



**UNAP**



**FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**

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

**TROPICALES**

**TESIS**

**“ESTRUCTURA DIAMÉTRICA Y CARBONO ALMACENADO EN LAS  
ESPECIES COMERCIALES DE UN BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA  
CONCESIÓN FORESTAL N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-009 DEL DISTRITO  
DE MAZÁN, LORETO. 2021”**

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

**PRESENTADO POR:**

**CARLOS ENRIQUE ALVAN LINARES**

**ASESOR:**

**Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.**

**IQUITOS, PERÚ**

**2022**



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 063-CTG-FCF-UNAP-2022

En Iquitos, en la sala de conferencias de la Facultad de Ciencias Forestales, a los 12 días del mes de octubre del 2022, a horas 08:00 a.m., se dio inicio a la sustentación pública de la tesis: "ESTRUCTURA DIAMÉTRICA Y CARBONO ALMACENADO EN LAS ESPECIES COMERCIALES DE UN BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL N°16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-009 DEL DISTRITO DE MAZÁN, LORETO. 2021", aprobado con R.D. N° 0402-2021-FCF-UNAP, presentado por el bachiller CARLOS ENRIQUE ALVAN LINARES, 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° 0404-2022-FCF-UNAP, está integrado por:

Ing. Olguita Gronerth Escudero, Dra.	: Presidente
Ing. William Pinedo Cruz, Dr.	: Miembro
Ing. Lizardo Manuel Fachin Malaverri, 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 pública y la tesis han sido: APROBADAS con la calificación de BUENA

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

Siendo las 9:30 Se dio por terminado el acto ACADÉMICO

Ing. WILLIAM PINEDO CRUZ, Dr.  
Miembro

Ing. OLGUITA GRONERTH-ESCUDERO, Dra.  
Presidente

Ing. LIZARDO-MANUEL FACHIN MALAVERRI, M.Sc.  
Miembro

Ing. RONALD BURGA ALVARADO, Dr.  
Asesor

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

**TESIS**

"Estructura diamétrica y carbono almacenado en las especies comerciales de un  
bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-  
009 del distrito de Mazán, Loreto. 2021"

**MIEMBROS DEL JURADO**



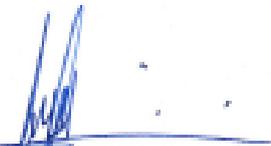
.....  
Ing. Olga Gronerth Escudero, Dra.  
Presidente

REGISTRO CIP N° 45894



.....  
Ing. William Pinedo Cruz, Dr.  
Miembro

REGISTRO CIP N° 19630



.....  
Ing. Lizardo Manuel Fachin Malaverri, M.Sc.  
Miembro

REGISTRO CIP N° 66065



.....  
Ing. Ronald Burga Alvarado, Dr.  
Asesor

REGISTRO CIP N° 45725



Nombre del usuario:  
**Universidad Nacional de la Amazonía Peruana**

ID de comprobación:  
**65664476**

Fecha de comprobación:  
**13.04.2022 15:50:37 -05**

Tipo de comprobación:  
**Doc vs Internet**

Fecha del informe:  
**13.04.2022 15:57:57 -05**

ID de Usuario:  
**Ocultado por Ajustes de Privacidad**

Nombre de archivo: **TESIS RESUMEN CARLOS ENRIQUE ALVAN LINARES**

Recuento de páginas: **35** Recuento de palabras: **8566** Recuento de caracteres: **51603** Tamaño de archivo: **259.42 KB** ID de archivo: **7686999**

## 20.7% de Coincidencias

La coincidencia más alta: 13.1% con la fuente de Internet (<https://repositorio.unapiguas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/>)

20.7% Fuentes de Internet 445

Página 37

No se llevó a cabo la búsqueda en la Biblioteca

## 38.6% de Citas

Citas 73

Página 38

No se han encontrado referencias

## 0% de Exclusiones

No hay exclusiones

## Modifind

Modificaciones del texto detectadas. Busque más detalles en el informe en línea.

Caracteres sustituidos 4

## DEDICATORIA

La presente tesis está dedicado a DIOS, ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, a mis padres, porque ellos siempre estuvieron a mi lado brindándome todo su apoyo y consejos para hacer de mí una mejor persona; a mi prima Clarisa Pezo por su apoyo y su confianza en los tiempos de la universidad, gracias a ellos pude seguir superándome y lograr el gran anhelado título profesional y a todos mis amigos, compañeros que de una y otra manera se involucraron en el desarrollo del proyecto.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), por haber aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera, así como también a los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y su apoyo para seguir adelante día a día.

De una manera muy especial agradezco a todos los que fueron mis compañeros de clase durante todos los niveles de la universidad ya que gracias al compañerismo, amistad y apoyo moral han aportado en un alto porcentaje a mis ganas de seguir adelante en mi carrera profesional.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Pág.</b>
PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
JURADO Y ASESOR	iii
RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL	vii
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	5
1.3. Definición de términos básicos	8
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. 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
3.4.4. Cálculo del carbono almacenado	15
3.4.5. Determinar si la estructura diamétrica está directamente relacionado con la biomasa y el carbono almacenado	15
3.5. Aspectos éticos	16
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	17
4.1. Composición florística del bosque de colina baja	17
4.2. Estructura diamétrica del bosque de colina baja	19
4.3. Volumen maderable comercial	21
4.4. Biomasa seca	22

4.5. Carbono almacenado	25
4.6. Correlación de la estructura diamétrica entre la biomasa y el carbono almacenado	26
4.7. Prueba de normalidad	26
CAPITULO V: DISCUSIÓN	29
5.1. Estructura diamétrica	29
5.2. Carbono almacenado del bosque de colina baja	30
CAPITULO VI: CONCLUSIONES	33
CAPITULO VII: RECOMENDACIONES	35
CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN	36
ANEXOS	41
Anexo 1. Mapa de ubicación del área de estudio	42
Anexo 2. Formato para la toma de datos del censo forestal	43
Anexo 3. Formato de datos para la estimación de la biomasa y carbono almacenado	44
Anexo 4. Identificación botánica de las especies forestales	45
Anexo 5. Constancia de uso de base de datos	47

---

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>N°</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Relación de especies, géneros, familias y número de árboles del bosque de colina baja	17
2.	Número de árboles por clase diamétrica (cm) y por especie del bosque de colina baja	20
3.	Volumen maderable por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja	22
4.	Biomasa seca por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja	24
5.	Carbono almacenado por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja	26
6.	Prueba de normalidad para los datos registrados en los bosques de colina baja	27
7.	Correlación entre la variable DAP y biomasa del bosque de colina baja	28
8.	Correlación entre la variable DAP y carbono almacenado del bosque de colina baja	28

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Nº</b>	<b>Descripción</b>	<b>Pág.</b>
1.	Número de individuos arbóreos por familia	18
2.	Número de árboles por especie forestal	18
3.	Distribución del número de árboles por clase diamétrica y por especie	19
4.	Volumen maderable comercial por clase diamétrica y por hectárea	21
5.	Biomasa seca por clase diamétrica del bosque de colina baja	23
6.	Carbono almacenado por clase diamétrica del bosque de colina baja	25
7.	Diagrama de caja para el DAP y altura comercial	27

## RESUMEN

Se cuantificó la estructura diamétrica y 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) 6 del contrato de concesión forestal 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-009 con fines maderables. La distribución del número de árboles por clase diamétrica reporta 3,39 árboles/ha (8120 árboles), donde las especies *R. cruegeri* (0,58 árboles/ha, 1396 árboles), *A. lorentensis* (0,58 árboles/ha, 1392 árboles) y *V. lomatophylla* (0,29 árboles/ha, 692 árboles) contienen el mayor número de árboles; mientras que *D. micrantha* (0,03 árboles/ha, 67 árboles) y *A. giganteum* (0,02 árboles/ha, 57 árboles) muestran menor número de árboles. El carbono almacenado asciende a 11,50 tC/ha (27 523,90 tC), donde las especies *A. lorentensis* (2,08 tC/ha, 4975,49 tC), *R. cruegeri* (1,72 tC/ha, 4111,98 tC), *B. macrophylla* (1,37 tC/ha, 3269,68 tC) y *V. lomatophylla* (0,88 tC/ha, 2117,31 tC); reportan mayor valor; mientras que *D. micrantha* (0,13 tC/ha, 315,54 tC), *A. giganteum* (0,12 tC/ha, 296,29 tC) y *O. glycyarpa* (0,08 tC/ha, 179,98 tC) presentan menor valor.

**Palabras claves:** Estructura diamétrica, carbono almacenado, bosque, colina baja, Mazán.

## ABSTRACT

The diametric structure 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 (PO) 1 of the felling plot (PC) 6 of the forest concession contract 16-LOR-MAY / CON-MAD-2019-009 for timber purposes was evaluated. The distribution of the number of trees by diameter class reports 3,39 trees/ha (8120 trees), where *R. cruegeri* (0.58 trees/ha, 1396 trees), *A. loretensis* (0,58 trees/ha, 1392 trees) and *V. lomatophylla* (0,29 trees/ha, 692 trees) contain the highest number of trees; while *D. micrantha* (0,03 trees/ha, 67 trees) and *A. giganteum* (0,02 trees/ha, 57 trees) contain the lowest number of trees. The carbon stored amounts to 11,50 tC/ha (27 523,90 tC), where *A. loretensis* (2,08 tC/ha, 4975,49 tC), *R. cruegeri* (1,72 tC/ha, 4111,98 tC), *B. macrophylla* (1,37 tC/ha, 3269,68 tC) and *V. lomatophylla* (0,88 tC/ha, 2117,31 tC), report higher values; while *D. micrantha* (0,13 tC/ha, 315,54 tC), *A. giganteum* (0,12 tC/ha, 296,29 tC) and *O. glycyarpa* (0,08 tC/ha, 179,98 tC) report lower values.

**Keywords:** Diameter structure, carbon stored, forest, low hill, Mazan.

## INTRODUCCIÓN

La Tierra está cubierta por una capa de gases de efecto invernadero (GEI) que deja entrar energía solar, la cual calienta la superficie de la tierra, algunos de estos GEI impiden el escape de este calor hacia el espacio. Este es un efecto natural que mantiene a la Tierra a una temperatura promedio arriba del nivel de congelación del agua que permite la vida tal como la conocemos. Pero las actividades humanas están produciendo un exceso de GEI (Principalmente dióxido de carbono, metano y óxido nítrico) que están potencialmente alterando el clima de la tierra, con un aumento de las temperaturas globales, promedios entre 0,3 y 0,6 °C (Márquez, 2000, como se citó en Connolly y Corea, 2007, p. 1).

El dióxido de carbono es el más importante de los GEIs, por la actividad humana, tanto en términos de su cantidad como de su potencial efecto sobre el calentamiento global. Este es producido cuando se usa combustible fósil para generar energía y cuando los bosques son deforestados y quemados (Un Environment Programme [UNEP], 2001, como se citó en Connolly y Corea, 2007, p. 1).

Los árboles dentro de los elementos que componen la estructura de un ecosistema forestal, son los más relevantes: las distintas especies que presentan diferentes características morfológicas dan lugar a diferentes estructuras (Rio, 2003 como se citó en García, 2014, p. 8). La estructura y composición de los bosques depende de la capacidad que tiene el ecosistema para regenerarse después de las alteraciones ocurridas, así como la mortalidad anual causada por la caída individual de los árboles (García, 2014, p. 8).

