,31	97,84	42,00	32,28			21,29			399,02	758142,20
	Biomasa por clase diamétrica (m ³ /ha)													

Especies	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 a 89	90 a 99	100 a 109	110 a 119	120 a 129	130 a 139	140 a 149	150 a +	Biomasa (Kg/ha)	Biomasa total (Kg)
<i>C. odorata</i>			42,32	44,96	37,72	49,10	49,13	12,88	37,29	12,58			285,99	543375,90
<i>A. giganteum</i>		9,57	61,13	87,68	47,25	34,12	25,49			11,77			277,01	526322,03
<i>H. oblongifolia</i>		74,36	105,45	48,32	17,38	14,68							260,19	494363,46
<i>L. triandra</i>	14,61	78,40	73,07	28,71	32,47	6,80	11,22						245,29	466044,91
<i>C. prieurii</i>	1,73	62,84	52,00	48,27	23,52	25,54	16,20	9,46					239,55	455151,47
<i>P. altissima</i>	1,46	8,49	26,63	41,71	35,62	40,27	33,71	12,29		20,60			220,77	419458,37
<i>C. biflora</i>	2,80	41,25	45,36	30,53	28,20	5,71							153,84	292298,34
<i>A. panurensis</i>		21,53	66,70	38,47	9,34								136,02	258446,40
<i>M. balsamum</i>		29,30	11,13	9,60		7,82							57,85	109911,12
<i>A. guianensis</i>	3,66	5,29	18,13	10,37		12,63							50,07	95141,43
<i>C. guianensis</i>	1,52	8,60	15,07	12,96	5,98								44,13	83853,27
<i>D. odorata</i>		1,98	3,21	3,42	15,66			11,22					35,50	67446,01
Total	197,50	2736,48	5133,56	4749,30	3495,00	2457,34	1792,50	1030,50	1026,27	845,84	255,89	1175,72	24895,92	47302240,25
Total general	375259,39	5199314,01	9753755,44	9023677,83	6640502,15	4668953,09	3405750,58	1957941,75	1949916,22	1607104,52	486193,40	2233871,86		47302240,25

Cuadro 11. Carbono almacenado por clase diamétrica y por especie del bosque evalaudo

Carbono almacenado por clase diamétrica (tC/ha)

Especies	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150 a +	Total	
	a 49	a 59	a 69	a 79	a 89	a 99	a 109	a 119	a 129	a 139	a 149			
<i>E. coriacea</i>	0,046	0,854	1,751	1,389	0,669	0,415	0,214	0,067	0,110	0,036	0,028		5,58	10597,32
<i>Otoba sp</i>	0,112	1,148	1,502	1,009	0,539	0,191	0,096		0,026				4,62	8783,61
<i>V. calophylla</i>	0,073	0,705	0,935	0,907	0,640	0,303	0,159	0,118	0,041				3,88	7375,60
<i>C. glabrum</i>	0,004	0,099	0,264	0,525	0,559	0,507	0,308	0,357	0,304	0,325	0,092	0,121	3,47	6584,16
<i>P. igneiflora</i>		0,163	0,620	0,563	0,420	0,422	0,260	0,172	0,057	0,041	0,034		2,75	5227,62
<i>B. guianense</i>	0,003	0,091	0,315	0,529	0,546	0,560	0,263	0,195	0,118	0,032			2,65	5035,13
<i>C. cateniformis</i>			0,040	0,111	0,116	0,134	0,348	0,318	0,322	0,283	0,188	0,648	2,51	4764,86
<i>C. pentandra</i>			0,006	0,021	0,010	0,052	0,043	0,079	0,119	0,265	0,116	1,481	2,19	4164,29
<i>H. pulcherrimum</i>	0,003	0,120	0,436	0,427	0,376	0,345	0,212	0,021	0,135	0,081			2,16	4095,66
<i>C. grandifolia</i>	0,013	0,225	0,523	0,440	0,343	0,228	0,203	0,024	0,053				2,05	3895,81
<i>B. utile</i>	0,003	0,043	0,164	0,145	0,220	0,257	0,247	0,197	0,132	0,051			1,46	2774,20
<i>O. platyspermum</i>	0,022	0,251	0,442	0,346	0,242	0,096			0,022				1,42	2697,63
<i>C. decandra</i>	0,011	0,009	0,119	0,211	0,250	0,188	0,222	0,025	0,138	0,109			1,28	2439,45
<i>A. brasiliensis</i>	0,016	0,196	0,331	0,284	0,175	0,117		0,070		0,062			1,25	2376,30
<i>O. amazonica</i>	0,005	0,129	0,212	0,255	0,187	0,111	0,066	0,050	0,101	0,064		0,034	1,21	2307,78
<i>A. leiocarpa</i>	0,007	0,035	0,085	0,205	0,212	0,113	0,146	0,040	0,051	0,147	0,034	0,027	1,10	2093,34
<i>B. grandis</i>	0,004	0,017	0,124	0,171	0,174	0,111	0,156	0,099	0,133				0,99	1877,92
<i>M. dolichopoda</i>	0,004	0,194	0,373	0,200	0,067	0,036	0,054						0,93	1761,66
<i>Tachigali sp</i>		0,058	0,282	0,276	0,170	0,085	0,034						0,90	1718,81
<i>P. grandifolium</i>	0,003	0,030	0,092	0,172	0,170	0,102	0,112	0,101	0,076			0,040	0,90	1705,59
<i>S. amara</i>	0,016	0,268	0,290	0,197	0,086	0,008							0,86	1640,58
<i>V. vismiifolia</i>		0,082	0,177	0,115	0,118	0,056	0,107	0,036	0,040	0,063	0,021		0,81	1547,26
<i>H. excelsum</i>		0,074	0,147	0,191	0,196	0,084	0,065			0,043			0,80	1516,28
<i>C. odorata</i>			0,085	0,090	0,075	0,098	0,098	0,026	0,075	0,025			0,57	1086,75

