UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

CARRERA DE BIOLOGIA

TRABAJO DE INTEGRACION CURRICULAR

TEMA:

POTENCIAL DE BIOMASA AÉREA Y RESERVAS DE CARBONO EN UN BOSQUE SIEMPREVERDE PIEMONTANO DE LA MICROCUENCA DEL RÍO ARAJUNO PROVINCIA DE PASTAZA.

AUTOR:

Jessica Gabriela Marmolejo Díaz

DOCENTE-TUTOR:

Dr. Yudel García Quintana PhD.

Puyo-Pastaza- Ecuador
2023

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Cumplen con los criterios
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	3/5	Es demasiado extenso, existe problemas de redacción
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	20/20	Cumplen con los criterios
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	5/15	El Marco Teórico es demasiado escueto, no existe una representatividad del contenido abordado en el artículo para una mayor articulación y coherencia.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	13/15	El tipo de investigación no está correctamente sustentado es experimental, con análisis descriptivo además no tiene autores al igual que el método de investigación, existe problema de redacción en el capítulo

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	21/25	La información de la Figura 1 es repetitiva, existe problema de redacción en este capítulo. El autor (Guevara et al., 2009), está mal citado en la bibliografía, aparece solo un autor y son varios, Los nombres científicos de las especies continúan sin autores, se pudo profundizar más en la discusión de los resultados con autores.
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	8/10	Continúan los problemas de redacción en las conclusiones
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	2/5	Las referencias no están ajustadas a las normas APA
VALORACIÓN TOTAL	**77**	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	**X**
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	**77**

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
YOEL RODRIGUEZ GUERRA

Dr. Yoel Rodríguez Guerra

Dado en la ciudad de Puyo, a los **09 días del mes de marzo de 2023**

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
(Uno por cada evaluador)

En el siguiente cuadro se detalla un conjunto de criterios a evaluar con un total de cien (100) puntos.		
Criterios	**Puntaje**	**Argumentos de la calificación**
1. TÍTULO		
El título es conciso e informativo de la idea principal del escrito. Genera expectativas de lectura que se cumplen.	5/5	Cumple con los criterios
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de qué se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales hallazgos y conclusiones.	4/5	Cumple parcialmente con los criterios
3. INTRODUCCION		
Entrega información sobre la temática a tratar. Describe la relevancia del tema dentro de las temáticas de investigación, vinculación y docencia. Presentación del problema y objetivos del problema del artículo de manera clara y concisa.	18/20	Cumple parcialmente con los criterios
4. MARCO TEÓRICO		
Marco teórico coherente y articulado con los objetivos. Entrega conceptos de términos que son empleados en el estudio. Sustenta el referente conceptual con adecuadas fuentes de autoridad.	8/15	Cumple parcialmente con los criterios, falta aumentar más términos empleados en el estudio.
5. METODOLOGIA		
Describe el tipo de investigación a desarrollar. Expone con claridad el procesamiento de la información y obtención de los datos. Plantea los criterios de análisis con que se abordó la información.	14/15	Cumple parcialmente con los criterios

6. ANÁLISIS DE RESULTADOS		
Entrega los resultados de manera organizada a partir del problema planteado, objetivos específicos, etc. Los cuadros y figuras son pertinentes y están claramente representados. El texto no repite información entregada en los cuadros y figuras.	20/25	Cumple parcialmente con los criterios Aún se evidencian errores en la redacción de los apartados 3.1, 3.2 y 3.3
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10/10	Cumple con los criterios
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	3/5	Las referencias no están ajustadas a las normas APA. La bibliografía presenta referencias que no se encuentran en el texto.
VALORACIÓN TOTAL	82/100	

DICTAMEN

Marque la casilla correspondiente a su criterio de evaluación respecto al documento revisado.

Recomendación	**Marque con X**
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	82

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
ANDREA CAROLINA BELTRAN CONLAGO

Msc. Andrea Carolina Beltrán Conlago

Dado en la ciudad de Puyo, a los 10 días del mes de marzo de 2023

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA DE ING. FORESTAL

Puyo, 02-03-2023

Por medio del presente CERTIFICO que:

El Trabajo de Integración Curricular correspondiente al estudiante: Jessica Gabriela Marmolejo Díaz, con C.I. 1600930646, con el Tema: "**Potencial de biomasa aérea y reservas de carbono en un bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Arajuno Provincia de Pastaza**", de la carrera de Biología. Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular, Dr. Yudel García Quintana, ha sido revisado mediante el sistema antiplagio URKUND, reportando una similitud del 2%, Informe generado con fecha 02-03-2023 por parte del director conforme archivo adjunto.

Particular que comunico a usted para los fines pertinentes

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
YUDEL GARCIA QUINTANA

Dr. Yudel García Quintana

Docente-tutor del Trabajo de Integración Curricular

Document Information

Analyzed document	ARTICULO BIOMASA BSPM_PARTE 3 sistema urkund.docx (D159935066)
Submitted	2023-03-02 21:27:00
Submitted by	GARCIA QUINTANA YUDEL
Submitter email	ygarcia@uea.edu.ec
Similarity	2%
Analysis address	ygarcia.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA
UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / 2022-Artículo Potencial de Biomasa y Carbono 04-02-2022 PARA URKUND.doc
Document 2022-Artículo Potencial de Biomasa y Carbono 04-02-2022 PARA URKUND.doc (D127108002)
Submitted by: ygarcia@uea.edu.ec
Receiver: ygarcia.uea@analysis.urkund.com
5

SA
UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / 2023.03.01 Vergara-Villalta final-URKUND.doc
Document 2023.03.01 Vergara-Villalta final-URKUND.doc (D159924332)
Submitted by: btorres@uea.edu.ec
Receiver: btorres.uea@analysis.urkund.com
1

Entire Document

Potencial de biomasa aérea y reservas de carbono en un bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Arajuno Provincia de Pastaza

Resumen El conocimiento de la composición, estructura y contenido de biomasa de un ecosistema es importante para dar inicio a procesos de conservación y restauración ecológica. El objeto de la presente iinvestigación fue evaluar el potencial de biomasa aérea de especies promisorias del ecosistema de bosque siempreverde piemontano como contribución a la mitigación del cambio climático. Este trabajo tuvo lugar en la reserva de la Isla Ecológica Mariana Miller localizada en la zona de amortiguamiento del rio Arajuno sitio identificado como Bosque siempre verde piemontano, que presenta una temperatura promedio que va de 20 a 26°C, una precipitación anual entre 2500 mm a los 5000 mm, en esta área se levantó información de 6 parcelas rectangulares distribuidas al azar de 20 m x 50 m, registrando las especies con DAP ≥ 10 cm. Los datos evaluados de dicho trabajo de campo fueron; medición del DAP, determinación del área basal, volumen de madera, determinación de biomasa aérea, biomasa por clases diamétricas, evaluación de reservas de carbono, IVIE. De esta manera el inventario arrojó un total de 200 individuos pertenecientes a más de 10 familias botánicas: Areaceae 36 individuos y 4 especies, Myristicaceae 21 individuos en 3