En el Perú, los bosques son afectados por el cambio de uso del suelo, por problemas ambientales, entre otros, constituyen una grave amenaza para su

conservación. Al año 2000, el 47,5% de emisiones de gases de efecto invernadero, causantes del cambio climático, se debieron a este factor (Ministerio del Ambiente de Perú [MINA] y Ministerio de Agricultura y Riego [MINAG], 2011, como se citó en García, 2014, p. 9).

Los bosques tropicales desempeñan un papel vital en el ciclo global del carbono. Los bosques tropicales, al cubrir un área extensa y ser ecosistemas extremadamente dinámicos, regulan la cantidad de dióxido de carbono en la atmósfera mediante la fijación del mismo y su reincorporación al ciclo normal. (Lapeyre y Arevalo, 2004, como se citó en García, 2014, p. 8).

El escaso conocimiento sobre la estructura diamétrica y carbono almacenado en los bosques de la Amazonía peruana, resulta importante estimar con el propósito de entender el papel que cumplen en el ciclo global de carbono.

Los bosques adquieren protagonismo mundial por su probable reconocimiento como sumideros en los sistemas contables de los ciclos de carbono. Sin embargo, es particularmente crítica la falta de información cuantitativa de biomasa y carbono almacenado en estos ecosistemas y particularmente en las poblaciones de árboles (Dauber *et al.*, 2008, p.1).

En tal sentido, la presente investigación tiene por objetivo principal determinar la estructura diamétrica y carbono almacenado en las especies comerciales de un bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-009 del distrito de Mazán, Loreto. 2021.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes

En 2014, en el distrito del Alto Nanay se desarrollo una investigación de tipo descriptivo, cualitativo, cuantitativo y correlacional a nivel de reconocimiento y diseño estratificado que concluyó como población de estudio a todas las especies forestales con  $\geq 10$  cm de DAP en un área aproximada de 430 151,84 ha. La investigación determinó registró 9 familias con mayor número de géneros ( $n=51$ ) y especies ( $n=19$ ), siendo la familia Fabaceae la que reporta la mayor cantidad de géneros (16), mientras que la familia Arecaceae es la más numerosa con respecto al número de especies (7). Estas 9 familias representan el 90,48% del total de especies registradas (Reynafarje, 2014, p. 31). La distribución del número de árboles por clase diamétrica de las 25 especies con mayor número de árboles del bosque de terraza baja suman 26,53 árboles/ha de un total de 93 árboles, donde las especies *Inga* sp. “shimbillo”, *Eschweilera* sp. “machimango”, *Hyeronima* sp. “purma caspi”, *Theobroma* sp. “cacahuillo” y *Tachigali* sp. “tangarana” muestran la mayor cantidad de árboles; mientras que el bosque de colina baja muestra 130,00 árboles/ha de un total de 158,44 árboles, donde *Eschweilera* sp. “machimango”, *Ocotea* sp. “moena”, *Inga* sp. “shimbillo”, *Pouteria* sp “caimitillo” y *Hevea brasiliensis* “shiringa” contienen en mayor número de árboles; por el contrario el bosque de colina alta reporta las 25 especies 44,67 árboles/ha de un total de 51,78 árboles, donde el mayor número de árboles obtuvieron *Eschweilera* sp. “machimango”, *Ocotea* sp. “moena”, *Tachigali* sp. “tangarana”, *Virola* sp. “cumala” y *Protium* sp. “copal” (Reynafarje, 2014, pp. 38-39).

En 2017, en el distrito de Urarinas, se desarrollo una investigación de tipo descriptivo a nivel de reconocimiento y diseño estratificado que concluyó como

población de estudio a todas las especies forestales con  $\geq 30$  cm de DAP en un área aproximada de 6828,90 ha. La investigación determinó que las 25 especies del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre con mayor biomasa es de 78,52 t/ha (80,43%) de un total de 97,62 t/ha. Las especies con mayor biomasa muestran *Otoba glycyarpa* “cumala aguanillo”, *Virola loretensis* “cumala blanca”, *Carapa guianensis* “andiroba”, *Virola pavonis* “cumala caupuri” y *Virola peruviana* “cumala blanca” con 23 950 kg/ha; mientras que el bosque de terraza baja con drenaje moderado reporta 53 650 kg/ha (81,07%) de un total de 66 180 kg/ha. Las especies con mayor biomasa verde presentan *Virola albidiflora* “cumala”, *Otoba parvifolia* “cumala aguanillo”, *Calophyllum brasiliense* “lagarto caspi”, *Ocotea longifolia* “moena” y *Pouteria hispida* “quinilla” de 15 970 kg/ha (Riofrio, 2017, pp. 36-37). Los resultados indican un stock de carbono del bosque de terraza baja con drenaje muy pobre de 39,10 tC/ha (80,42%) de un total de 48,62 tC/ha. Las especies con mayor contenido de carbono muestran *Otoba glycyarpa* “cumala aguanillo”, *Virola loretensis* “cumala blanca”, *Carapa guianensis* “andiroba”, *Virola pavonis* “cumala caupuri” y *Virola peruviana* “cumala blanca” de 11,94 tC/ha; por el contrario el bosque de terraza baja con drenaje moderado registró 26,72 tC/ha (81,07%) de un total de 32,96 tC/ha. Las especies con mayor contenido de carbono son *Virola albidiflora* “cumala”, *Otoba parvifolia* “cumala aguanillo”, *Calophyllum brasiliense* “lagarto caspi”, *Ocotea longifolia* “moena” y *Pouteria hispida* “quinilla” de 7,94 tC/ha (Riofrio, 2017, pp. 38-39).

En 2019, en el distrito de Mazán se desarrollo una investigación de tipo descriptivo, cuantitativo, cualitativo de nivel básico que concluyó como población de estudio a todas las especies forestales con DAP  $\geq$  DMC en un área aproximada de 1340,64 ha para el bosque de terraza baja y 766,36 ha para el bosque de terraza alta. La

investigación determinó que el bosque de terraza baja presenta una biomasa de 23 542,370 kg que incluye a las especies forestales comerciales aprovechables y semilleros; además, afirma que la especie cumala (3 051,250 kg) reporta el mayor valor, seguido de pashaco, machimango, tornillo, añuje rumo, mari mari, aguanillo y cumala llorona que juntas suman 11 575,190 kg; mientras que la biomasa total y por especie estimada del bosque de terraza alta reporta 30 931,140 kg, donde el pashaco (4 355,330 kg) muestra la mayor cantidad de biomasa, seguido de machimango, cumala y mari mari con 7 263,88 kg (Vásquez, 2019, p. 32). Los resultados indican que el stock de carbono para el bosque de terraza baja es de 11 771,18 tC, donde cumala (1 525,63 tC), muestra la mayor cantidad, seguido de pashaco (1 324,98 tC), machimango (971,06 tC) y aguanillo (688,52 tC); mientras que las especies con menor valor contienen shihuahuaco (58,46 tC), lupuna (62,60 tC), charapilla (63,97 tC), chontaquiro (68,46 tC) y moena (71,95 tC); por el contrario el bosque de terraza alta reporta 15 465,57 tC, donde pahaco (2 177,66 tC), muestra la mayor cantidad, seguido de machimango (1 275,86 tC), cumala (1 183,35 tC) y mari mari (1 172,74 tC); además, las especies con menor cantidad presentan lupuna (22,78 tC), shihuahuaco (82,10 tC) y huimba (99,72 tC) (Vásquez, 2019, p. 40).

## **1.2. Bases teóricas**

La estructura y composición del bosque observada actualmente es consecuencia de la capacidad de este ecosistema para regenerarse después de la alteración, así como de la tasa de mortalidad anual de árboles caducifolios individuales (García, 2014, p. 8).

La textura se entiende como la disposición espacial de los árboles, y esta cuantificación conduce a la distribución de los individuos por clase diamétrica. En

los bosques tropicales, esta distribución a menudo tiene una forma de 'J' inversa, el número de árboles disminuye al aumentar el DAP y otras distribuciones no muestran una tendencia definida debido a las peculiaridades de las especies (Manzanero, 2003, como se citó en García, 2014, p. 8).

El estudio de cada especie individual muestra una variedad de comportamientos, que es la mejor manera de comprender la distribución del diámetro porque vincula el número de árboles con el área base (Ibarra, 2002, como se citó en García, 2014, p. 9).

En los biomas terrestres, la estructura del suelo, la fertilidad del suelo, las condiciones del agua y la orientación afectan la distribución microscópica de las plantas. La disposición de luces y sombras determina el crecimiento de la vegetación inferior. Las inundaciones y pequeños cambios en la topografía y el microclima conducen a patrones de crecimiento de plantas bien definidos. Las plantas con semillas arrastradas por el viento pueden propagarse, mientras que las plantas con semillas vegetativas pesadas o sustanciales se congregarán cerca de la planta madre (Smith, 2001, como se citó en García, 2014, p. 9).

El estudio de la composición vegetal se basa principalmente en las especies arbóreas, ya que constituyen la mayor parte de la biomasa forestal y determinan su estructura y función (Ramos, 2004, como se citó en Maldonado, 2016, p. 7). Para determinar la composición de la flora forestal, se necesitan expediciones para ubicar y seleccionar sitios experimentales para recolectar muestras de plantas. (Catalán, *et al.*, 2004, como se citó en Maldonado, 2016, p. 7).

La biomasa es la cantidad (en peso) de materia orgánica presente en un área particular, y en un censo forestal particular se limita a una cantidad representativa

de vegetación. La cantidad de carbono absorbido se puede considerar como parte de la biomasa, la relación depende de la especie y se puede calcular sobre esta base (Almazán, 2013, p. 11).

La biomasa corresponde al número total de materia viva actualmente presente en este momento, que se muestra en un bloque seco en el área de la unidad y se puede usar para determinar la cantidad de sustancias biológicas disponibles en el tiempo y los vehículos están determinados por las reservas. Distribución de biomasa en intención, ramas, hojas y otras raíces significativamente con visión, edad, ubicación y tratamiento. Es por eso que la evaluación de la biomasa se encuentra en diferentes factores de la persona que le permite evaluar la medición de la productividad del sistema forestal (Durand, 2005, como se citó en Flores, 2017, pp. 44-46).

El papel de los bosques en el ciclo global del carbono se ve influido por factores tanto naturales como antropogénicos, ya que la respiración u oxidación de las plantas muertas, el suelo y la materia orgánica supera la productividad primaria neta. Por lo tanto, la interrupción a menudo hace que el bosque se convierta en una fuente de carbono. Por otro lado, algunas áreas de bosque degradado que han sido abandonadas o convertidas en plantaciones se han convertido en sumideros de carbono, es decir, la tasa de respiración de plantas muertas, suelo y materia orgánica excede el rendimiento neto original (Brown, 1997, como se citó en Paucar y Cjuno, 2015, p. 40).

La captura de carbono es un proceso que tiene su origen con el proceso de la fotosíntesis. El dióxido de carbono de la atmósfera y el agua, reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno, que pasa a la atmósfera (Maquera, 2017, p.

22). La captura o fijación de carbono en los bosques consiste en el proceso de fijación continua natural o artificial de carbono en los diferentes usos de tierra es decir, en sumideros de carbono (Palomino, 2007, p.15).

