UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD CIENCIAS DE LA TIERRA

CARRERA INGENIERÍA FORESTAL

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

TEMA:

Estimación del potencial de secuestro de carbono e índice de importancia de la biomasa a nivel de especies en ecosistemas forestales sucesionales, parroquia Fátima, Pastaza-Ecuador.

AUTOR(ES):

Verónica Karina Sarabia Chango

Yadira Elizabeth Bravo Herrera

DOCENTE - TUTOR:

Dr. Bolier Torres Navarrete Ph.D

Puyo - Pastaza - Ecuador

2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

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.	5.0 / 5	SI CUMPLE
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	5.0 / 5	SI CUMPLE
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre 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.	20.0 / 20	SI CUMPLE
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.	15.0 / 15	CUMPLE
5. METODOLOGÍA		
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 abordo la información.	15.0 / 15	SI CUMLE

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 estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	20.0 / 25	SI CUMPLE
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10.0 / 10	SI CUMPLE
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5.0 / 5	SI CUMPLE
VALORACIÓN TOTAL	95	NOVENTA Y CINCO

DICTAMEN

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

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	95

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
PABLO ENRIQUE LOZANO CARPIO

PABLO ENRIQUE LOZANO CARPIO (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 10 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

UEA
UNIVERSIDAD
ESTATAL AMAZÓNICA

FORMATO 4
APROBACIÓN DE LOS TRABAJOS DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

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.	5.0 / 5	No se realizó observación por parte del revisor.
2. RESUMEN		
Entrega información necesaria que oriente al lector a identificar de que se trata la investigación y su relevancia. Incorpora los objetivos, metodología, principales harrazgos y conclusiones.	5.0 / 5	No se realizó observación por parte del revisor
3. INTRODUCCIÓN		
Entrega información sobre 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.	20.0 / 20	Se aceptan las rectificaciones realizadas.
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.	15.0 / 15	No se realizó observación por parte del revisor
5. METODOLOGÍA		
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 abordo la información.	14.0 / 15	Se aceptan las rectificaciones realizadas.

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 estan claramente representados. El texto no repite infromación entregada en los cuadros y figuras.	25.0 / 25	No se realizó observación por parte del revisor
7. CONCLUSIONES		
Las conclusiones deben ser claras y precisas, acorde a los objetivos trazados. Discute, reflexiona sobre los resultados obtenidos.	10.0 / 10	No se realizó observación por parte del revisor
8. REFERENCIAS		
Atiende las normas APA en las citas, fuentes y referencias. Las referencias bibliográficas tienen la fuente en el texto y viceversa.	5.0 / 5	No se realizó observación por parte del revisor
VALORACIÓN TOTAL	99	NOVENTA Y NUEVE

DICTAMEN

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

Recomendación	Marque con X
Aprobar	X
No Aprobar	
CALIFICACIÓN	99

Atentamente,

Firmado electrónicamente por:
RUBEN DARIO LEDESMA ACOSTA

RUBÉN DARÍO LEDESMA ACOSTA (PAR CIEGO)

Dado en la ciudad de PUYO, a los 11 días del mes de SEPTIEMBRE de 2023

Firmado electrónicamente por:
SEGUNDO BOLIER TORRES NAVARRETE

Document Information

Analyzed document	2023.08.29 Articulo Sarabia-Bravo-URKUND.doc (D173270499)
Submitted	8/31/2023 12:41:00 AM
Submitted by	
Submitter email	btorres@uea.edu.ec
Similarity	5%
Analysis address	btorres.uea@analysis.urkund.com

Sources included in the report

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / 2022_02_03-Articulo-Cando-Shiguango-final URKUND.docx** 4
Document 2022_02_03-Articulo-Cando-Shiguango-final URKUND.docx (D126983271)
Submitted by: btorres@uea.edu.ec
Receiver: btorres.uea@analysis.urkund.com

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / Tesis Cristhian urkund.docx** 4
Document Tesis Cristhian urkund.docx (D77790041)
Submitted by: btorres@uea.edu.ec
Receiver: btorres.uea@analysis.urkund.com