Potencial de biomasa aérea y reservas de carbono en un bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Arajuno Provincia de Pastaza

Marmolejo Díaz Jessica Gabriela[1]
jg.marmolejod@uea.edu.ec
García Quintana Yudel, PhD.[2]
ygarcía@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Vida, Carrera de Biología[1, 2]

Resumen

Los procesos de conservación y restauración ecológica se pueden lograr a través de estudios de composición, estructura y contenido de biomasa El objeto de la presente investigación fue evaluar el potencial de biomasa aérea de especies promisorias del ecosistema de bosque siempreverde piemontano. El trabajo se realizó en la reserva de la Isla Ecológica Mariana Miller ubicada cerca del rio Arajuno sitio del Bosque siempre verde piemontano, con una temperatura de 20 a 26°C, una precipitación anual entre 2500 mm a los 5000 mm, en esta área se implantaron 6 parcelas rectangulares distribuidas al azar de 20 m x 50 m, registrando las especies con DAP ≥ 10 cm. Los datos evaluados en campo fueron; medición del DAP, determinación del área basal, volumen de madera, determinación de biomasa aérea, biomasa por clases diamétricas, evaluación de reservas de carbono, IVIE. De esta manera el inventario arrojó un total de 200 individuos de 10 familias botánicas: Areaceae 36 individuos y 4 especies, Myristicaceae 21 individuos en 3 especies, Fabaceae 14 individuos, Urticaceae 12 individuos, Salicaceae 11, Moraceae 10, Asteraceae 8 y Rubiaceae 8 individuos, Meliaceae 7, y Malvaceae con solo 6 individuos. Se obtuvo que la mayor concentración de biomasa aérea en los individuos de clase diamétrica ≥ 50 cm. Las especies *Jacaranda copaia* (Bignoniaceae), *Ficus insignia* (Moraceae), y *Sterculia* sp. (Malvaceae), presentaron mayor acumulación de biomasa, con valores de 1270,83 Mg/ha^{-1} y reservas de carbono de 635.41 Mg/ha^{-1}. Se resalta la importancia de las especies botánicas: *Iriartea deltoidea*, *Otoba glycycarpa*, *Piptocoma discolor* y *Cecropia sciadophylla* con mayor peso ecológico por su elevado número de individuos. Estos resultados aportan información valiosa para la toma de

decisiones de conservación y restauración ecológica de este importante ecosistema con la finalidad de proteger y preservar las reservas de carbono**.**

Palabras clave*:* especies promisoras, biomasa, reservas de carbono, clases diamétricas.

Abstract

Ecological conservation and restoration processes can be achieved through studies of composition, structure and biomass content The purpose of this research was to evaluate the potential of aerial biomass of promising species of the Piedmont evergreen forest ecosystem. The work was carried out in the reserve of the Mariana Miller Ecological Island located near the Arajuno river site of the Piedmont Evergreen Forest, with a temperature of 20 to 26 ° C, an annual rainfall between 2500 mm to 5000 mm, in this area 6 rectangular plots were implanted randomly distributed of 20 m x 50 m, registering species with DAP ≥ 10 cm. The data evaluated in the field were; measurement of DAP, determination of basal area, wood volume, determination of aerial biomass, biomass by diametric classes, evaluation of carbon stocks, IVIE. In this way the inventory yielded a total of 200 individuals from 10 botanical families: Areaceae 36 individuals and 4 species, Myristicaceae 21 individuals in 3 species, Fabaceae 14 individuals, Urticaceae 12 individuals, Salicaceae 11, Moraceae 10, Asteraceae 8 and Rubiaceae 8 individuals, Meliaceae 7, and Malvaceae with only 6 individuals. It was obtained that the highest concentration of aerial biomass in individuals of diametric class ≥ 50 cm. The species Jacaranda copaia (Bignoniaceae), Ficus insignia (Moraceae), and Sterculia sp. (Malvaceae), presented greater accumulation of biomass, with values of 1270.83 Mg/ha-1 and carbon stocks of 635.41 Mg/ha-1. The importance of botanical species is highlighted: Iriartea deltoidea, Otoba glycycarpa, Piptocoma discolor and Cecropia sciadophylla with greater ecological weight due to their high number of individuals. These results provide valuable information for decision-making for conservation and ecological restoration of this important ecosystem in order to protect and preserve carbon stocks.

Keywords*:* promising species, biomass, carbon reserves, diameter classes.

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques amazónicos del Ecuador tienden a poseer una gran riqueza bilógica, que normalmente se conjugan en los trópicos, encontrando más de 4 mil plantas vasculares de las cuales el 27,3% son endémicas. En este contexto, es importante la conservación del bosque siempreverde piemontano o piedemonte amazónico como también se conocen, que son muy valiosos biológicamente, pero, además, están presionados por la explotación ganadera y maderera que afligen a este ecosistema y ponen en riesgo a la vida silvestre (Aguirre et al., 2018).

Según De Lucas et al., (2012), la biomasa se produce de manera natural en todos los ecosistemas, más aún en aquellos que no han sufrido intervención antrópica. La composición de la biomasa está constituida por elementos fundamentales para la vida tales como: hidrógeno (H), nitrógeno (N), carbono (C), azufre (S) e incluso oxígeno (O), siendo una de las principales ventajas de la existencia de biomasa en los diferentes tipos de bosques la disminución de emisiones de CO_2 que es consecuencia de la presencia de poblaciones vegetales durante su desarrollo fenológico y la disminución de los residuos, dado que, el reciclaje de biomasa en procesos de digestión aerobia puede anular la carga contaminante de ciertos residuos y lo mismo se replica para logar mitigar y evitar la erosión del suelo, lo que se logra al contar con poblaciones de plantas perennes en los sistemas boscosos. La biomasa forestal también es una importante fuente benéfica para todos los tipos de ecosistemas, dado que está conformada por lo que se localiza por debajo como por encima del suelo, por lo cual es indispensable la evaluación de la misma en zonas de alto contenido de biomasa y alta diversidad biológica.

Para Tierres, (2020) los bosques siempreverdes piemontanos tienen las características de ser altamente productivos en temas de biomasa, teniendo fracciones importantes de carbono y de nutrientes, esta misma biomasa vegetal resulta ser un indicador de los cambios climáticos y de sus funciones ecológicas, siendo un factor indispensable para la resiliencia de los ecosistemas. El potencial de carbono que se encuentra en los bosques amazónicos del Ecuador se encuentra influenciado por diferentes tipos de fenómenos naturales y de actividades antrópicas y estas alteran la estructura y funciones de los bosques en el proceso del ciclo del carbono. En este tipo de ecosistema todos los factores son vitales; sin embargo, uno de ellos es fundamental para mantener los ciclos biogeoquímicos en los mismos, este

factor es la biomasa, la cual es indispensable para los bosques, ya que de ella depende la captura de CO_2 y este se acumula en el suelo y de esta manera se constituyen reservas de carbono, los cuales actúan como sumideros de carbono (Paz & Mostacedo, 2020).