El inventario es todo lo que se almacena en los componentes del bosque y los subprocesos son todos los procesos que afectan a los recursos. A la hora de cuantificar la escorrentía forestal es necesario tener en cuenta las variables temporales y tomar las siguientes muestras: rendimiento, que es el resultado de la diferencia entre la fotosíntesis y la respiración, expresado en crecimiento de tallo, rendimiento de ramas, rendimiento de hojas y rendimiento de raíces; muerto; descomposición de la madera y la hojarasca por organismos en descomposición (Honorio y Baker, 2009, p. 9).

Por otro lado, un área de bosque es considerada como una fuente de carbono cuando el stock de carbono disminuye con el tiempo. En general, el punto clave, es que los cambios en el stock de carbono ocurren debido al balance entre todos los flujos que entran o salen del componente. Entonces, es importante estudiar los stocks y los flujos de carbono para tener una idea completa del ciclo de carbono de un bosque (Honorio y Baker, 2010, p. 13).

### **1.3. Definición de términos básicos**

**Biomasa:** Es aquella materia orgánica de origen vegetal o animal, incluyendo los residuos y desechos orgánicos, susceptible de ser aprovechada energéticamente (Velasquez, 2019, p. 38).

**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% (Fondo Nacional para áreas Naturales Protegidas por el Estado [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 en vegetación:** El carbono en vegetación es la suma del contenido en la biomasa aérea y la que se halla en la biomasa de las raíces (biomasa radicular) (Rivera, 2018, p. 31).

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

**Coefficiente de determinación:** Indica el porcentaje de variabilidad de la variable dependiente del modelo estadístico (Acosta y Tupaz, 2007, p. 20).

**Dioxido de carbono (CO<sub>2</sub>):** Es uno de los gases responsable del efecto invernadero, un proceso natural que permite que la temperatura de la tierra se mantenga, sin embargo, el exceso de CO<sub>2</sub>, ocasiona una intensificación del efecto invernadero (Velasquez, 2019, p. 39).

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

**Estructura del bosque:** Desde el punto de vista ecológico, es el componente arbóreo que está en directa relación con las fuerzas del medio ambiente, principalmente el clima, la fisiográfica y el suelo (Quispe, 2010, p. 20).

**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).

**Estructura:** Es la distribución de especies como: tamaños y edades de un bosque. La primera, trata del crecimiento vertical (altura) y horizontal (diámetro), y la segunda, tiene que ver con la sucesión arbórea (Quispe, 2010, p. 21).

## CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES

### 2.1. Formulaciòn de la hipótesis

Existe relación entre la estructura diamétrica y el carbono almacenado en las especies comerciales de un bosque de colina baja de la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-009 del distrito de Mazán, Loreto. 2021.

### 2.2. Varibles ysu operacionalizaciòn

Variable	Definición	Tipo por su naturaleza	Indicador	Escala de medición	Medio de verificación
<b>Independiente</b>  - Estructura diamétrica	Distribución de los individuos arbóreos en clases de diámetro o clases diamétricas.	Cuantitativa	DAP	Nominal	- Fichas de registro de las especies forestales existentes en el bosque de estudio por clase diamétrica
<b>Dependiente</b>  - Carbono almacenado	Es todo aquello que se encuentra almacenado en los componentes del bosque.	Cuantitativa	- Toneladas de carbono	Nominal	- Formato de registro de información dasométrica, de 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 todos los individuos arbóreos existentes en el bosque de colina baja, ubicado en la concesión forestal N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-009 del distrito de Mazán, Loreto. 2021.

El estudio se realizó en el bosque de colina baja del plan operativo PC 1 del contrato de concesión forestal con fines maderables 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-009, cuya superficie aproximada es de 2393,25 ha. Las coordenadas UTM que enmarcan al área de estudio son: V1 (9720990,45 N y 543560,00 E); V2 (9714923,65 N y 543560,00 E); V3 (9714923,65 N y 539838,52 E) y V4 (9722906,93 N y 539838,52 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 de la PC 1. 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 por Inversiones la Oroza S.R.L., 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**

Todo el estudio consistió en trabajo de gabinete, puesto que se utilizaron los datos registrados en el censo forestal ejecutado en el año 2002 en el bosque de colina baja del distrito de Mazán del PC 1. El trabajo consistió en la sistematización de la información de campo y luego en el procesamiento de los datos y los cálculos respectivos de la distribución diamétrica y el carbono almacenado por individuo arbóreo y por especie.

#### **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, como se citó en Moreno, 2015, pp. 26-27).

#### **3.4.3. Cálculo de la biomasa aérea seca**

Para el cálculo de la biomasa aérea en las especies forestales comerciales 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 (m<sup>3</sup>); DB = densidad básica de la madera de una especie en particular (kg/m<sup>3</sup>) (Zane *et al.*, 2009); FEB= factor de expansión de biomasa (2,25) (Dauber *et al.*, 2008, p. 9).

- **Cálculo del volumen maderable comercial**

El volumen maderable fue calculado para cada individuo arbóreo teniendo en cuenta su  $DAP \geq DMC$ , su altura comercial y el coeficiente de forma de 0,65 para especies forestales de bosques tropicales. Inicialmente se calculó el área basal mediante la siguiente fórmula (Chambi, 2001, p. 11):

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

Donde: AB = área basal ( $m^2$ ); 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 ( $m^3$ ); AB = área basal ( $m^2$ ); Hc = altura comercial (m); Ff= factor de forma (0,65).

- **Cálculo de la biomasa seca radicular**

Esta estimación se realizó 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).

$$Bt = Ba + Br$$

Dónde: Bt = biomasa total (kg); Ba= biomasa aérea (kg); Br = 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.

#### 3.4.4. Cálculo del carbono almacenado

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

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

Dónde: C = Stock de carbono en toneladas de carbono (tC); B<sub>t</sub> = biomasa seca en toneladas (t).

#### 3.4.5. Determinar si la estructura diamétrica está directamente relacionado con la biomasa y el carbono almacenado

La normalidad de los datos se determinó mediante la prueba de Kolmogorov--Smirnov, utilizando los datos del DAP y altura comercial de los 8120 individuos arbóreos existentes en el bosque de colina baja. Para lo cual se planteó la siguiente hipótesis:

Hipótesis nula ( <b>H<sub>0</sub></b> ):	La variable aleatoria SI tiene distribución normal	<i>p-valor</i> > 0,05
Hipótesis alterna ( <b>H<sub>1</sub></b> ):	La variable aleatoria NO tiene distribución normal	<i>p-valor</i> < 0,05

En caso de que los resultados indiquen que los datos son normales se utilizará el coeficiente de correlación de Pearson (Rosas *et al.*, 2010, p. 22), caso contrario se aplicará la prueba no paramétrica de Rho de Spearman para determinar la correlación.

$$r = \frac{\sum xy}{\sqrt{(\sum x^2) (\sum y^2)}}$$

Dónde:  $r$  = coeficiente de correlación;  $\Sigma xy$  = frecuencia de la variable  $xy$ ;  $\Sigma x^2$  = frecuencia al cuadrado de la variable  $x$ ;  $\Sigma y^2$  = frecuencia al cuadrado de la variable  $y$

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

Donde:

$r_s$  = coeficiente de correlación por rangos de Spearman

$d$  = diferencia entre los rangos ( $X$  menos  $Y$ )

$n$  = número de datos

### **3.5. Aspectos éticos**

Esta investigación se realizó respetando los cuatro principios éticos básicos: la autonomía, la beneficencia, la no maleficencia y la justicia.

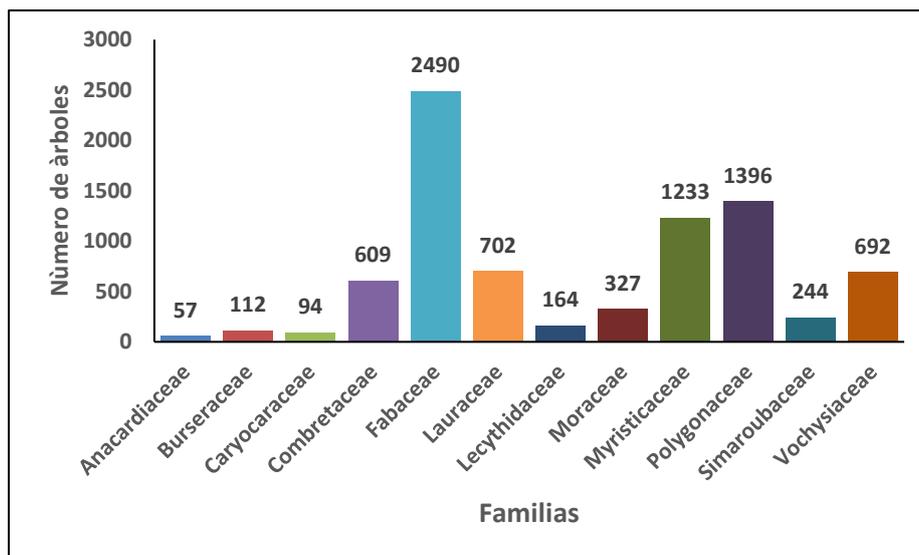
## CAPITULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Composición florística del bosque de colina baja

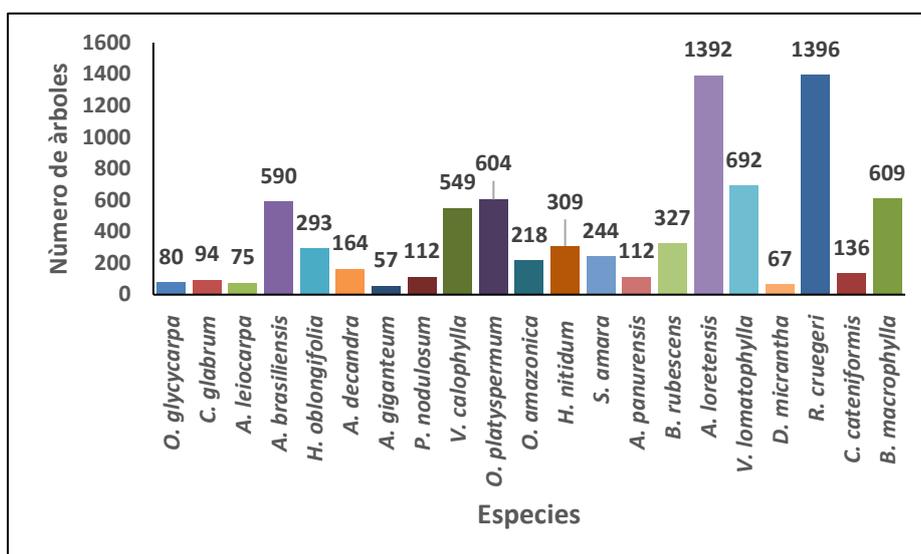
La composición florística del bosque evaluado está conformado por 8120 individuos arbóreos contenidos en 21 especies forestales, 21 géneros y 12 familias botánicas (Cuadro 1). Las familias más representativas, en términos de mayor número de géneros, son Fabaceae con siete géneros, Myristicaceae con tres géneros, Lauraceae con dos géneros y Anacardiaceae, Burseraceae, Caryocaraceae, Combretaceae, Lacytidaceae, Moraceae, Polygonaceae, Simaroubaceae y Vochysiaceae con un género cada uno.