SA **tesis Eduardo Salazar 24 nov 2015-2.doc** 1
Document tesis Eduardo Salazar 24 nov 2015-2.doc (D16513577)

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / 2021_07_06 Preoyecto de Integración Curricular Guamán Andrea URKUND.docx** 1
Document 2021_07_06 Preoyecto de Integración Curricular Guamán Andrea URKUND.docx (D110208432)
Submitted by: btorres@uea.edu.ec
Receiver: btorres.uea@analysis.urkund.com

SA **UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / ARTICULO BIOMASA BSPM_PARTE 3 sistema urkund.docx** 1
Document ARTICULO BIOMASA BSPM_PARTE 3 sistema urkund.docx (D159935066)
Submitted by: ygarcia@uea.edu.ec
Receiver: ygarcia.uea@analysis.urkund.com

Entire Document

Estimación del potencial de secuestro de carbono e índice de importancia de la biomasa a nivel de especies en ecosistemas forestales sucesionales, parroquia Fátima, Pastaza-Ecuador

Estimación del potencial de secuestro de carbono e índice de importancia de la biomasa a nivel de especies en ecosistemas forestales sucesionales, parroquia Fátima, Pastaza-Ecuador

Verónica Karina Sarabia Chango[1]
for2017112@uea.edu.ec

Yadira Elizabeth Bravo Herrera[2]
for2017131@uea.edu.ec

Segundo Bolier Torres Navarrete Ph.D[2]
btorres.@uea.edu.ec

Universidad Estatal Amazónica, Facultad de Ciencias de la Tierra, Carrera de Ingeniería Forestal[1]
Universidad Estatal Amazónica, Facultad Ciencias de la Tierra[2]

Resumen

En el presente trabajo se determinó la estimación del potencial de secuestro de carbono e índice de importancia de la biomasa (IVIB) a nivel de especies en ecosistemas forestales sucesionales, parroquia Fátima, Pastaza-Ecuador, entre los 800 a 900 ms.n.m. Se tomaron datos de 5 parcelas temporales de 0.1 hectáreas cada una, en ellas se evaluaron todos los individuos con diámetros ≥10cm (DAP). Los resultados muestran que en estos bosques sucesionales menores de 12 años, se encuentran en promedio 24.8 árboles por hectárea. La biomasa presente en estos bosques alcanza 94.19 ton/ha, con un contenido de carbono estimado en 44.26 ton/ha. Además, se registra una cantidad considerable de CO_2, de 162.33 ton/ha. También se evidencia que la familia Asteraceae se destacó con la especie *Piptocoma discolor* como la especie dominante, mostrando un IVIB del 49.92%. Le siguieron Melastomataceae *Miconia* sp., y Lacistemataceae *Lozania mutisiana* con IVIB del 15.49% y 6.50% respectivamente. Estos resultados resaltan la influencia de estas especies en la estructura y dinámica del bosque, subrayando su contribución significativa al secuestro de carbono y su potencial en la mitigación del cambio climático. La suma de los IVIB de las diez especies más importante para la biomasa alcanzó el 81.67%, reforzando la importancia colectiva de estas especies en el almacenamiento de carbono. Estos hallazgos proporcionan información valiosa para el desarrollo de estrategias de manejo forestal que maximicen el potencial de secuestro de carbono en ecosistemas forestales sucesionales.

Palabras Clave: CO_2, carbono, biomasa sobre el suelo, bosques sucesionales.

Abstract

In this work we determined the estimation of carbon sequestration potential and biomass importance index (IVIB) at species level in successional forest ecosystems, Fátima parish, Pastaza-Ecuador, between 800 and 900 m.a.s.l. Data were taken from 5 temporary plots of 0.1 hectares each, in which all individuals with diameters ≥10 cm (DBH) was evaluated. The results show that in these successional forests less than 12 years old, there are an average of 24.8 trees per hectare. The biomass present in these forests reaches 94.19 ton/ha, with an estimated carbon content of 44.26 ton/ha. In addition, there is a considerable amount of CO_2, 162.33 ton/ha. It is also evident that the Asteraceae family stood out with the species *Piptocoma discolor* as the dominant species, showing an IVIB of 49.92%. This was followed by Melastomataceae *Miconia* sp. and Lacistemataceae *Lozania mutisiana* with IVIB of 15.49% and 6.50%, respectively. These results highlight the influence of these species on forest structure and dynamics, underlining their significant contribution to carbon sequestration and their potential for climate change mitigation. The sum of the IVIB of the ten most important species for biomass reached 81.67%, reinforcing the collective importance of these species in carbon storage. These findings provide valuable information for the development of forest management and conservation strategies to maximize carbon sequestration potential in successional forest ecosystems.