Los bosques siempreverde piemontano, a nivel del Ecuador, están caracterizados por tener tierra firme, estructuras boscosas densas que van de 15 a 35 m, de altura con una cobertura densa que consta de abundantes lianas que se asocian al fondo florístico dominante de flora de la zona occidental de la amazonía, que además tienden a relacionarse con rocas volcánicas y sedimentarias. Estos ecosistemas abarcan cantones como Chalcana, Arajuno y Mera, teniendo como familias botánicas más predominantes las Fabaceae, Rubiaceae, Melastomataceae, Moraceae y Euphorbeaceae (MAE, 2012).

En el caso del Cantón Arajuno, el plan de ordenamiento territorial del año 2014 reporta que, más de 754.560 ha corresponden a este tipo de ecosistema amazónico, y todos ellos están ubicados con una alta prioridad de conservación, esto debido a la fragilidad por las fuertes pendientes, baja fertilidad de los suelos, deficiente propiedades físicas del suelo, elevada susceptibilidad en procesos erosivos, conversión de uso de suelo, explotación maderera y degradación de la capa fértil de estos bosques.

Con este antecedente, la presente investigación tiene por objetivo evaluar el potencial de biomasa aérea de un sector de un bosque siempreverde piemontano del río Arajuno como herramienta para seleccionar especies promisorias en relación a la cantidad de biomasa y reservas de carbono. Lo mismo que se traducirá en la generación de información sobre la capacidad de este tipo de ecosistema amazónico en cuanto a la captura de carbono en una de las regiones de la provincia y también una de las zonas más importantes para la conservación de la biota del país.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Localización del área de estudio

El área de estudio se llevó a cabo en un sector perteneciente a la Reserva de la Isla Ecológica Mariana Miller, ubicada en la zona de amortiguamiento del río Arajuno, cercano a la desembocadura de la bocana del río Puní, que limita al norte con las provincias de Napo y

Orellana y al sur con el cantón Pastaza que ubica al ecosistema del bosque siempreverde piemontano (Figura 1).

Dentro de las principales características del área de estudio está su rango altitudinal que va desde 155 a 1128 msnm, su temperatura oscila entre 20 y 26 ˚C, su precipitación anual entre 2500 y 5000 mm. Las temporadas de lluvia entre abril y junio son bajas a diferencia del mes de enero, las precipitaciones son homogéneas. En este cantón operan seis empresas petroleras con concesión en los bloques 17, 21, 30 y campo Tiguino, 22,10; resultando que más del 55% de la superficie del cantón está concesionado con explotación petrolera, además de eso existe la extracción de material pétreo y mineral. Los tipos de suelos que predominan son entisoles, alfisoles y ultisoles. Este tipo de ecosistemas está relacionado con procesos vulcano sísmicos, y lluvias intensas que brindan cabida a la presencia de afluentes como lo es la microcuenca de los ríos Curaray, Nushiño, Sindy, Tuni Yacu, Taisha Curaray y la microcuenca del río Arajuno (PDOT Arajuno, 2014).

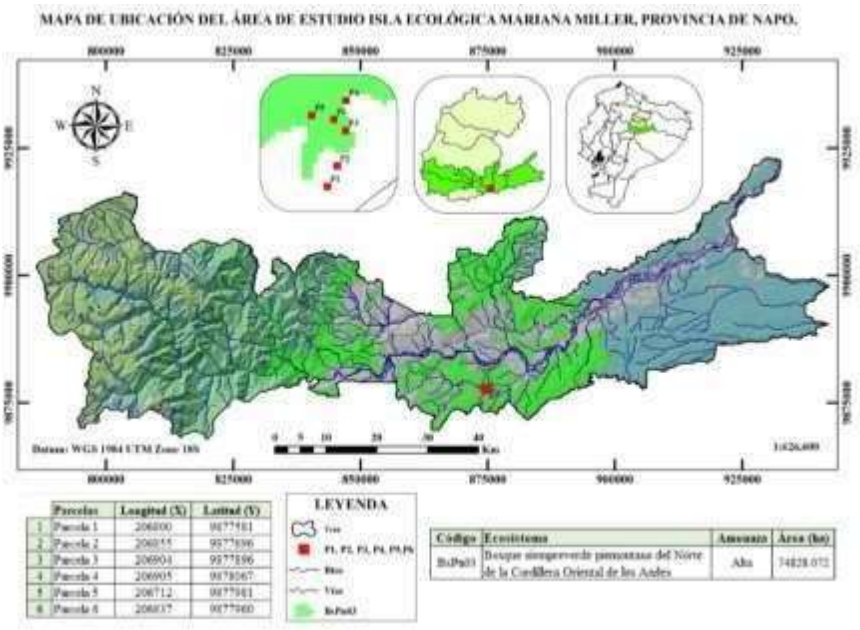


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio correspondiente a la Reserva de la Isla Ecológica Mariana Miller, Provincia de Napo, ecosistema del Bosque siempre verde piemontano.

En la tabla 1 se muestran las parcelas establecidas en el sitio de estudio con su georreferenciación.

Tabla 1. Localización geográfica del área de estudio, delimitación de parcelas

Datum: WGS 1984 UTM Zone 18S				
Provincia	**Parcela**	**Zona**	**Coordenada X**	**Coordenada Y**
Napo	Parcela 1	18S	206800	9877581
Napo	Parcela 2	18S	206855	9877696
Napo	Parcela 3	18S	206904	9877896
Napo	Parcela 4	18S	206905	9878067
Napo	Parcela 5	18S	206712	9877981
Napo	Parcela 6	18S	206837	9877960

Fuente: Elaboración propia del autor

2.2 Tipo y métodos de investigación

2.2.1 Tipo de investigación

El estudio comprendió una fase experimental por el trabajo desarrollado en campo, que posteriormente se traduce a un tipo de investigación analítica y descriptiva mediante la aplicación de análisis de datos. Esta información sirve para seleccionar las especies promisorias en la acumulación de biomasa y captura de carbono.

2.2.2 Método de investigación

En esta investigación se aplicó el método de observación *in situ* y de medición. Este método permitió reconocer las especies con mayor altura y diámetro del inventario florístico. La medición facilitó datos para el cálculo del contenido de biomasa y carbono, de tal forma se dispuso los criterios para la toma de decisiones para el manejo de los sumideros de carbono que se encuentran en este reservorio de bosque.