**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	80
2	Almendro	<i>Caryocar glabrum</i>	Caryocaraceae	94
3	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i>	Fabaceae	75
4	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i>	Lauraceae	590
5	Azucar huayo	<i>Hymenaea oblongifolia</i>	Fabaceae	293
6	Cachimbo	<i>Allantoma decandra</i>	Lecythidaceae	164
7	Casho	<i>Anacardium giganteum</i>	Anacardiaceae	57
8	Copal	<i>Protium nodulosum</i>	Burseraceae	112
9	Cumala	<i>Virola calophylla</i>	Myristicaceae	549
10	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i>	Myristicaceae	604
11	Huayruro	<i>Ormosia amazonica</i>	Fabaceae	218
12	Mari mari	<i>Hymenolobium nitidum</i>	Fabaceae	309
13	Marupa	<i>Simarouba amara</i>	Simaroubaceae	244
14	Moena	<i>Aniba panurensis</i>	Lauraceae	112
15	Palisangre	<i>Brosimum rubescens</i>	Moraceae	327
16	Pashaco	<i>Acacia loretensis</i>	Fabaceae	1392
17	Quillosa	<i>Vochysia lomatophylla</i>	Vochysiaceae	692
18	Shihuahuaco	<i>Dipteryx micrantha</i>	Fabaceae	67
19	Tangarana	<i>Ruprechtia cruegeri</i>	Polygonaceae	1396
20	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i>	Fabaceae	136
21	Yacushapana	<i>Buchenavia macrophylla</i>	Combretaceae	609
<b>Total</b>				<b>8120</b>



**Figura 1.** Número de individuos arbóreos por familia



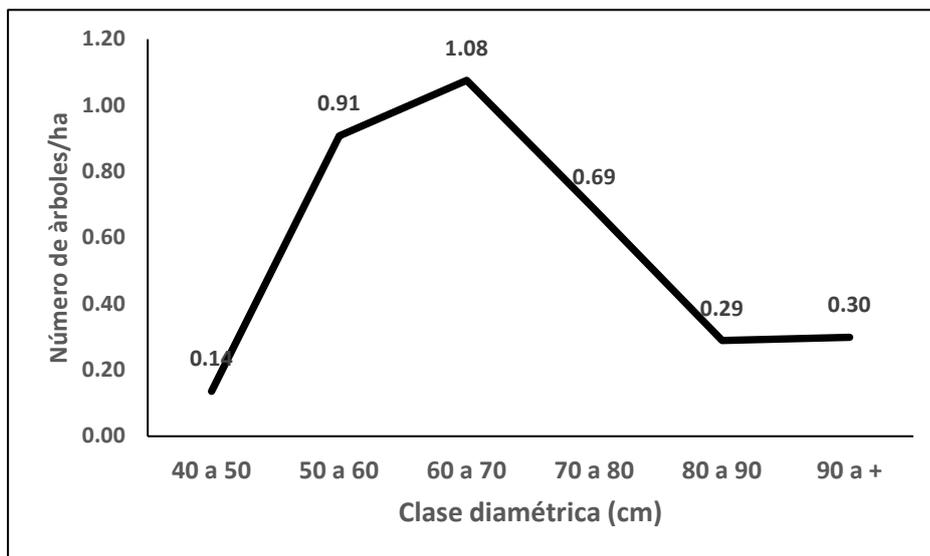
**Figura 2.** Número de árboles por especie forestal

Sin embargo, en cuanto se refiere al número de árboles, la familia Fabaceae con siete géneros contiene la mayor cantidad con 2490 árboles, largamente influenciada por la presencia de un gran número de individuos de *Acacia loretensis* (1392 árboles). En segundo orden está la familia Polygonaceae con 1396 individuos de *Ruprechtia cruegeri*. La familia Myristicaceae con 1233 individuos ocupa el tercer orden, donde se destaca *Osteophloeum platyspermum* con 604 árboles. Las familias con el menor número de árboles son Anacardiaceae (57 árboles) y Caryocaraceae (94 árboles).

En la figura 1 se observa que las familias Fabaceae (2490 árboles), Polygonaceae (1396 árboles) y Myristicaceae (1233 árboles) son las más representativas del bosque evaluado. Las especies *Ruprechtia cruegeri* (1394 individuos), *A. loretensis* (1392 individuos) y *V. lomatophylla* (692 individuos) muestran mayor discrepancia con respecto a las demás especies (Figura 2).

#### 4.2. Estructura diamétrica del bosque de colina baja

En el cuadro 2 se presenta la distribución del número de árboles por clase diamétrica, por hectárea y total del bosque evaluado, donde se muestra el registro de 3,39 árboles/ha de un total de 8120 árboles. La especie *R. cruegeri* contiene el mayor número de árboles de 0,58 árboles/ha (1396 árboles), seguida de *A. loretensis* con 0,58 árboles/ha (1392 árboles) y *V. lomatophylla* con 0,29 árboles/ha (692 árboles); mientras que menor número de árboles muestran las especies *D. micrantha* con 0,03 árboles/ha (67 árboles) y *A. giganteum* con 0,02 árboles/ha (57 árboles).



**Figura3.** Distribución del número de árboles por clase diamétrica y por especie

La clase diamétrica de 60 cm a 70 cm con 1,08 árboles/ha (2574 árboles) presenta el mayor número de árboles, seguida de las clases diamétricas de 50 cm a 60 cm

de 0,91 árboles/ha (2172 árboles) y de 70 cm a 80 cm con 0,69 árboles/ha (1642 árboles); por el contrario las clases diamétricas de 40 cm a 50 cm con 0,14 árboles/ha (325 árboles), de 80 cm a 90 cm con 0,29 árboles/ha (692 árboles) y de 90 cm a más con 0,30 árboles/ha (715 árboles) muestran menor número de árboles respectivamente.

La figura 3 muestra que la clase diamétrica de 60 a 70 cm (1,08 árboles/ha) con mayor número de árboles; mientras que la clase diamétrica de 40 cm a 50 cm contiene menor número de árboles con 0,1 árbol/ha.

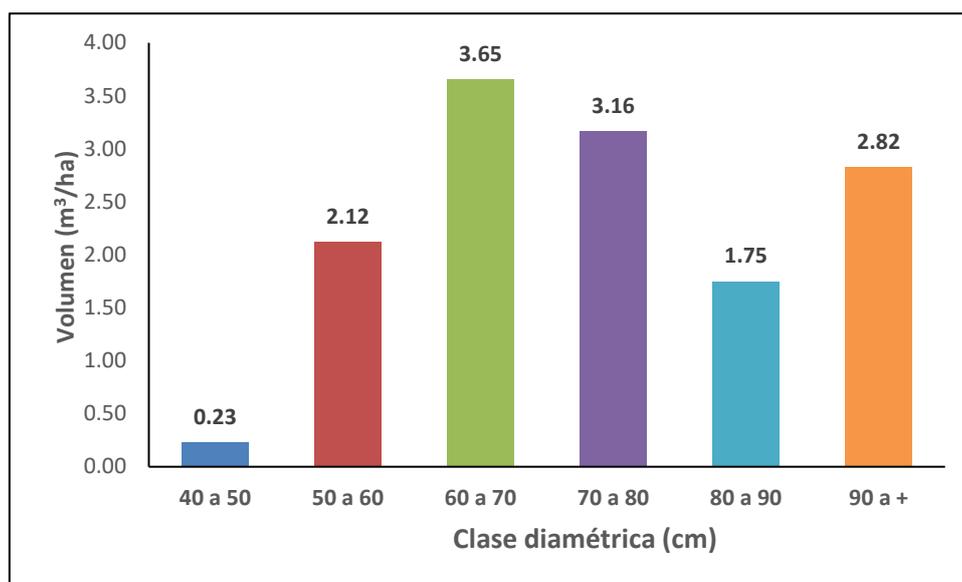
**Cuadro 2.** Número de árboles por clase diamétrica (cm) y por especie del bosque de colina baja

Especies	Número de árboles por clase diamétrica (cm)						90 a +	N° de árb/ha	N° de Árb.
	40 A 50	50 A 60	60 A 70	70 A 80	80 A 90				
<i>R. cruegeri</i>	0,02	0,13	0,19	0,15	0,06	0,04	0,58	1396	
<i>A. loretensis</i>		0,17	0,21	0,12	0,04	0,03	0,58	1392	
<i>V. lomatophylla</i>	0,01	0,07	0,10	0,07	0,03	0,01	0,29	692	
<i>B. macrophylla</i>	0,01	0,02	0,06	0,06	0,03	0,08	0,25	609	
<i>O. platyspermum</i>	0,02	0,10	0,08	0,03	0,01	0,01	0,25	604	
<i>A. brasiliensis</i>	0,01	0,08	0,08	0,05	0,01	0,01	0,25	590	
<i>V. calophylla</i>	0,03	0,08	0,08	0,03	0,01	0,00	0,23	549	
<i>B. rubescens</i>	0,01	0,02	0,04	0,03	0,02	0,02	0,14	327	
<i>H. nitidum</i>	0,00	0,03	0,04	0,03	0,02	0,01	0,13	309	
<i>H. oblongifolia</i>		0,06	0,04	0,02	0,00	0,00	0,12	293	
<i>S. amara</i>	0,02	0,05	0,03	0,01	0,00	0,00	0,10	244	
<i>O. amazonica</i>	0,00	0,02	0,03	0,02	0,01	0,01	0,09	218	
<i>A. decandra</i>	0,00	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,07	164	
<i>C. cateniformis</i>			0,01	0,01	0,01	0,03	0,06	136	
<i>A. panurensis</i>	0,00	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,05	112	
<i>P. nodulosum</i>	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,05	112	
<i>C. glabrum</i>	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,01	0,04	94	
<i>O. glycyarpa</i>	0,01	0,02	0,00	0,00		0,00	0,03	80	
<i>A. leiocarpa</i>	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,03	75	
<i>D. micrantha</i>		0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,03	67	
<i>A. giganteum</i>		0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,02	57	
<b>Total</b>	<b>0,14</b>	<b>0,91</b>	<b>1,08</b>	<b>0,69</b>	<b>0,29</b>	<b>0,30</b>	<b>3,39</b>	<b>8120</b>	
<b>Total general</b>	<b>325</b>	<b>2172</b>	<b>2574</b>	<b>1642</b>	<b>692</b>	<b>715</b>		<b>8120</b>	

### 4.3. Volumen maderable comercial

En el cuadro 3 se muestra el volumen maderable total, por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja. Se cuantificó un volumen de 13,74 m<sup>3</sup>/ha de un total de 32 876,38 m<sup>3</sup>. Las especies con mayor volumen maderable reportan *R. cruegeri* con 2,27 m<sup>3</sup>/ha (5439,13 m<sup>3</sup>), *A. loretensis* con 2,20 m<sup>3</sup>/ha (5265,07 m<sup>3</sup>), *B. macrophylla* con 1,45 m<sup>3</sup>/ha (3459,98 m<sup>3</sup>) y *V. lomatophylla* con 1,17 m<sup>3</sup>/ha (2800,67 m<sup>3</sup>); mientras que menor volumen maderable contienen *A. giganteum* con 0,14 m<sup>3</sup>/ha (342,93 m<sup>3</sup>), *D. micrantha* con 0,14 m<sup>3</sup>/ha (333,90 m<sup>3</sup>) y *O. glycyarpa* con 0,11 m<sup>3</sup>/ha (266,64 m<sup>3</sup>) respectivamente.