Keywords: CO_2, carbon, aboveground biomass, successional forests.

1. INTRODUCCIÓN

Los bosques desempeñan un papel crucial en el secuestro de carbono, actuando como sumideros naturales que capturan y almacenan grandes cantidades de dióxido de carbono (CO_2) de la atmósfera. A través del proceso de fotosíntesis, los árboles y otras plantas absorben CO_2 y utilizan la energía solar para convertirlo en biomasa. La mayor parte de este carbono se almacena en la madera, las raíces y el suelo forestal. Estimaciones recientes sugieren que los bosques tropicales y boreales representan aproximadamente el 45% del secuestro global de carbono (Pan et al., 2011). La conservación y restauración de bosques, así como el manejo forestal sostenible, son estrategias efectivas para mantener y aumentar

la capacidad de los bosques para capturar y almacenar carbono, contribuyendo así a la mitigación del cambio climático IPCC (2001).

Hasta el año 2018 la provincia de Pastaza, ubicada en la Región Amazónica Ecuatoriana (RAE) registraba 2.788.754,8 has de bosque (primarios y secundarios) lo que correspondía al 94,08% de su territorio (GADPPz, 2019), que albergan una gran diversidad y endemismo por ser parte del *hotspot* Andino Amazónico (Myers, 1988).

Dentro de esta importante cobertura forestal, los bosques de sucesión secundaria surgidos después de la perturbación humana o natural, desempeñan un papel fundamental en la captura y almacenamiento de carbono, a través de la biomasa vegetal que acumulan a lo largo de su crecimiento (Duval & Artigas, 2021), su capacidad para recuperarse y evolucionar a lo largo del tiempo los convierte en una herramienta valiosa para la restauración de paisajes degradados y la mitigación del cambio climático Chazdon et al. (2016). "Los bosques sucesionales representan un componente esencial en la estrategia de restauración de paisajes y la conservación de la biodiversidad, ya que contribuyen a la recuperación de ecosistemas degradados y la captación de carbono en el contexto del cambio climático" Gómez, L., García, M., & Rodríguez, J. (2020).

La Amazonia ecuatoriana cuenta con ecosistemas forestales sucesivos, que emergen naturalmente después de perturbaciones como la tala, incendios o eventos naturales, y tienen la capacidad de recuperarse y evolucionar a lo largo del tiempo. Su alta tasa de crecimiento los convierte en verdaderos centros de regeneración y enclaves de diversidad biológica (Houghton, 2019). Además, los bosques sucesionales en la Amazonia ecuatoriana contribuyen la captación y almacenamiento de carbono, Flores, Sánchez, & Valencia (2020).

Los bosques sucesionales en la provincia de Pastaza, parroquia Fátima, cumplen un papel importante en el secuestro de carbono debido a su capacidad de regenerarse naturalmente después de perturbaciones. Estos bosques en etapa de crecimiento activo tienen un alto potencial para capturar CO_2 de la atmósfera y almacenar carbono en su biomasa y suelo. A medida que los arboles crecen, incorporan carbono a través de la

fotosíntesis y lo almacenan en sus tejidos y en la materia orgánica del suelo. La importancia del secuestro de carbono en estos bosques radica en los siguientes aspectos: 1. Contribución a la mitigación del cambio climático: Los bosques sucesivos pueden actuar como sumideros de carbono, ayudando a reducir las emisiones de CO_2 y a frenar el calentamiento global. Esto es esencial para enfrentar el desafío del cambio climático y alcanzar los objetivos de reducción de emisiones establecidos en acuerdos internacionales como el Acuerdo de París. Principio del formulario