2.3 Procedimiento para la obtención de información y datos

2.3.1 Unidades de muestreo y tamaño de la muestra

La fase del trabajo de campo se realizó en el año 2019 del mes de enero a febrero, lo que permitió la obtención de los datos. En la cual se establecieron 6 parcelas temporales de 20 x 25 m (500 m^2), distribuidas al azar. Se consideró la accesibilidad, topografía y heterogeneidad del terreno donde se delimitó las parcelas mediante piolas y estacas. En cada parcela se ubicó y se señaló las especies arbóreas y palmas que presentaban un DAP ($d_{1,30}$) ≥ 10 cm. Se obtuvo las variables de interés altura total, altura comercial y diámetro. La

identificación de las especies se realizó mediante el apoyo de un botánico de la localidad con conocimiento de plantas. Los materiales usados en el trabajo de campo fueron los siguientes: cinta diamétrica, clinómetro, libreta de campo, lápiz, GPS, Piola, pintura en spray, machete.

2.3.1.1. Metodología para el estudio de la composición florística de un sector del bosque siempreverde piemontano

Las especies de flora identificadas en el inventario fueron agrupadas por familias botánicas, donde cada una tiene sus características estructurales. Las variables que se obtuvieron fueron el número de especies de cada familia, diámetro a la altura del pecho (DAP), el área basal (AB) y el volumen de la madera (V).

2.3.1.2 Medición del diámetro a la altura del pecho

La medición del diámetro a la altura del pecho (DAP) expresada en cm, aportó datos relevantes para la ecuación alométrica empleada para el cálculo de biomasa aérea.

2.3.1.3 Determinación del área basal

El área basal se estableció en función de lo aplicado por (Aguirre et al., 2017), lo mismo que se traduce en la reinterpretación de la fórmula que se utiliza a continuación:

$$AB = \frac{\pi}{4} DAP^2$$

Dónde:

AB es el área basal (m^2).

π (constante) 3,14159.

DAP es el diámetro a la altura del pecho (cm).

2.3.2 Determinación del volumen de la madera

Para Aguirre et al., (2017), para la determinación del volumen de la madera en m^3 se debe considerar la altura total, el DAP y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$V = AB \cdot H \cdot ff$$

Donde:

V volumen de la madera (m^3).

AB es el área basal (m^2).

H es la altura total del árbol (m).

ff es el factor de forma (0.5).

2.3.2.1. Metodología para determinar el contenido de biomasa y las reservas de carbono de un sector del bosque siempreverde piemontano

Para la determinación de la biomasa aérea se utilizó el método indirecto, el cual consiste en usar las ecuaciones alométricas, mediante los datos de DAP y la densidad específica de la madera de cada especie individual.

2.3.2.2. Determinación de biomasa aérea

Para la estimación de la biomasa aérea (BA) se utilizó la ecuación alométrica de Chave et al. (2005), que concuerda perfectamente con las características de este tipo de bosques, la cual se expresa de la siguiente manera:

$$AGB = \rho \cdot \exp\left(-1.499 + 2.148\ln(DAP) + 0.207\,(\ln(DAP))^2 - 0.0281\,(\ln(DAP))^3\right)$$

Dónde:

P: densidad específica de la madera (g/cm^3).

DAP: diámetro a la altura del pecho (m) de todos los árboles DAP ≥ 10 cm.

AGB: biomasa aérea por especie o por familias (Mg/ha^{-1}) de masa seca.

Se utilizaron los datos de densidad específica de la madera de cada especie, a partir de los estudios desarrollados a nivel local y en algunos casos donde la densidad específica no estuvo disponible se utilizó la media global (p) para América del Sur tropical de 0,632 g/cm^3 (García Quintana et al., 2021).

2.3.2.3 Biomasa por clases diamétricas

Para poder cuantificar el potencial de la biomasa aérea por clases diamétricas (CD), a nivel de familias botánicas, se establecieron los valores de diámetros por rangos con una marca de clase de diez (10-19,99; 20-29,99; 30-39,99; 40-49,99; 50-50,99 y ≥ 60 cm) y se procedió a obtener el contenido de biomasa acumulada que se encontró por cada clase diamétrica.

2.3.3 Reservas de carbono total almacenado en la biomasa

Varios autores se refieren a un factor para la transformación de biomasa a carbono, dado que el contenido de carbono corresponde al 50% de biomasa. Tal es el caso, de lo descrito por Astudillo, (2019); que sugiere usar el factor 0,5 para la transformación de biomasa a carbono y esto queda traducido en la aplicación de la siguiente fórmula:

$$CAGB = AGB \cdot 0.5$$

Dónde:

CAGB: cantidad de carbono almacenado en la biomasa (Mg/ha^{-1}) por especie o familia.

AGB: biomasa aérea por especie o por familia (Mg/ha^{-1}).

2.3.3.1 Metodología para identificar las especies promisorias para la acumulación de biomasa y reserva de carbono

2.3.3.2 IVI a nivel de especies

El índice de valor de importancia ecológica a nivel de especies (IVI) es un índice estructural que permite principalmente desarrollar jerarquías de dominancia de cada especie, (Salazar et al., 2018). Los valores obtenidos se conocen como el porcentaje de importancia de una especie de plantas que se encuentran en un lugar determinado y la fórmula aplicada es la siguiente:

$$IVI = AR + DR + FR$$

$$AR = \frac{\text{Números de individuos}}{\text{Total de individuos}} \times 100\%$$

$$DR = \frac{\text{Área basal del individuo}}{\text{Área basal de todas las especies}} \times 100\%$$

$$FR = \frac{\text{Frecuencia absoluta del individuo}}{\text{Sumatoria total de las frecuencias absolutas}} \times 100\%$$

Dónde:

IVI: índice de valor de importancia (%) de cada especie.

AR: abundancia relativa (%) de cada especie.

DR: dominancia relativa (%) de cada especie.

FR: frecuencia relativa (%) de cada especie.

2.3.4 Índice de valor de importancia de biomasa a nivel de familias botánicas

Para Quintana et al., (2020), el índice de valor de importancia de biomasa a nivel de familias botánicas (BIVF), es la relación de la densidad relativa, área basal relativa y su biomasa relativa por arriba del suelo a diferentes niveles de familias botánicas.

El (BIVF) se calcula de la siguiente forma:

$$BIVF = (\text{NRF} + \text{BAF} + \text{AGBF})/3$$

Dónde:

BIVF: índice de valor de importancia de biomasa (%) a nivel de familias botánicas.
NRF: índice de abundancia (%) de cada familia botánica.
BAF: índice de área basal (%) de cada familia botánica.
AGBF: índice de biomasa aérea relativa (%) de cada familia botánica.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Composición florística del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Arajuno

El inventario realizado en el sector de bosque de la microcuenca del río Arajuno, específicamente en la Reserva de la Isla Ecológica Mariana Miller, Provincia de Napo reportó una composición florística con especies características de este tipo de ecosistema de bosque siempreverde piemontano. En la misma se han localizado 200 individuos pertenecientes a más de 10 familias botánicas, debidamente identificadas, entre las cuales destacan la familia Arecaceae con un total de 36 individuos y 4 especies, Myristicaceae con 21 individuos distribuidos en 3 especies, Fabaceae con un total de 14 individuos y 6 especies, Urticaceae con 12 individuos y 5 especies, Salicaceae con 11 individuos y 3 especies, Moraceae con 10 individuos y 5 especies, Asteraceae 8 individuos y 1 especies, Rubiaceae 8 individuos y 3 especies, Meliaceae 7 individuos y 2 especies, Malvaceae siendo la menos abundante con tan solo 6 individuos y 5 especies, así también otras familias que presentaron acumulan gran cantidad de individuos y especies ya que son la acumulación de familias de distinta naturaleza. La familia más abundante encontrada en el trabajo de campo fue Arecaceae y la de menor abundancia fue Malvaceae (Figura 2).