La clase diamétrica de 60 cm a 70 cm concentra el mayor volumen comercial aprovechable (3,65 m<sup>3</sup>/ha, 8738,52 m<sup>3</sup>), seguida de las clases diamétricas de 70 cm a 80 cm (3,16 m<sup>3</sup>/ha, 7573,10 m<sup>3</sup>) y de 90 cm a más (2,82 m<sup>3</sup>/ha, 6757,79 m<sup>3</sup>). Las clases diamétricas de 40 cm a 50 cm (0,23 m<sup>3</sup>/ha, 544,20 m<sup>3</sup>), de 50 cm a 60 cm (2,12 m<sup>3</sup>/ha, 5077,04 m<sup>3</sup>) y de 80 cm a 90 cm (1,75 m<sup>3</sup>/ha, 4185,74 m<sup>3</sup>) muestran los menores volúmenes maderables.



**Figura 4.** Volumen maderable comercial por clase diamétrica y por hectárea

La figura 4 muestra el volumen maderable por clase diamétrica y por hectárea, donde se observa que la clase diamétrica de 60 cm a 70 cm y de 70 cm a 80 cm contienen mayor volumen maderable y ambas hacen un volumen de 6,81 m<sup>3</sup>/ha que representan el 49,56% de todo el volumen maderable del bosque evaluado.

**Cuadro 3.** Volumen maderable por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja

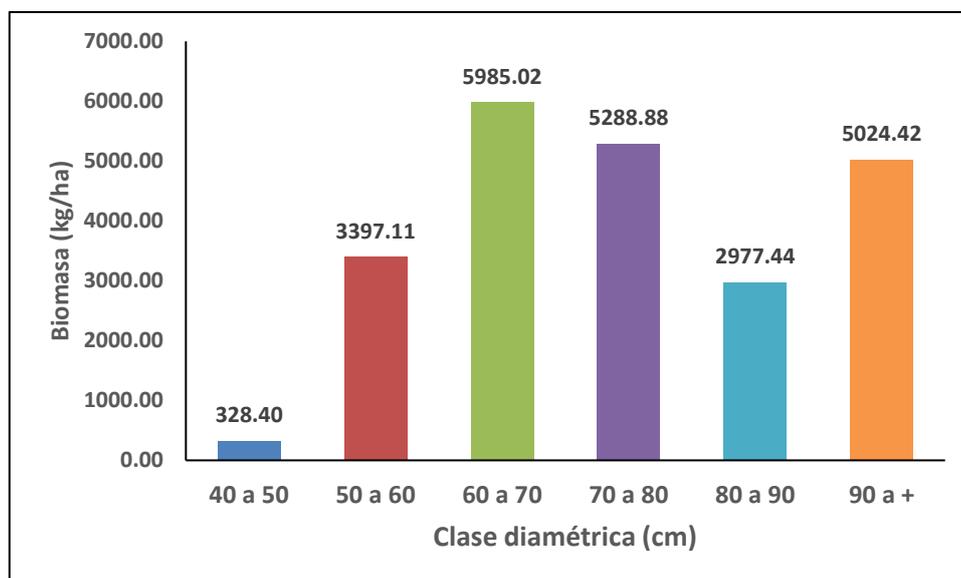
Especies	Volumen por clase diamétrica (m <sup>3</sup> )						Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	Volumen total (m <sup>3</sup> )
	40 A 50	50 A 60	60 A 70	70 A 80	80 A 90	90 a +		
<i>R. cruegeri</i>	0,02	0,27	0,59	0,64	0,36	0,38	2,27	5439,13
<i>A. loretensis</i>		0,40	0,70	0,54	0,27	0,29	2,20	5265,07
<i>B. macrophylla</i>	0,01	0,06	0,18	0,25	0,17	0,78	1,45	3459,98
<i>V. lomatophylla</i>	0,02	0,17	0,37	0,33	0,18	0,10	1,17	2800,67
<i>O. platyspermum</i>	0,04	0,24	0,29	0,18	0,05	0,06	0,86	2051,66
<i>V. calophylla</i>	0,05	0,22	0,32	0,14	0,05	0,02	0,80	1918,64
<i>A. brasiliensis</i>	0,02	0,16	0,26	0,22	0,07	0,05	0,77	1852,07
<i>B. rubescens</i>	0,01	0,05	0,13	0,14	0,13	0,16	0,62	1492,49
<i>H. nitidum</i>	0,01	0,07	0,15	0,13	0,12	0,08	0,56	1346,06
<i>C. cateniformis</i>			0,04	0,05	0,05	0,33	0,48	1146,12
<i>A. decandra</i>	0,00	0,01	0,06	0,09	0,06	0,17	0,41	970,12
<i>H. oblongifolia</i>		0,14	0,13	0,08	0,02	0,02	0,40	960,58
<i>O. amazonica</i>	0,00	0,04	0,09	0,10	0,07	0,07	0,37	896,06
<i>S. amara</i>	0,03	0,12	0,10	0,04	0,01	0,00	0,31	738,07
<i>A. panurensis</i>	0,01	0,04	0,05	0,03	0,02	0,04	0,19	446,74
<i>P. nodulosum</i>	0,00	0,02	0,07	0,04	0,02	0,02	0,18	432,98
<i>C. glabrum</i>	0,00	0,02	0,03	0,03	0,02	0,05	0,15	366,42
<i>A. leiocarpa</i>	0,00	0,02	0,02	0,04	0,03	0,03	0,15	350,05
<i>A. giganteum</i>		0,01	0,02	0,03	0,03	0,06	0,14	342,93
<i>D. micrantha</i>		0,01	0,02	0,02	0,02	0,06	0,14	333,90
<i>O. glycyarpa</i>	0,01	0,05	0,02	0,02		0,02	0,11	266,64
<b>Total</b>	<b>0,23</b>	<b>2,12</b>	<b>3,65</b>	<b>3,16</b>	<b>1,75</b>	<b>2,82</b>	<b>13,74</b>	<b>32 876,38</b>
<b>Total general</b>	<b>544,20</b>	<b>5077,04</b>	<b>8738,52</b>	<b>7573,10</b>	<b>4185,74</b>	<b>6757,79</b>		<b>32 876,38</b>

#### 4.4. Biomasa seca

La cantidad de biomasa seca total, por especie y por hectárea se presenta en el cuadro 4. Los resultados indican una biomasa de 23 001,27 kg/ha de un total de 55 047 800,82 kg; donde la especie *A. loretensis* reporta la mayor biomasa de 4157,93

kg/ha (9 950 974,86 kg), seguida de *R. cruegeri* con 3436,32 kg/ha (8 223 969,05 kg), *B. macrophylla* con 2732,42 kg/ha (6 539 357,65 kg) y *V. lomatophylla* con 1769,40 kg/ha (4 234 611,36 kg); mientras que las especies con menor biomasa muestran *D. micrantha* con 263,39 kg/ha (631 075,79 kg), *A. giganteum* con 247,60 kg/ha (592 578,70 kg) y *O. glycyarpa* con 150,41 kg/ha (359 969,01 kg).

La clase diamétrica de 60 cm a 70 cm concentra la mayor biomasa (5985,02 kg/ha, 14 323 649,33 kg), seguida de las clases diamétricas de 70 cm a 80 cm (5288,88 kg/ha, 12 657 616,33 kg) y de 90 cm a más (5024,42 kg/ha, 12 024 696,61 kg). Las clases diamétricas de 40 cm a 50 cm (328,40 kg/ha, 785 948,38 kg), de 50 cm a 60 cm (3397,11 kg/ha, 8 130 127,28 kg) y de 80 cm a 90 cm (2977 kg/ha, 7 127 762,89 kg) presentan menor biomasa.



**Figura 5.** Biomasa seca por clase diamétrica del bosque de colina baja

La figura 5 muestra la biomasa por clase diamétrica, donde se observa que las clases diamétricas de 60 cm a 70 cm (5985,02 kg/ha) y de 70 cm a 80 cm (5288,88 kg/ha) contienen la mayor biomasa; mientras que menor biomasa contiene la clase diamétrica de 40 cm a 50 cm (328,40 kg/ha).

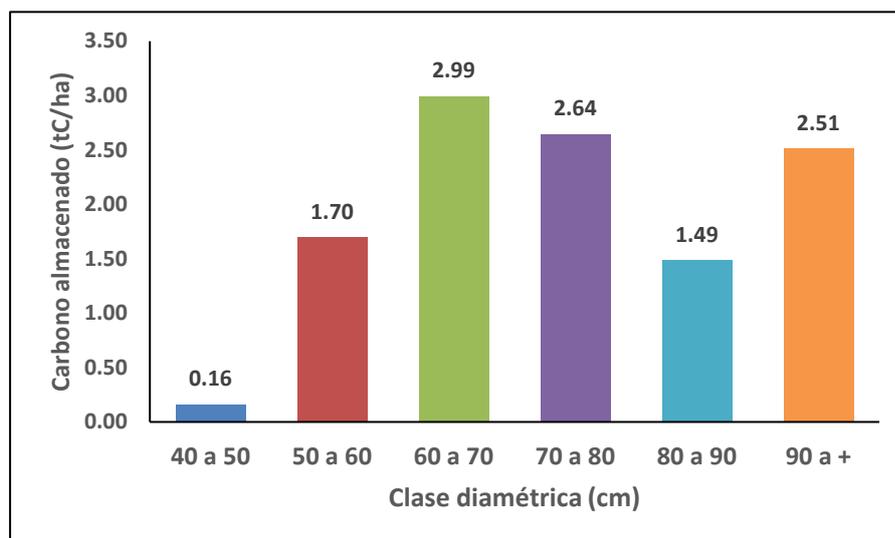
**Cuadro 4.** Biomasa seca por clase diamétrica y por especie del bosque de colina baja