En este contexto, el presente documento busca evaluar el potencial de secuestro de carbono e índice de importancia de la biomasa a nivel de especies en ecosistemas forestales sucesionales de la Amazonía ecuatoriana, tomando como caso de estudio la parroquia Fátima en la provincia de Pastaza. Para lo cual se plantearon los siguientes objetivos específicos: a) estimar el potencial de Biomasa, carbono y CO_2 en el estrato arbóreo en ecosistemas de sucesión natural en un bosque siempreverde piemontano; b) estimar el carbono y CO_2 de acuerdo con las clases diamétricas, comparado con la abundancia de arboles a nivel de clases diamétricas, en ecosistemas de sucesión natural en un bosque siempreverde piemontano; y c) determinar el índice de valor de importancia de la biomasa a nivel de especies en bosques de sucesión natural, en un bosque siempreverde piemontano en la provincia de Pastaza, Ecuador.

2. METODOLOGIA

2.1. Ubicación geográfica

La presente investigación se llevó a cabo en diferentes áreas de bosques sucecionales correspondientes a la Parroquia Fátima, ubicada en la Provincia de Pastaza (Figura1), perteneciente a fincas de diferentes propietarios, quienes nos dieron el consentimiento para ingresar a sus predios y realizar la toma de datos a través de los inventarios (Segundo Sarabia, Felipe Vázquez Villalba y Rodrigo Fiallos) los mismos que cuentan diversos parches de bosque de sucesión secundaria.



Figura 1. Mapa de ubicación geográfica de las cinco parcelas temporales implementadas.

La Parroquia Fátima se localiza en el Cantón Pastaza de la Provincia de Pastaza, se encuentra ubicado a una Longitud de 77° 00´ 00´´ Oeste y 01° 24´ 40´´ de Latitud Sur, la temperatura está en el rango entre 18° - 24 °C. Se encuentra a 7,42 Km de la parroquia urbana Puyo, en la vía Puyo-Tena; tiene una Extensión: 71,5948 km^2 (7159,48 has) (Pérez, 2015).

Las coordenadas geográficas (UTM Zona 18) de las cinco parcelas temporales levantadas en bosques secundarios siempreverde piemontano se detallan en la (Tabla 1).

Tabla 1. Altitud y coordenadas geográficas de las parcelas implementadas

Nº. Parcelas	Altitud (m)	Latitud	Longitud
1	997	18-171616	9841665
2	1003	18-170941	9841989
3	1007	18-170891	9841983
4	1008	18-167466	9841768
5	1023	18-167421	9841847

Fuente: (Sarabia & Bravo)

2.2. Diseño del estudio

Se establecieron cinco parcelas de muestreo, cada una con una superficie de 1000 m^2, en diferentes áreas representativas de bosques de sucesión secundaria en la parroquia de Fátima. Estos datos fueron procesados y extrapolados a una hectárea en relación área de cada parcela. Las parcelas fueron seleccionadas de manera aleatoria estratificada, teniendo en cuenta la variabilidad en la edad, composición de especies y perturbación histórica de los bosques, también se registraron datos como nombre común, nombre científico y altura total, toda esta información se la realizo con un Botánico con experiencia en la Amazonía Ecuatoriana, los datos que fueron tomados en el mes de mayo del 2023.

2.3. Medición de biomasa

En cada parcela, se registró la altura y el diámetro a la altura del pecho (DAP), de todos los árboles con un DAP mayor ≥10 cm. Estas medidas se utilizaron para calcular la biomasa aérea de los árboles utilizando ecuaciones alométricas específicas para especies de bosques secundarios. Para la densidad de cada especie, se usó datos de información tomadas en base a las parcelas seleccionadas.

Según la IPCC (2001), la medición de biomasa forestal en bosques sucesionales es una herramienta esencial para comprender la dinámica de los ecosistemas en proceso de sucesión y su contribución al almacenamiento de carbono. Los bosques sucesionales son aquellos que experimentan cambios en la composición de especies y la estructura a lo largo del tiempo, ya sea por disturbios naturales o actividades humanas. La medición precisa de la biomasa en estos bosques proporciona información valiosa sobre su capacidad para actuar como sumideros de carbono y su papel en la mitigación del cambio climático.