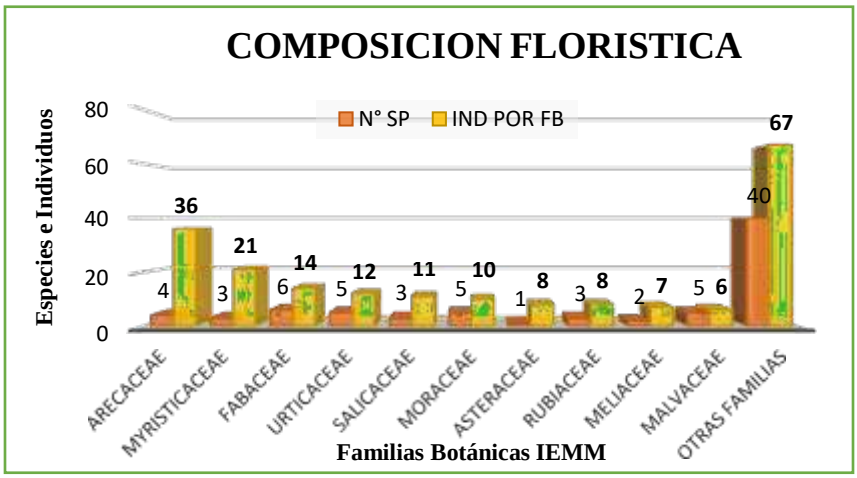


Figura 2. Composición florística de la microcuenca del río Arajuno, correspondiente al ecosistema del Bosque siempreverde piemontano, Isla Ecológica Mariana Miller, Provincia de Napo.

Fuente: Elaboración propia del autor.

En cuanto a la abundancia por familias existe una característica especial en los bosques amazónicos dado que según lo mencionado por (Guevara et al., 2009), los ecosistemas amazónicos de las zonas cercanas al río Napo están determinadas por familias numerosas como es el caso de Myristicacea y Fabaceae. En el estudio realizado se determinó la presencia de estas familias como grupos más abundantes, lo cual es típico de los bosques amazónicos y podría deberse a la existencia de suelos pobres en nutrientes.

En la Tabla 2 se muestran los valores de abundancia de individuos por familias botánicas, así como otros datos estructurales que caracterizan a esta importante zona ecológica. En relación a las características estructurales la familia Arecaceae presenta mayor DAP con un valor de 6,657 m, mientras que la de menor valor fue Malvaceae con 1,586 m, en cuanto al área basal la familia Asteraceae presenta el mayor valor con 1,2764 m2 y la familia Meliaceae el menor valor con 0,2087 m^2, resultados similares se determinaron para el volumen de madera donde el valor más alto es de 11,0395 m^3 y el más bajo es de 1,0918 m^2 para las mismas familias respectivamente.

Para Velásquez, (2015), la familia Arecaceae pertenece a grupos de especies que forman parte de la vegetación dominante en algunas zonas que permanentemente se localizan en márgenes de ríos, esto contribuye a la presencia de sus cualidades fenotípicas y morfológicas como es el caso del DAP, que regularmente son de un diámetro elevado lo que fácilmente concuerda con los resultados del presente estudio.

Tabla 2. Características estructurales de las familias reportadas en las parcelas del área de estudio, microcuenca del Río Arajuno, ecosistema del Bosque siempreverde piemontano, Isla Ecológica Mariana Miller, Provincia de Napo. Donde (DAP) representa el diámetro a la altura del pecho, (ab) equivale al área basal.

Familia	DAP (m)	Ab (m^2)	Volumen (m^3)	Ind
Arecaceae	6,657	0,9957	6,0231	36
Myristicaceae	3,998	0,7830	8,5211	21
Fabaceae	2,701	0,5012	3,5706	14
Urticaceae	2,817	0,6719	5,5052	12
Salicaceae	1,686	0,2279	1,1915	11
Asteraceae	3,537	1,2764	11,0395	8
Rubiaceae	2,226	0,6260	5,5303	8
Moraceae	1,645	0,5594	6,3254	7
Meliaceae	1,242	0,2087	1,0918	7
Malvaceae	1,586	0,4040	3,2003	6
Otras Familias	16,903	4,3893	42,8708	70
Total	**44,998**	**10,6436**	**94,8696**	**200**

Fuente: Elaboración propia del autor

3.2 Contenido de biomasa y reservas de carbono

3.2.1 Biomasa aérea

En la Figura 3 se muestran los resultados obtenidos de la cuantificación de la biomasa aérea por hectárea de bosque, resultando que las familias que contuvieron pocos individuos fueron agregadas a un solo grupo de familias que al juntarse formaron un pico de alta cantidad de biomasa siendo este grupo de familias distintas las que sostienen la mayor cantidad de biomasa con cerca de 400 Mg/ha^{-1} en el presente estudio, seguida de Asteraceae la cual fue la segunda con mayor cantidad de biomasa 174,64 Mg/ha^{-1}, esto está relacionado con la cantidad de individuos presentes, en segundo lugar se encontró a la familia Celastraceae con un total de 91,34 Mg/ha^{-1}, tercer lugar la familia Moraceae 84,00 Mg/ha^{-1}, y en última posición la familia Fabaceae únicamente con 50,71 Mg/ha-1, debido a que es la familia con menor número de individuos.

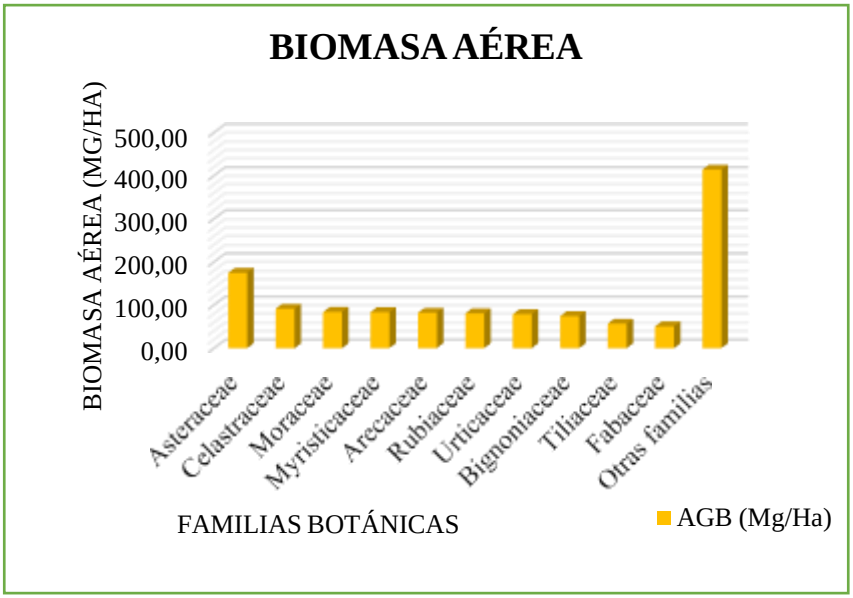


Figura 3. Biomasa aérea de las familias botánicas de la microcuenca del río Arajuno, ecosistema del Bosque siempreverde piemontano, Isla Ecológica Mariana Miller, Provincia de Napo.