Especies	Biomasa por clase diamétrica (kg)						Biomasa (kg/ha)	Biomasa total (kg)
	40	50	60	70	80	90 a +		
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90			
<i>A. lorentensis</i>		752,07	1324,99	1029,09	503,32	548,46	4157,93	9950974,86
<i>R. cruegeri</i>	36,35	412,34	894,38	973,45	541,08	578,73	3436,32	8223969,05
<i>B. macrophylla</i>	16,71	105,74	334,70	479,19	322,38	1473,71	2732,42	6539357,65
<i>V. lomatophylla</i>	23,74	249,91	566,84	502,61	270,17	156,12	1769,40	4234611,36
<i>A. aueria brasiliensis</i>	32,63	257,85	423,91	364,08	121,96	74,15	1274,57	3050353,64
<i>O. platyspermum</i>	53,79	327,91	385,26	241,77	61,14	87,44	1157,31	2769742,24
<i>V. calophylla</i>	72,23	294,56	428,56	186,69	69,64	30,59	1082,28	2590159,01
<i>H. nitidum</i>	12,41	126,38	285,64	250,93	232,22	155,43	1063,01	2544055,87
<i>B. rubescens</i>	12,86	87,50	219,16	231,60	216,43	259,56	1027,11	2458135,27
<i>C. cateniformis</i>			75,57	102,70	102,00	624,84	905,11	2166158,15
<i>A. decandra</i>	1,47	28,52	122,51	180,94	121,53	333,04	788,01	1885907,04
<i>H. oblongifolia</i>		268,51	252,65	146,74	46,00	44,69	758,59	1815504,41
<i>O. amazonica</i>	7,63	77,00	170,15	188,49	123,75	140,62	707,64	1693558,26
<i>S. amara</i>	29,32	133,66	110,68	41,07	13,88	4,46	333,07	797116,91
<i>A. panurensis</i>	9,74	62,56	84,15	52,01	32,01	66,97	307,44	735783,72
<i>C. glabrum</i>	1,94	36,88	58,10	59,99	34,71	97,74	289,37	692524,79
<i>A. leiocarpa</i>	1,71	41,43	42,40	75,11	49,88	65,92	276,44	661593,57
<i>P. nodulosum</i>	3,47	36,44	102,64	67,42	28,72	34,86	273,55	654671,50
<i>D. micrantha</i>		17,17	46,09	43,05	42,52	114,86	263,69	631075,79
<i>A. giganteum</i>		10,54	32,90	51,01	44,10	109,04	247,60	592578,70
<i>O. glycyarpa</i>	12,42	70,12	23,73	20,96		23,17	150,41	359969,01
<b>Total</b>	<b>328,40</b>	<b>3397,11</b>	<b>5985,02</b>	<b>5288,88</b>	<b>2977,44</b>	<b>5024,42</b>	<b>23 001,27</b>	<b>55 047 800,82</b>
<b>Total general</b>	<b>785 948,38</b>	<b>8 130 127,28</b>	<b>14 323 649,33</b>	<b>12 657 616,33</b>	<b>7 125 762,89</b>	<b>12 024 696,61</b>		<b>55 047 800,82</b>

#### 4.5. Carbono almacenado

En el cuadro 5 se presenta el carbono almacenado por especie y por hectárea. Los resultados indican que el carbono almacenado es de 11,50 tC/ha de un total de 27 523,90 tC; donde la especie *A. lorentensis* muestra la mayor cantidad de 2,08 tC/ha (4975,49 tC), seguida de *R. cruegeri* con 1,72 tC/ha (4111,98 tC), *B. macrophylla* con 1,37 tC/ha (3269,68 tC) y *V. lomatophylla* con 0,88 tC/ha (2117,31 tC); mientras que las especies con menor carbono almacenado contienen *D. micrantha* con 0,13 tC/ha (315,54 tC), *A. giganteum* con 0,12 tC/ha (296,29 tC) y *O. glycyarpa* con 0,08 tC/ha (179,98 tC).

La clase diamétrica de 60 cm a 70 cm concentra mayor carbono almacenado (2,99 tC/ha, 7161,82 tC), seguida de las clases diamétricas de 70 cm a 80 cm (2,64 tC/ha, 7161,82 tC) y de 90 cm a más (2,51 tC/ha, 6012,35 tC). Las clases diamétricas de 40 cm a 50 cm (0,16 tC/ha, 392,97 tC), de 50 cm a 60 cm (1,70 tC/ha, 4065,06 tC) y de 80 cm a 90 cm (1,49 tC/ha, 3562,88 tC) muestran menor carbono almacenado.



**Figura 6.** Carbono almacenado por clase diamétrica del bosque de colina baja

La figura 6 muestra el carbono almacenado por clase diamétrica, donde se observa que las clases diamétricas de 60 cm a 70 cm (2,99 tC/ha) y de 70 cm a 80 cm (2,64

tC/ha) reportan la mayor cantidad de carbono almacenado; mientras que la clase diamétrica de 40 cm a 50 cm (0,16 tC/ha) contiene la menor cantidad.

**Cuadro 5.** Carbono almacenado por clase diamétrica y por especie 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 a +		
	A 50	A 60	A 70	A 80	A 90			
<i>A. loretensis</i>		0,38	0,66	0,51	0,25	0,27	2,08	4975,49
<i>R. cruegeri</i>	0,02	0,21	0,45	0,49	0,27	0,29	1,72	4111,98
<i>B. macrophylla</i>	0,01	0,05	0,17	0,24	0,16	0,74	1,37	3269,68
<i>V. lomatophylla</i>	0,01	0,12	0,28	0,25	0,14	0,08	0,88	2117,31
<i>A. brasiliensis</i>	0,02	0,13	0,21	0,18	0,06	0,04	0,64	1525,18
<i>O. platyspermum</i>	0,03	0,16	0,19	0,12	0,03	0,04	0,58	1384,87
<i>V. calophylla</i>	0,04	0,15	0,21	0,09	0,03	0,02	0,54	1295,08
<i>H. nitidum</i>	0,01	0,06	0,14	0,13	0,12	0,08	0,53	1272,03
<i>B. rubescens</i>	0,01	0,04	0,11	0,12	0,11	0,13	0,51	1229,07
<i>C. cateniformis</i>			0,04	0,05	0,05	0,31	0,45	1083,08
<i>A. decandra</i>	0,00	0,01	0,06	0,09	0,06	0,17	0,39	942,95
<i>H. oblongifolia</i>		0,13	0,13	0,07	0,02	0,02	0,38	907,75
<i>O. amazonica</i>	0,00	0,04	0,09	0,09	0,06	0,07	0,35	846,78
<i>S. amara</i>	0,01	0,07	0,06	0,02	0,01	0,00	0,17	398,56
<i>A. panurensis</i>	0,00	0,03	0,04	0,03	0,02	0,03	0,15	367,89
<i>C. glabrum</i>	0,00	0,02	0,03	0,03	0,02	0,05	0,14	346,26
<i>A. leiocarpa</i>	0,00	0,02	0,02	0,04	0,02	0,03	0,14	330,80
<i>P. nodulosum</i>	0,00	0,02	0,05	0,03	0,01	0,02	0,14	327,34
<i>D. micrantha</i>		0,01	0,02	0,02	0,02	0,06	0,13	315,54
<i>A. giganteum</i>		0,01	0,02	0,03	0,02	0,05	0,12	296,29
<i>O. glycyarpa</i>	0,01	0,04	0,01	0,01		0,01	0,08	179,98
<b>Total</b>	<b>0,16</b>	<b>1,70</b>	<b>2,99</b>	<b>2,64</b>	<b>1,49</b>	<b>2,51</b>	<b>11,50</b>	<b>27 523,90</b>
<b>Total general</b>	<b>392,97</b>	<b>4065,06</b>	<b>7161,82</b>	<b>6328,81</b>	<b>3562,88</b>	<b>6012,35</b>		<b>27 523,90</b>

#### 4.6. Correlación de la estructura diamétrica entre la biomasa y el carbono almacenado

##### 4.6.1. Prueba de normalidad

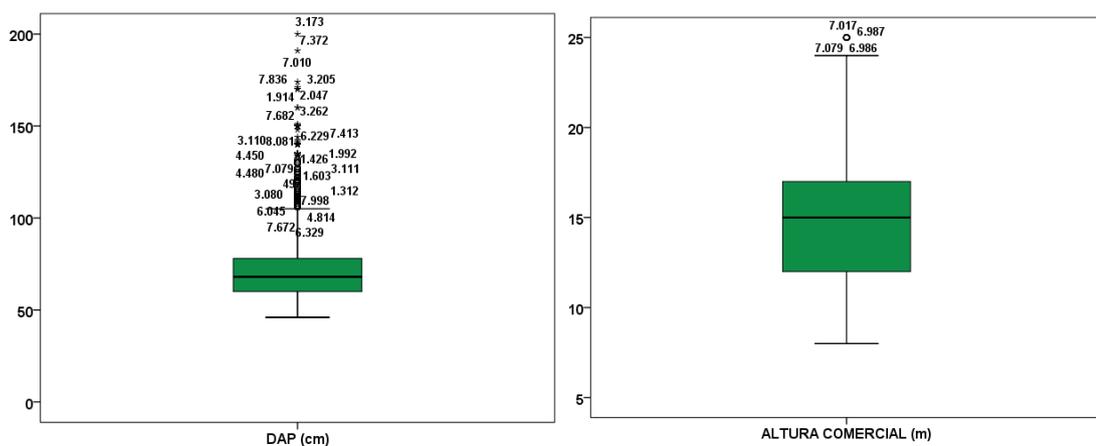
Para identificar si los datos del DAP y altura comercial registrados en el inventario forestal llevado a cabo en el bosque de colina baja tienen distribución normal, se sometió a la prueba de normalidad utilizando el modelo de Kolmogorov-Smirnov, teniendo en consideración que  $n = 8120$ , notándose que el  $p$ -valor del DAP y altura

comercial es igual a 0,000 ( $p\text{-valor} = 0,000$ ) es decir es menor que  $\alpha = 0,05$ . El cuadro 6 muestra los resultados de dicha prueba. La figura 7 muestra los valores atípicos y extremos del DAP y altura comercial de las especies forestales que se proyectan fuera de las cajas. Esto lleva a concluir que los datos del DAP y altura comercial en la población no tienen distribución normal. Por lo tanto, el coeficiente de correlación se calculó utilizando la prueba no paramétrica de Rho de Spearman (Cuadros 7 y 8), donde se puede verificar que el  $p\text{-valor} = 0,000$  es decir es menor que  $\alpha = 0,01$  para ambos casos, por lo que se concluye que la correlación es significativa con valores de 0,87 para el DAP y 0,88 para el carbono almacenado.

**Cuadro 6.** Prueba de normalidad para los datos registrados en los bosques de colina baja

Prueba de normalidad			
Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			
	Estadístico	gl	Sig.
DAP	0,139	8120	0,000
Altura comercial	0,125	8120	0,000

a. Correlación de significación de Lilliefors



**Figura 7.** Diagrama de caja para el DAP y altura comercial

**Cuadro 7.** Correlación entre la variable DAP y biomasa del bosque de colina baja

<b>Correlaciones</b>				
		DAP	Biomasa	
Rho de Spearman	DAP	Coeficiente de correlación	1,000	0,870**
		Sig. (bilateral)		0,000
		N	8120	8120
	Biomasa	Coeficiente de correlación	0,870**	1,000
		Sig. (bilateral)	0,000	
		N	8120	8120

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

**Cuadro 8.** Correlación entre la variable DAP y carbono almacenado del bosque de colina baja

<b>Correlaciones</b>				
		DAP	Carbono	
Rho de Spearman	DAP	Coeficiente de correlación	1,000	0,869**
		Sig. (bilateral)		0,000
		N	8120	8120
	Carbono almacenado	Coeficiente de correlación	0,869**	1,000
		Sig. (bilateral)	0,000	
		N	8120	8120

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (2 colas).

## CAPITULO V: DISCUSIÓN

### 5.1. Estructura diamétrica

La distribución del número de árboles por clase diamétrica se muestra en el cuadro 2, donde, se observa 3,39 árboles/ha y 8120 árboles para toda el área evaluada. Además, las especies *R. cruegeri* (0,58 rboles/ha, 1396 árboles), *A. loretensis* (0,58 árboles/ha, 1392 árboles), *V. lomatophylla* (0,29 árboles/ha, 692 árboles), *B. macrophylla* (0,25 árboles/ha, 609 árboles) y *O. platyspermum* (0,25 árboles/ha, 604 árboles) contienen el mayor número de árboles que hacen un total de 1,95 árboles/ha y 4693 árboles que representa el 57,52% y 57,80% respectivamente; mientras que menor número de árboles repotan las especies *A. leiocarpa* (0,03 árboles/ha, 75 árboles), *D. micrantha* (0,03 árboles/ha, 67 árboles) y *A. giganteum* (0,02 árboles/ha, 57 árboles) que suman en total 0,08 árboles/ha (2,36%) y 199 árboles (2,45 %) del bosque evaluado.