Carbono almacenado por clase diamétrica (tC/ha)

Especies	40 a 49	50 a 59	60 a 69	70 a 79	80 a 89	90 a 99	100 a 109	110 a 119	120 a 129	130 a 139	140 a 149	150 a +	Total
<i>A. giganteum</i>		0,019	0,122	0,175	0,094	0,068	0,051			0,024			0,55 1052,64
<i>H. oblongifolia</i>		0,149	0,211	0,097	0,035	0,029							0,52 988,73
<i>L. triandra</i>	0,029	0,157	0,146	0,057	0,065	0,014	0,022						0,49 932,09
<i>C. prieurii</i>	0,003	0,126	0,104	0,097	0,047	0,051	0,032	0,019					0,48 910,30
<i>P. altissima</i>	0,003	0,017	0,053	0,083	0,071	0,081	0,067	0,025		0,041			0,44 838,92
<i>C. biflora</i>	0,006	0,082	0,091	0,061	0,056	0,011							0,31 584,60
<i>A. panurensis</i>		0,043	0,133	0,077	0,019								0,27 516,89
<i>M. balsamum</i>		0,059	0,022	0,019		0,016							0,12 219,82
<i>A. guianensis</i>	0,007	0,011	0,036	0,021		0,025							0,10 190,28
<i>C. guianensis</i>	0,003	0,017	0,030	0,026	0,012								0,09 167,71
<i>D. odorata</i>		0,004	0,006	0,007	0,031			0,022					0,07 134,89
Total	0,395	5,473	10,267	9,499	6,990	4,915	3,585	2,061	2,053	1,692	0,512	2,351	49,79 94604,48
Total general	750,519	10398,628	19507,511	18047,356	13281,004	9337,906	6811,501	3915,883	3899,832	3214,209	972,387	4467,744	94604,48

Anexo 4. Constancia de la identificación de la composición florística



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 presentado por **JUAN JOSÉ MIGUEL MURRIETA PINEDO**, Bachiller de la Escuela de Formación Profesional de Ingeniería Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, pertenecen a la tesis titulada: **"ESTRUCTURA DIAMÉTRICA Y CARBONO ALMACENADO EN LAS ESPECIES COMERCIALES DE UN BOSQUE DE COLINA BAJA, DEL DISTRITO DE INDIANA/LAS AMAZONAS, LORETO. 2020"**; fue verificado y determinado en este Herbarium Amazonense (AMAZ), del Centro de Investigación de Recursos Naturales (CIRNA), de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), como a continuación se indica:

N°	Especie		Familia	N° de árboles
	Nombre común	Nombre científico		
1	Aguanillo	<i>Otoba</i> sp.	Myristicaceae	866
2	Almendro	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae	315
3	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	Fabaceae	91
4	Andiroba	<i>Carapa guianensis</i> Aubl.	Meliaceae	18
5	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i> Kosterm.	Lauraceae	191
6	Azúcar huayo	<i>Hymenaea oblongifolia</i> Huber	Fabaceae	79
7	Cachimbo	<i>Caniniana decandra</i> Ducke	Lecythidaceae	96
8	Canela moena	<i>Licaria triandra</i> (Sw.) Kosterm.	Lauraceae	101
9	Casho	<i>Anacardium giganteum</i> Hancock ex Engl.	Anacardiaceae	72
10	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	55
11	Copal	<i>Protium grandifolium</i> Engl.	Burseraceae	97
12	Cumala	<i>Virola calophylla</i> Warb.	Myristicaceae	632
13	Cumaia llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae	261
14	Estoraque	<i>Myroxylon balsamum</i> (L.) Harms	Fabaceae	17
15	Huayruro	<i>Ormosia amazónica</i> Ducke	Fabaceae	134
16	Lupuna	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Malvaceae	64
17	Machimango	<i>Eschweilera coriácea</i> (A. DC.) S. A. Mori	Lecythidaceae	744
18	Mari mari amarillo	<i>Hymenolobium pulcherrimum</i> Ducke	Fabaceae	196
19	Mari mari negro	<i>Hymenolobium excelsum</i> Ducke	Fabaceae	80
20	Marupa	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae	237
21	Mashonaste	<i>Clarisia biflora</i> Ruiz & Pav.	Moraceae	55
22	Moena	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae	46



Continúa...

Nº	Especie		Familia	Nº de árboles
	Nombre común	Nombre científico		
1	Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Meliaceae	3
2	Cumala	<i>Virola calophylla</i> Warb.	Myristicaceae	297
3	Cumala aguanillo	<i>Virola cuspidata</i> (Spruce ex Benth.) Warb.	Myristicaceae	8
4	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (A.DC.) Warb.	Myristicaceae	91
5	Marupa	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae	49
6	Moena	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae	23
7	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae	83
Total				554

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

Atentamente,

Iquitos, 09 de febrero, 202




Blgo. Richard J. Huaranca Acostupa M.Sc.
Coordinador de Herbarium AMAZ
CIRNA-UNAP

Anexo 4. Constancia



INVERSIONES LA OROZA S.R.L.

Lider en innovación y sostenibilidad en maderas

CONSTANCIA

Mediante el presente documento, el señor Luis ángel Ascencio Jurado, representante legal de la empresa INVERSIONES LA OROZA SRL, autoriza al Bachiller JUAN JOSE MIGUEL MURRIETA PINEDO, con DNI 41600243, de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal, utilizar para su Plan de Tesis los datos del Censo Forestal del Plan Operativo No 02-Parcela de corta 03 del Contrato Forestal N° 16-LOR-MAY/COM-MAD-2017-023, ubicado en el Distrito de Indiana – Las Amazonas, Provincia de Maynas, Región Loreto, realizado en el año 2020.

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

Iquitos 16 de noviembre del 2020

Atentamente,


INVERSIONES LA OROZA S.R.L.
LUIS ANGEL ASCENCIO JURADO
GERENTE GENERAL

Domicilio Fiscal:
Av. Abelardo Duñanes N° 2837
Telf.: (065)22-8834 - Cel.: 991083743
E-mail: laoroza@hotmail.com gerencia@laoroza.com
SAN JUAN BAUTISTA - LORETO - PERU

Sucursal:
Calle Bermúdez N° 557
Telf.: (065)22-3003 Cel.: 941008355
IQUITOS - LORETO - PERU