Fuente: Elaboración propia del autor.

En un estudio realizado por Burga (2022), al cuantificar la cantidad de biomasa de especies forestales comerciales existentes en el bosque de terraza baja del distrito del Napo se identificó que *Virola loretensis* y *Otoba glycicarpa* pertenecientes a la familia Myristicaceae muestran mayor cantidad de biomasa en este tipo de ecosistema amazónico, esto concuerda con el comportamiento de los resultados del presente estudio, dado que una de las familias con mayor cantidad de biomasa del ecosistema de la microcuenca del río Arajuno fue Myristicaceae.

3.2.2 Reservas de carbono

Conforme la cuantificación de las reservas de carbono (Tabla 3), se reportó a la familia Asteraceae con mayor reserva (87,32 Mg/ha^{-1}), la familia Celastraceae como la segunda más representativa con una reserva de carbono de 45,67 Mg/ha^{-1}, mientras que las familias Rubiaceae y Uticaceae no tienen mucha diferencia en cuanto a la reserva de carbono con valores de entre 40,30 Mg/ha^{-1} y 39,34 Mg/ha^{-1} respectivamente. Algunas de las especies que no se consideran representativas en torno a la cantidad de reservas de carbono fueron: Bignoniaceae, Tiliaceae y Fabaceae.

Tabla 3. Reservas de carbono de la zona de la microcuenca del Río Arajuno, ecosistema del Bosque siempreverde piemontano, Isla Ecologica Mariana Miller, Provincia de Napo.

Familia	AGB (Mg/ha^{-1})	CAGB (Mg/ha^{-1})
Asteraceae	174,64	87,32
Celastraceae	91,34	45,67
Moraceae	84,00	42,00
Myristicaceae	83,45	41,73
Arecaceae	82,13	41,07
Rubiaceae	80,60	40,30
Urticaceae	78,69	39,34
Bignoniaceae	74,50	37,25
Tiliaceae	56,67	28,33
Fabaceae	50,71	25,35
Otras familias	414,10	207,05
Total	**1270,83**	**635,41**

Fuente: Elaboración propia del autor

La familia Celastraceae es un grupo de árboles y arbustos ampliamente distribuidos en las regiones tropicales y templadas, una de sus propiedades que más resalta en la industria es la obtención de té, aceites, colorantes y extractos medicinales. Aunque en el Ecuador la distribución está restringida se puede aseverar que este grupo de especies botánicas se encuentra en el bosque andino alto y sus poblaciones son dispersas (León, 2017).

3.2.3 Biomasa por clases diamétricas

En la Figura 4 se muestran los resultados obtenidos conforme a las clases diamétricas y la distribución de la biomasa, es así que la mayor concentración de biomasa se encontró en la clase diamétrica ≥50 cm de DAP, alcanzando un valor de 521,53 Mg/ha^{-1}, así mismo la clase diamétrica que le sigue de 40-49,9 cm posee una cantidad de biomasa de 293,53 Mg/ha^{-1}, mientras que en la clase diamétrica de 30-39,9 cm se encontró menor acumulación de biomasa contando con un valor de 102,59 Mg/ha^{-1}.

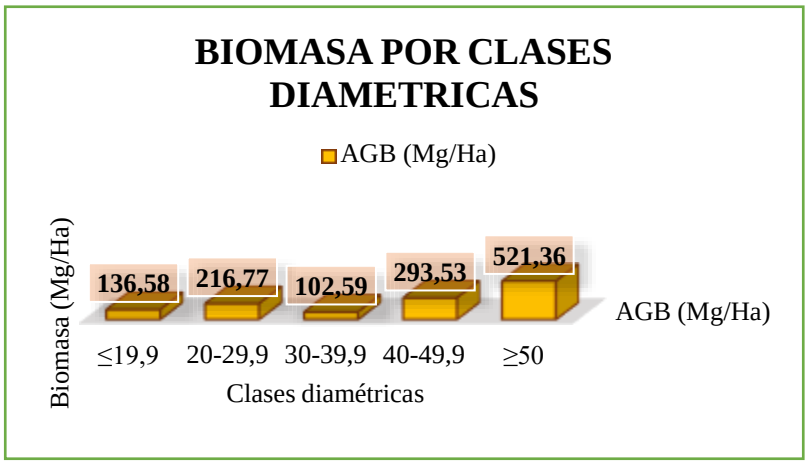


Figura 4. Biomasa aérea por clases diamétricas del ecosistema del bosque siempreverde piemontano, de la zona de la microcuenca del río Arajuno Isla Ecológica Mariana Miller, Provincia de Napo.

Fuente: Elaboración propia del autor.

Las especies *Jacaranda copaia* perteneciente a la familia Bignoniaceae, *Ficus insignia* de la familia Moraceae, y *Sterculia sp.* de las Malvaceae, se reconocieron por poseer cantidades elevadas de biomasa, las cuales poseen un DAP ≥ 50 cm. Estos resultados son similares a lo que se refleja en un estudio realizado por (Vásquez & Arellano, 2012), también se hace referencia al grupo de las Malvaceaes, en dicho investigación puntualizan a una especie de esta familia *Cavanillesia platanifolia*, donde los autores evidencian que la misma posee tamaños superiores a 100 cm de DAP y alturas mayores a 20 metros, una tendencia similar se encuentra en las especies encontradas en esta área de estudio en la microcuenca del Río Arajuno con ejemplares que presenta características morfológicas muy similares y además son especies que aportan grandes cantidades de biomasa por su diámetro mismas que se encontraron dominando el listado con respecto al DAP.

3.3 Especies promisorias para la acumulación de biomasa o carbono

3.3.1 Índice de valor de importancia ecológica a nivel de especies

En la tabla 4 se muestran los índices de importancia ecológica de las especies provenientes de las 10 familias botánicas identificadas en el estudio, los cuales se obtuvieron en base a los parámetros AR, FR, y FR. Es así que, las familias más representativas con su índice valor de importancia ecológica fueron: *Iriartea deltoidea* con 20,0399, *Otoba glycycarpa* 9,5262, *Piptocoma discolor* con 6,6109 y con menos IVIE a *Dendropanax arboreus* que presentó un valor de 1,7302.