Las clases diamétricas de 60 cm a 70 cm (1,08 árboles/ha, 2574 árboles), de 50 cm a 60 cm (0,91 árboles/ha, 2172 árboles) y de 70 cm a 80 cm (0,69 árboles/ha, 1642 árboles) reportan el mayor número de árboles que hacen en total 2,68 árboles/ha y 6338 árboles que representa el 79,06% y 78,67% respectivamente; por el contrario menor número de árboles contienen las clases diamétricas de 40 cm a 50 cm (0,14 árboles/ha, 325 árboles), de 80 cm a 90 cm (0,29 árboles/ha, 692 árboles) y de 90 cm a más (0,30 árboles/ha, 715 árboles) que suman en total 0,73 árboles/ha (21,53%) y 1732 árboles (21,33%) del área evaluada. Reynafarje (2014, pp. 38, 39), reporta para las 25 especies con mayor número de árboles del bosque de terraza baja 26,53 árboles/ha de un total de 93 árboles, donde *Inga* sp. “shimbillo”, *Eschweilera* sp. “machimango”, *Hyeronima* sp. “purma caspi”, *Theobroma* sp. “cacahuillo” y *Tachigali* sp. “tangarana” muestran el mayor valor;

mientras que el bosque de colina baja reporta 130,00 árboles/ha y 158,44 árboles para toda el área, de las cuales *Eschweilera* sp. “machimango”, *Ocotea* sp. “moena”, *Inga* sp. “shimbillo”, *Pouteria* sp “caimitillo” y *Hevea brasiliensis* “shiringa” contienen el más alto valor; por el contrario el bosque de colina alta obtuvo 44,67 árboles/ha y 51,78 árboles para todo el bosque, donde el mayor número de árboles contienen *Eschweilera* sp. “machimango”, *Ocotea* sp. “moena”, *Tachigali* sp. “tangarana”, *Virola* sp. “cumala” y *Protium* sp. “copal” respectivamente. Moreno (2015, p. 33, 35), reporta para las 25 especies más importantes del bosque de terraza alta 407,00 árboles/ha de un total de 422,40 árboles/ha, donde, *Guatteria elata* “bara” (49,00 árboles/ha), *Senefeldera inclinata* “colombiano caspi” (45,00 árboles/ha), *Mouriri* sp “lanza caspi” (30,00 árboles/ha), *Eschweilera tessmannii* “machimango colorado” (28,00 árboles/ha) y *Eschweilera coriacea* “machimango blanco” (26,00 árboles/ha) contienen mayor número de árboles; mientras que el bosque de colina baja presenta 329,14 árboles/ha de un total de 412,86 árboles/ha. Además, *Inga* sp “shimbillo” (39,43 árboles/ha) muestra el mayor valor, seguida de *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 discrepancia ocurre posiblemente por el tipo de bosque, condiciones ambientales, zonas de evaluación, intervención antrópica o natural (caída de árboles, derrumbes, entre otros), entre otros.

## **5.2. Carbono almacenado del bosque de colina baja**

El carbono almacenado por especie, por clase diamétrica y por hectárea se presenta en el cuadro 5. Los resultados indican que el carbono almacenado alcanzó 11,50 tC/ha (27 523,90 tC); donde las especies *A. lorentensis* (2,08 tC/ha, 4975,49

tC), *R. cruegeri* (1,72 tC/ha, 4111,98 tC), *B. macrophylla* (1,37 tC/ha, 3269,68 tC) y *V. lomatophylla* (0,88 tC/ha, 2117,31 tC), contienen el mayor valor con un total de 6,05 tC/ha y 14 474,46 tC que representan el 52,61% y 52,59% respectivamente; mientras que *D. micrantha* (0,13 tC/ha, 315,54 tC), *A. giganteum* (0,12 tC/ha, 296,29 tC) y *O. glycyarpa* (0,08 tC/ha, 179,98 kg), muestran menor valor de 0,33 tC/ha y 791,81 que constituyen el 2,87% y 2,88% del área evaluada.

Las clases diamétricas de 60 cm a 70 cm con 2,99 tC/ha (7161,82 tC), de 70 cm a 80 cm con 2,64 tC/ha (7161,82 tC) y de 90 cm a más con 2,51 tC/ha (6012,35 tC), contienen mayor carbono almacenado que hacen en total 8,14 tC/ha y 20 335,99 tC que representa el 70,58% y 73,88% respectivamente. Las clases diamétricas de 40 cm a 50 cm con 0,16 tC/ha (392,97 tC), de 50 cm a 60 cm con 1,70 tC/ha (4065,06 tC) y de 80 cm a 90 cm con 1,49 tC/ha (3562,88 tC) presentan menor carbono almacenado que suman en total 3,35 tC/ha y 8020,91 tC que constituye el 29,13% y 29,14% del bosque evaluado. Guerra (2021, p. 21-22), para el mismo tipo de bosque registró para siete especies comerciales 1,19 tC/ha y 1046,41 tC, donde *V. calophylla* (0,55 tC/ha y 482,44 tC) reporta 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); mientras que *V. cuspidata* (0,01 tC/ha y 11,30 tC) y *C. odorata* (0,01 tC/ha y 7,96 tC) contienen menor carbono almacenado. 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 almacenado. Frias, (2015, p. 44), manifiesta que el stock de carbono de las 25 especies más importantes es de 84,41 tC/ha (88,34%) de un total de 95,55 tC/ha. Asimismo, indica que *E. bracteosa*

(116,38 tC/ha) y *P. guianensis* (9,26 tC/ha) contienen la mayor cantidad; mientras que *H. tomentosa* (0,90 tC/ha), *V. peruviana* (1,11 tC/ha) y *S. guianensis* (0,84 tC/ha), reportan menor cantidad. La discrepancia que se observa se podría atribuir a las especies registradas, al número de árboles evaluados, densidad de la madera, tipo de bosque, actividades antrópicas, edad del bosque, factores ambientales, entre otros.

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES

1. La composición florística nos permite conocer las especies de un área geográfica, su distribución y fisonomía. También tienen impacto sobre la conservación del ambiente, porque se consigue una visión más amplia de los mecanismos biológicos que allí operan. Con ello se logran propagar las especies encontradas y preservar las condiciones ecológicas que permitan su existencia.
2. El análisis de la distribución del número de árboles por clase diamétrica nos permite inferir el estado demográfico de las poblaciones existentes cerca del bosque de colina baja y sus posibles problemas de conservación. Una distribución de tamaños en forma de “J” invertida es decir con una mayor proporción de árboles en las clases diamétricas menores aseguran el reclutamiento y la regeneración de la población. En general, la distribución diamétrica de los árboles del bosque evaluado confirma que existe un problema de actividad antrópica.
3. Es importante conocer la cantidad de biomasa contenida en el bosque de colina baja y la influencia de las especies de árboles que presentan la más alta cantidad de biomasa ya que referencian el potencial del carbono almacenado que permitirá elaborar planes de manejo.
4. Con el conocimiento del carbono almacenado del bosque de colina baja se conseguirá determinar la dinámica del carbono de este ecosistema, que bien manejado podría generar beneficios a las comunidades en el valor de este recurso.
5. Se acepta la hipótesis de la investigación en el sentido que existe alta correlación ( $r=0,870$ ) entre la estructura diamétrica y biomasa y entre la

estructura diamétrica y el carbono almacenado ( $r=0,869$ ), para un  $\alpha = 0,01$  de significancia.

## CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

1. Efectuar el manejo del bosque de colina baja con las especies *A. lorentensis*, *R. cruegeri*, *B. macrophylla* y *V. lomatophylla* porque contienen valores más altos de biomasa y carbono almacenado.
2. Evaluar todas las especies forestales con  $\geq 10$  cm de DAP con la finalidad de estimar el carbono almacenado real del bosque de colina baja.
3. Realizar estudios tendientes a determinar una ecuación alométrica que mejor se ajuste al cálculo de la biomasa de las especies forestales del bosque de colina baja.

## CAPITULO VIII: FUENTES DE INFORMACIÓN

- 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 Magister, Centro de Investigación en Geografía y Geomática “Ing. Jorge I. Tamayo”, A. C].  
<https://centrogeo.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1012/17/1/48-2013-Tesis-Almaz%C3%A1n%20Gonz%C3%A1lez%20Juan%20Andr%C3%A9s-Maestro%20en%20Geom%C3%A1tica.pdf>
- Acosta, J. J. y Tupaz, F. F. (2007). *Cuantificación de la captura de carbono por la biomasa aérea de aliso (Alnus jorullensis H.B.K.) en dos arreglos agroforestales de la granja experimental Botana*. [Tesis de Ingeniero, Universidad de Nariño].  
<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A11212e/A11212e.pdf>
- Alvarado, J. S. (2015). *Estructura horizontal y valoración económica de las especies de madera comercial en cuatro tipos de bosque, distrito de Torres Causana, Loreto, Perú*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].  
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/2415>
- Connolly, R. Y. y Corea C. A. (2007). *Cuantificación de la captura y almacenamiento de carbono en sistema agroforestal y forestal en seis sitios de cuatro municipios de Nicaragua*, [Trabajo de diplomado, Universidad Nacional Agraria]. <https://repositorio.una.edu.ni/id/eprint/1103>
- Chambi, P. P. (18-20 de octubre de 2001). *Valoración económica de secuestro de carbono mediante simulación aplicada a la zona boscosa del río Inambari y Madre de Dios*. Simposio medición y monitoreo de la captura de carbono en ecosistemas forestales. Valdivia-Chile.

- Dauber, E., Terán, J. y Guzmán, R. (2008). Estimaciones de biomasa y carbono en bosque naturales de Bolivia. *Revista forestal iberoamericana*, 1(1), 1-10.  
<https://www.academia.edu/10364141/>
- Fondo Nacional para Áreas Naturales Protegidas por el Estado. (2007). *Inventarios Forestales. Componente temático para la mesozonificación ecológica y económica de las cuencas de los ríos Pastaza y Morona*.
- Flores, M. (2017). *Captura de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en la “chillihua” (festuca dolichophylla presl) de los pastizales del CIP ILLPA-Puno*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional del Altiplano].  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/3900>
- Frias, J. (2015). *Biomasa total y stock de carbono en tres tipos de bosque en la cuenca media del río Arabela, Loreto-Perú-2014*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].  
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4991>
- García, D. F. (2014). *Composición y estructura florística del bosque de neblina montano, del sector “San Antonio De La Montaña”, Cantón Baños, provincia de Tungurahua*. [Tesis de Ingeniero, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/3476>
- Guerra, W. R. (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 de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <https://hdl.handle.net/20.500.12737/7428>
- Higuchi, N. y carvalho, J. A. (1994). *Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia*. *In: Anais do seminário Emissão por sequestro de CO<sub>2</sub> uma nova oportunidade de negócios para o Brasil*. Rio de Janeiro.