2.4. Análisis estadístico

Se realizó un análisis descriptivo de los datos recopilados, rango de los valores de biomasa, carbono y CO_2 en cada parcela.

Según Lasky (2014). El análisis estadístico en bosques sucesionales secundarios es una herramienta crucial para comprender los patrones de crecimiento, sucesión y regeneración de la vegetación a lo largo del tiempo. Permite identificar tendencias, relaciones y cambios

significativos en la composición y estructura de la comunidad vegetal en diferentes etapas de sucesión. El análisis estadístico también ayuda a evaluar la influencia de factores ambientales y disturbios en la dinámica de estos ecosistemas en proceso de regeneración.

El análisis estadístico en bosques sucesionales secundarios proporciona datos valiosos para la toma de decisiones en la gestión y restauración de ecosistemas. Permite identificar áreas críticas para la conservación, entender las respuestas de las especies a perturbaciones y evaluar la eficacia de las prácticas de restauración Sousa-Silva (2020).

2.5. Consideraciones éticas

Se obtuvo el permiso correspondiente a los dueños de los predios y se siguieron las pautas éticas en la recolección de datos, asegurando el mínimo impacto en los ecosistemas y respetando la propiedad de la tierra.

La recolección de datos se llevó a cabo en el mes de mayo del 2023, durante el cual se realizaron visitas periódicas a las parcelas para garantizar la precisión de las mediciones. Los resultados obtenidos de este estudio contribuirán al conocimiento científico sobre la importancia del carbono en la biomasa de los bosques de sucesión secundaria en la provincia de Pastaza, Parroquia Fátima, brindando información valiosa para la gestión y conservación de estos ecosistemas.

2.6. Selección del lugar y tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra fue de 5 parcelas de 1000 m^2 como unidades de muestreo en ecosistemas forestales de sucesión en la Parroquia Fátima, que corresponde a un bosque siempreverde piemontano en la provincia de Pastaza.

Se seleccionaron 5 sitios con vegetación característicos de bosques sucesionales menores a 12 años de la zona en estudio considerando los siguientes criterios: 1) vegetación similar en los 5 sitios, 2) clima similar entre los cuadrantes establecidos en cada sitio, 3) permiso de los propietarios para acceder al trabajo de campo.

2.7. Instalación de cuadrantes y levantamiento de la información.

Se empleo una unidad de muestreo de forma simétrica rectangular denominados transectos de 10x100 m, siendo cada parcela de 0,1 ha propuesto por Torres et al. (2013) (Figura 2), que son usados generalmente en muestreos rápidos de tipo exploratorio, para ello se estableció inicialmente el eje central y se tomó cinco metros de cada lado, donde se ubicaron las especies que poseen los diámetros mínimos para su levantamiento forestal. Dentro de estas parcelas se procedió a tomar los datos de todos los individuos ≥10 cm de DAP.

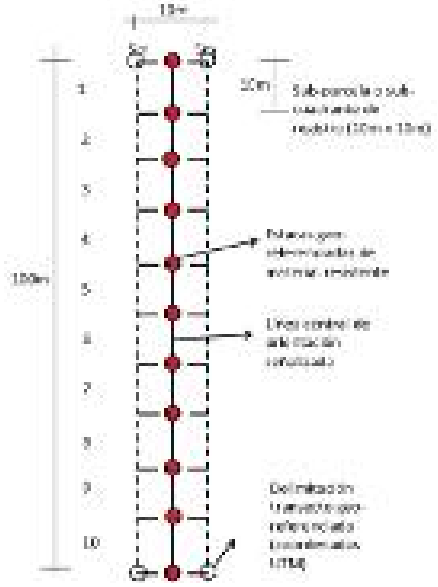

Figura 2. Modelo de parcela, (transecto o cuadrante)
Fuente: Torres *et al.*, 2013

2.8. Registro de datos

El registro de datos se lo realizó de tal manera que puedan servir para tres análisis de acuerdo con los objetivos planteados: 1) Potencial de Biomasa, carbono y CO_2 en el estrato arbóreo, 2) Carbono y CO_2 de acuerdo con las clases diamétricas y 3) también se determinó el Índice de valor de importancia de la biomasa (IVIB) propuesto por Torres et al. (2019) a nivel de especies, esto se realizó mediante una ecuación alometrica, para bosques secundarios sucesionales en la Parroquia Fátima de la Provincia de Pastaza.