La especie *Dendropanax arboreus,* no aparece entre las de mayor importancia ecológica en el presente estudio dado por su menor número de individuos. Para Figueroa & Puebla, (2009) aunque esta especie está localizada en abundantes parches de bosque de las zonas húmedas y de amplia distribución en la zona tropical e incluso en vegetación secundaria su distribución depende de aves migratorias neotropicales que dispersan sus semillas a través de la ingesta de su fruto (Vargas & Hidalgo, 2013). Es por ello que al depender de aves migratorias su dispersión y colonización está limitada, por lo cual se han encontrado pocas especies de la misma, lo que repercute en que su IVIE sea bajo.

Tabla 4. Índice de valor de importancia ecológica por especies en la microcuenca del Río Arajuno, ecosistema del Bosque siempreverde piemontano, Isla Ecológica Mariana Miller, Provincia de Napo. En la cual; (AR) se refiere a abundancia relativa, (FR) Frecuencia relativa, (DR) Dominancia relativa, (IVI) Índice valor de importancia.

NOMBRE CIENTIFICO	AR	FR	DR	IVI AL 300%	IVI AL 100%
Iriartea deltoidea	16	4,2735	39,8462	60,1197	20,0399
Otoba glycycarpa	9	4,2735	15,3051	28,5786	9,5262
Piptocoma discolor	4	1,7094	14,1234	19,8328	6,6109
Inga sp	3,5	3,4188	2,4130	9,3318	3,1106
Apeiba membranacea	2,5	3,4188	3,2129	9,1317	3,0439
Cecropia sciadophylla	3	1,7094	4,1921	8,9015	2,9672
Tetrathylacium macrophyllum	4	1,7094	1,6420	7,3514	2,4505
Turpinia occidentalis	2,5	2,5641	0,9431	6,0072	2,0024
Guarea grandifolia	2,5	1,7094	1,1977	5,4071	1,8024
Dendropanax arboreus	2	2,5641	0,6266	5,1907	1,7302
OTRAS ESPECIES	51	72,6496	16,4980	140,1475	46,7158
TOTAL	**100**	**100**	**100**	**300**	**100**

Fuente: Elaboración propia del autor.

3.3.2 Índice de valor de importancia de biomasa

La especie *Iriartea deltoidea* además de presentarse como una de las de mayor importancia ecológica se reportó como una de las más importantes en cuanto al índice de valor de importancia de biomasa acumulada, con valores de 30,06065%. Existe una marcada diferencia entre esta especie y *Celtis schippii* o *Dendropanax arboreus* dado que estas a más de ser las menos abundantes también poseen un bajo nivel de importancia según su biomasa, portando valores de tan solo 1,1244% y 1,0879 respectivamente (Tabla 5).

Tabla 5. Índice de valor de importancia de biomasa de las especies presentes en la zona de la microcuenca del río Arajuno, del ecosistema del Bosque siempreverde piemontano, Isla Ecológica Mariana Miller, Provincia de Napo.

NOMBRE CIENTIFICO	NF (%)	ABF (%)	BARF (%)	BIV al 300%	BIV al 100%
Iriartea deltoidea	16	39,8462	34,3356	90,1818	30,0606
Otoba glycycarpa	9	15,3051	16,7093	41,0144	13,6715
Piptocoma discolor	4	14,1234	15,6295	33,7529	11,2510
Cecropia sciadophylla	3	4,1921	5,1165	12,3086	4,1029
Apeiba membranacea	2,5	3,2129	3,9091	9,6220	3,2073
Tetrathylacium macrophyllum	4	1,6420	1,9146	7,5566	2,5189
Guarea grandifolia	2,5	1,1977	1,3476	5,0453	1,6818
Turpinia occidentalis	2,5	0,9431	1,0265	4,4697	1,4899
Celtis schippii	1,5	0,9003	0,9730	3,3733	1,1244
Dendropanax arboreus	2	0,6266	0,6371	3,2637	1,0879
Otras especies	53	18,0107	18,4010	89,4117	29,8039
Total	**100**	**100**	**100**	**300**	**100**

Fuente: Elaboración propia del autor.

4. CONCLUSIONES

- El estudio de la composición florística del bosque siempreverde piemontano de la microcuenca del río Arajuno, en la Reserva de la Isla Ecológica Mariana Miller, reportó la existencia de 10 familias botánicas con una gran cantidad de individuos, destacándose Arecaceae con un total de 36 individuos seguida de Myristicaceae 21 individuos y las menos favorecidas fueron Meliaceae con 7 individuos y Malvaceae con tan solo 6 ejemplares.
- La mayor acumulación de biomasa aérea y reservas de carbono proporciona información relevante para identificar especies promisorias para la acumulación y reservas de carbono, contribuyendo a la mitigación del cambio climático a nivel global, en el caso del presente estudio la mayor cantidad de biomasa se ubica en el punto de acumulación de otras familias botánicas sin embargo la segunda con más cantidad de biomasa es la familia Asteraceae con una cantidad de 174,64 Mg/ha^{-1} y una reserva de carbono de 87,32 Mg/ha^{-1}, mientras que la de menor contenido fue la familia Fabaceae con un total de 50,71 Mg/ha^{-1} y reserva de 25,35 Mg/ha^{-1}.

- Las clases diamétricas mayores (desde los 40 cm hasta ≥ 50 cm) presentaron mayor cantidad de biomasa, logrando captar un total de 521,36 Mg/ha^{-1} de biomasa. Los individuos presentes en la CD ≤ 19,9 cm representaron un total de 136,58 Mg/ha^{-1}.
- La especie con mayor importancia ecológica fue *Iriartea deltoidea* con un 20,0399 % y menor importancia para *Dendropanax arboreus* con un 1,7302 %. Esto contribuye a la toma de decisiones para la conservación y mantenimiento de la diversidad biológica de este grupo taxonómico de importancia para los bosques amazónicos.

REFERENCIAS

- Aguirre Z, Reyes B, Quizpe W, Cabrera A, (2017). Composición florística, estructura y endemismo del componente leñoso de un bosque montano en el sur del Ecuador. Arnaldoa 24 (2): 543 - 556, 2017. Pág. 1-14. diciembre 2017.
- Aguirre Mendoza, Jhofre. "Estructura Y Composición Florística Del Bosque Siempreverde Montano Bajo de La Parroquia San Andrés, Cantón Chinchipe, Provincia de Zamora Chinchipe, Ecuador." Arnaldoa, vol. 25, no. 3, Dec. 2018, https://doi.org/10.22497/arnaldoa.253.25306.
- Astudillo, Karen. "Valoración Económica del Parque Perla Ubicado En La Ciudad De Lago Agrio." Repositorio Espe, 2019, repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/20953/1/T-ESPE-039778.pdf.
- Burga M, (2022). Biomasa y Stock de carbono en las especies comerciales de un bosque de terraza baja del distrito del Napo, Loreto, 2019. Universidad Científica del Perú.http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1822/MARIA%20FE%20BURGA%20GUILLENA%20-%20TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., Fölster, H., Fromard, F., Higuchi, N., Kira, T., Lescure, J.-P., Nelson, B. W., Ogawa, H., Puig, H., Riéra, B., & Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. Oecologia, 145(1), 87-99. https://doi.org/10.1007/s00442-005-0100-x
- De Lucas, Ana, et al. "Biomasa, Biocombustibles Y Sostenibilidad." Centro Tecnológico Agrario Y Agroalimentario. ITAGRA.CT, 2012, pp. 1–216,

www.museonoelkempff.org/sitio/Informacion/KEMPFFIANA/kempffiana16(2)/Paz&Mostacedo-Biomasa-de-arboles.pdf.