- 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*. [Archivo PDF]. [http://www.iiap.org.pe/Upload/Taller\\_CARBONO/Memoria\\_Taller%20carbono.pdf](http://www.iiap.org.pe/Upload/Taller_CARBONO/Memoria_Taller%20carbono.pdf)
- Honorio, E. y Baker, T. (2010). *Manual para el monitoreo del ciclo de carbono en bosques amazónicos*. ESERCAF. <https://hdl.handle.net/20.500.12921/290>
- 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 de Ingeniero, Universidad Nacional de Ucayali]. <http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/2118>
- Maldonado, K. D. (2016). *Estructura y composición florística, posterior al aprovechamiento de un bosque húmedo tropical en el nororiente de la amazonía ecuatoriana*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Técnica del Norte]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/5331>
- Maquera, D. (2017). *Determinación del contenido de carbono por especie forestal en el bosque del CIP Camacani UNA-Puno por titulación*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6183>
- 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 de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4474>
- Palomino, D. (2007). *Estimación del servicio ambiental de captura del CO<sub>2</sub> en la flora de Los humedales de Puerto Viejo*. [Tesis de Magister, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/800>

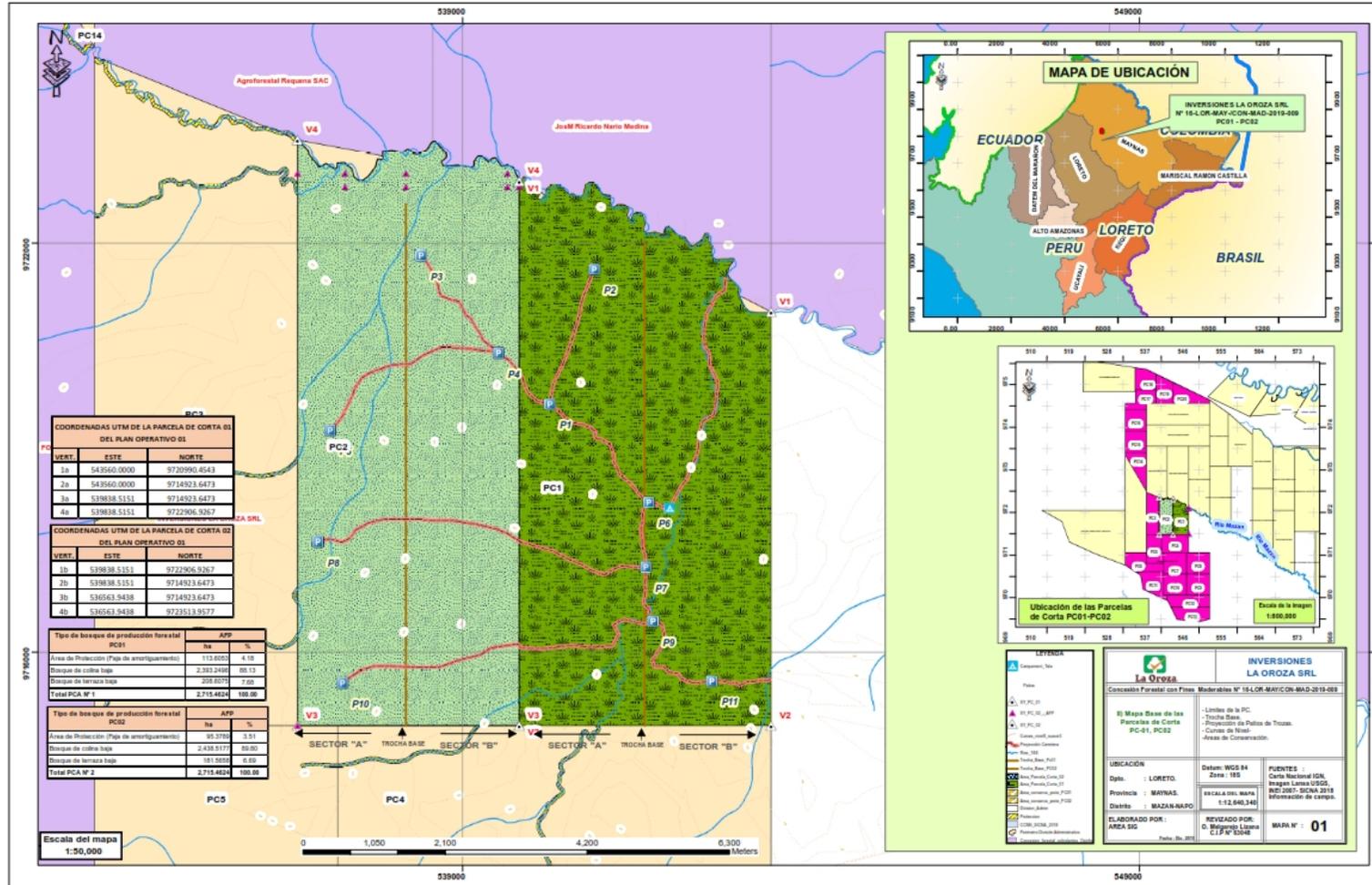
- Paucar, E. y Cjuno, K. J. (2015). *Stock de carbono de la biomasa aerea y necromasa en un bosque de terraza alta presente en dos concesiones de reforestacion en el sector Santa Rita Baja, distrito de Inambari, Madre De Dios*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. <http://hdl.handle.net/20.500.14070/215>
- Quispe, W. (2010). *Estructura horizontal y vertical de dos tipos de bosque concesionados en la región Madre de Dios*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. <http://hdl.handle.net/20.500.14070/82>
- Rae y Asale. (2010). *Ortografía de la lengua española*. Espasa. <https://www.rae.es/obras-academicas/ortografia/ortografia-2010>
- Riofrio, G. R. G. (2016). *Valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> en dos tipos de bosque en el distrito de Urarinas. Loreto, Perú*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/4606>
- 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 de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3820>
- Rivera, E. (2018). *Evaluación del potencial almacenamiento de carbono en la especie stipa ichu (ichu) en la microcuenca chaclatacana- Huancavelica*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional Federico Virrreal]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2505>
- Rojas, F. (2018). *Valor económico del volumen maderable y valor económico del secuestro de CO<sub>2</sub> en dos tipos de bosque del distrito de Pastaza, Datem Del Marañón, Loreto*. [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana]. <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/5633>

- Rosas, A. y Zúñiga, C. Juan. 2010. *Estadística descriptiva e inferencial I. Correlación y regresión lineal. Colegio de bachilleres. México.*  
[https://www.conevyt.org.mx/bachillerato/material\\_bachilleres/cb6/5sempdf/edin1/edi1\\_f03.pdf](https://www.conevyt.org.mx/bachillerato/material_bachilleres/cb6/5sempdf/edin1/edi1_f03.pdf)
- Sabogal, C., Carrera, F., Colan, V., Pokorny, B. y Lauman, B. (2004). *Manual para la planificación y evaluación del manejo forestal operacional en bosques de la amazonía peruana. Fondebosque.* <https://hdl.handle.net/10568/19013>
- Vásquez, S. A. (2019). *Valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> en dos tipos de bosque del distrito de Mazán, Loreto. 2018.* [Tesis de Ingeniero, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].  
<http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6820>
- Velasques, J. V. (2019). *Captura y almacenamiento de carbono relacionado con la totora "Schoenoplectus californicus" del área de conservación regional Albufera de Medio Mundo-Végueta 2017.* [Tesis de Maestro, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión].  
<http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/3622>
- Wabo, E. (1999). *Estructura y densidad. Curso de dasometría. Guía de clases. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales.* [Universidad Nacional de la Plata].  
[https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76165/mod\\_folder/content/0/14\\_Estructura\\_y\\_densidad.pdf?forcedownload=1](https://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php/76165/mod_folder/content/0/14_Estructura_y_densidad.pdf?forcedownload=1)
- 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>

## **ANEXO**

# MAPA BASE DE LA CONCESION FORESTAL INVERSIONES LA OROZA SRL

## Concesión Forestal con Fines Maderables N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-009



Anexo 1. Mapa de ubicación del área de estudio



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

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

## Anexo 4. Identificación botánica de las especies forestales



UNAP

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 **CARLOS ENRIQUE ALVAN LINARES**, 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: "ESTRUCTURA DIAMÉTRICA Y CARBONO ALMACENADO EN LAS ESPECIES COMERCIALES DE UN BOSQUE DE COLINA BAJA DE LA CONCESIÓN FORESTAL N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-009 DEL 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:

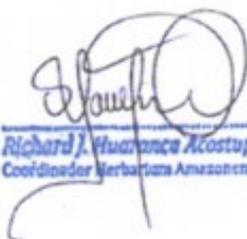
N°	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Aguanillo	<i>Otoba glycyarpa</i> (Ducke) W. A. Rodriguez & T. S. Jaram	Myristicaceae
2	Almendo	<i>Caryocar glabrum</i> (Aubl.) Pers.	Caryocaraceae
3	Ana caspi	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J.F. Macbr.	Fabaceae
4	Añuje rumo	<i>Anaueria brasiliensis</i> Kosterm.	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	Casho	<i>Anacardium giganteum</i> W. Hancock ex Engl.	Anacardiaceae
8	Copal	<i>Protium nodulosum</i> Swart	Burseraceae
9	Cumala	<i>Virola calophylla</i> Warb	Myristicaceae
10	Cumala llorona	<i>Osteophloeum platyspermum</i> (A. DC.) Warb.	Myristicaceae
11	Huayruro	<i>Ormosia amazonica</i> Ducke	Fabaceae
12	Mari mari	<i>Hymenolobium nitidum</i> Benth	Fabaceae
13	Marupa	<i>Simarouba amara</i> Aubl.	Simaroubaceae
14	Moena	<i>Aniba panurensis</i> (Meisn.) Mez	Lauraceae
15	Palisangre	<i>Brosimum rubescens</i> Taub.	Moraceae
16	Pashaco	<i>Acacia lorentensis</i> J. F. Macbr.	Fabaceae
17	Quillosa	<i>Vochysia lomatophylla</i> Standl.	Vochysiaceae
18	Shihuahuaco	<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Fabaceae

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia
20	Tornillo	<i>Cedrelinga cateniformis</i> (Ducke) Ducke	Fabaceae
21	Yacushapana	<i>Buchenavia macrophylla</i> Spruce ex Eichler	Combretaceae

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

Atentamente,

Iquitos, 13 de noviembre del 2021


Richard J. Huarcaya Acostupe  
Coordinador Herbarium Amazonense

## Anexo 5. Constancia de uso de base de datos



### CONSTANCIA

Mediante el presente documento, el señor **LUIS ANGEL ASCENCIO JURADO**, Gerente General de **INVERSIONES LA OROZA SRL**, autoriza al Bachiller **CARLOS ENRIQUE ALVAN LINARES**, con DNI N° 72614856, utilizar para su trabajo de investigación los datos del Censo Forestal del Contrato N° 16-LOR-MAY/CON-MAD-2019-009, ubicado en el distrito de Mazán, 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, 10 de agosto del 2021

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

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

**Sucursal:**  
Calle Bermudez N° 567  
Telf.: (065)22-3003 Cel.: 941908398  
IQUITOS - LORETO - PERU