- Figueroa-Esquivel, Elsa, and Fernando Puebla-Olivares. "Importancia de un árbol tropical (*Dendropanax arboreus*) para aves migratorias neárticas en México." Ornitología neotropical, vol. 20, 2009, pp. 391–399, aramara.uan.mx:8080/bitstream/123456789/1529/1/OrnitologiaNeotropical20%282009%29391.pdf.
- García Quintana, Yudel, et al. "Biomasa Aérea de Familias Botánicas En Un Bosque Siempreverde Piemontano Sometido a Grados de Intervención." Colombia Forestal, vol. 24, no. 1, 1 Jan. 2021, pp. 45–59, https://doi.org/10.14483/2256201x.15939.
- Guevara, J. Shiguango, H. Luna, D. "Evaluación de la Flora Arbórea de las Comunidades Alta Florencia, Río Ñapo Y Bataburo, Río Tiwino; Amazonia Ecuatoriana." Facultad de Ciencias Biológicas, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador, Cinchonia, vol. 9, no. 1, 1 Dec.2009, pp.62–70, revistadigital.uce.edu.ec/index.php/CINCHONIA/article/view/2352/2331.
- Guerrero, Monica, et al. "La Familia Celastraceae en la Cuenca del Río Balsas, México." Polibotanica, Departamento de Botánica, 2002.
- León-Yánez, S., R. Valencia, N. Pitmam, L. Endara, C. Ulloa Ulloa y H. Navarrete (Eds). 2017. Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador. Publicaciones del Herbario QCA, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito. https://bioweb.bio/floraweb/librorojo.
- Jumbo, Carlos, et al. "Ecología forestal medición de carbono del estrato arbóreo del bosque natural tinajillas-limón indanza, ecuador carbón measurement of the natural forest arboreo stratum, tinajillas-LIMON INDANZA." Scielo, 2018.
- MAE. "Sistema de Clasificación de Los Ecosistemas Del Ecuador Continental." MINISTERIO DEL AMBIENTE ECUADOR, 2012, www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/09/LEYENDA-ECOSISTEMAS_ECUADOR_2.pdf.
- Plan, Actualización, et al. Gobierno autónomo descentralizado municipal del cantón arajuno actualización pdot-arajuno 2014 Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Arajuno. 2014.

- Tierres Mayorga, Jennifer Cecilia, et al. "Potencial de Carbono En El Estrato Arbóreo de Un Bosque Siempreverde de Tierras Bajas, Sucumbíos-Ecuador." Revista Cubana de Ciencias Forestales, vol. 8, no. 2, 1 Aug. 2020, pp. 282–295, scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2310-34692020000200282.
- Vargas, German, and Jairo Hidalgo. "Sucesión de Un Bosque Tropical Seco En La Isla San Lucas, Puntarenas, Costa Rica." ResearchGate, nov. 2013, www.researchgate.net/publication/314195750_Sucesion_de_un_bosque_tropical_seco_en_la_Isla_San_Lucas_Puntarenas_Costa_Rica.
- Vasquez, Adela, and Henry Arellano. Estructura, Biomasa Aérea y Carbono almacenado en los Bosques del Sur Y Noroccidente de Córdoba. 2012, arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1208/1208.0248.pdf.
- Velasquez M, (2016). Diversidad de especies de la familia Arecaceae en dos Biotopos Protegidos del departamento de Petén: Cerro Cahuí y Naachtún Dos Lagunas. Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Pag: 11-11.
- Vista, Alta, et al. Kempffiana, vol. 16, no. 2, 2020, pp. 1–15, www.museonoelkempff.org/sitio/Informacion/KEMPFFIANA/kempffiana16(2)/Paz&Mostacedo-Biomasa-de-arboles.pdf.

ANEXO

MARCO TEÓRICO

Servicios ecosistémicos

Los bosques y ecosistemas tropicales brindan beneficios a las poblaciones humanas que se derivan de componentes bióticos y abióticos de dentro de ellos se encuentran. El concepto de servicios ecosistémicas pretende hacer explícito el beneficio que obtiene el ser humano y otros individuos directamente del ecosistema, dichos servicios se dividen en varios grupos, entre ellos están enmarcados los que regulan las condiciones en las que habitamos, otras suministran alimentos, energía, materiales de construcción, medicina (Balvanera, 2012).

Biomasa

La biomasa vegetal es propia de los diferentes organismos que integran la flora terrestre, partiendo de seres como bacterias fotosintéticas, algas microscópicas hasta los árboles gigantes. Las técnicas más desarrolladas son la digestión anaeróbica de biomasa con alto contenido en celulosa (basura, plantas acuáticas y residuos agrícolas, ganaderos e industriales) para la generación de metano, y por otro, la fermentación de materiales azucarados o amiláceos para la producción de etanol. Estos y otros procesos que se desarrollan en los ecosistemas sirven también para regular los ciclos biogeoquímicos en los diferentes hábitats y lo mismo desencadena el asentamiento de reservas de carbono en el planeta.

Biomasa aérea

Los bosques naturales son de gran importancia para comprender las dinámicas de la ecología del planeta, la mayor cantidad de carbono se almacena en los árboles a través del proceso de fotosíntesis y se acumula en la biomasa aérea, estos reservorios de biomasa aérea deben ser monitoreados para la comprensión del ciclo de los elementos que puedan ocasionar contaminación y emisiones atmosféricas (Perea, 2021).

Reservas de carbono

El carbono (C), es uno de los componentes fundamentales para los seres vivos, existe una mayor cantidad de dióxido de carbono que se encuentra en la atmosfera, océanos y en los combustibles fósiles jugando un papel importante en la regulación del clima del planeta. Los sistemas con mayor crecimiento presentan valores más altos de acumulación de carbono. Estos en los bosques primarios contienen un promedio de 485 tm C ha^{-1} (100%), valores que se verían altamente alterados con la deforestación y quema para la agricultura llegando a valores menores de 5 tm C ha^{-1} (1%) lo cual llevara muchos años recuperar estos tipos de reservas. (Lapeyre et al., 2004).

Especies promisorias

Las especies promisorias de un ecosistema son especies importantes dado que destacan entre los demás, estas pueden surgir especies que resaltan por su frecuencia y riqueza, permiten determinar las verdaderas potencialidades de manejo, conservación y utilización.