2.9. Estimación de la biomasa aérea y contenido de Carbono

La correcta toma de datos de campo es un pilar fundamental en la estimación precisa de biomasa en los ecosistemas forestales y otros tipos de vegetación. Esta fase inicial y crucial del proceso de investigación proporciona la base sobre la cual se construyen modelos y estimaciones, y su precisión influye directamente en la confiabilidad de los resultados finales. La toma de datos precisa implica la medición meticulosa de variables clave, como diámetros de troncos, alturas de árboles, densidad de vegetación y otras características relevantes. Estos datos son esenciales para calibrar modelos y ecuaciones que permiten extrapolar la biomasa total de una población más amplia a partir de una muestra relativamente pequeña. Además, la toma de datos de campo precisa también facilita la validación de métodos de teledetección y otras tecnologías remotas utilizadas en estimaciones de biomasa.

De esta manera, la biomasa aérea y el contenido total de carbono se estimaron directamente a partir de los datos de campo de tallos vivos con DAP superior a 10 cm para calcular el área basal total de cada una de las parcelas. El área basal se expresa en m^2/ha y se estima mediante la siguiente ecuación:

$$AB = \frac{\pi}{4} DAP^2 \quad (1)$$

Dónde:
AB=Área basal
DAP=Diámetro a la altura del pecho (m)

La biomasa aérea se calculó para cada parcela utilizando la ecuación alométrica desarrolladas desarrollada por (Chave, 2005) para bosques tropicales húmedos:

$$BSS = \sum \rho \, exp(-1.499 + 2.148 \, ln(DAP) + 0.207(ln \, DAP))^2 - 0.0281(ln(DAP))^3) \quad (2)$$

Donde BSS significa biomasa sobre el suelo en kg de masa seca, ρ es el peso específico de la madera en g/m^3, y DAP es el diámetro a la altura del pecho en centímetros e incluye todos los árboles con $DAP_{1.30} \geq$ 10cm., los datos de la densidad especifica de la madera en los casos en los que se disponía de la densidad especifica se usaron los datos reportados por otros investigadores, sin embargo en especies donde no se encontraron

densidades específica de la madera, se utilizó la media sugerida (ρ) para los trópicos para cada especie basados en (Baker, 2004) para bosques secundarios (0,47 g/cm^3). El contenido total de carbono de la biomasa aérea (Ton/ha) se estimó multiplicando la biomasa aérea media estimada para cada parcela por un valor de carbono de madera del 47% (McGroddy, 2015).

2.9.1. importancia de la biomasa a nivel de especies

Se estimó el índice de valor de importancia de la biomasa (IVIB), basado en la metodología propuesta por Torres et al. (2019). Se cálculo de la siguiente manera: (N+BA+AGB) /3, donde N es la densidad relativa, AB es el área basal relativa y el BSS la biomasa relativa sobre el suelo

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Potencial de Biomasa, carbono y CO_2 en el estrato arbóreo

En la Tabla 1 muestra los promedios de los valores obtenidos para todas las parcelas fueron los siguientes: el promedio de árboles por hectárea en las cinco parcelas es de 24,8; la biomasa promedio es de 94,19 toneladas por hectárea, el carbono promedio es de 44,26 toneladas por hectárea y el CO_2 promedio almacenado es de 162,33 toneladas por hectárea.

Nuestros resultados revelan que conservan almacenado entre 16 a 72 toneladas de carbono por hectárea, con un promedio de 44 ton/ha (Tabla 1) los cuales actúan como valiosos sumideros de carbono, contribuyendo a la captura y retención de dióxido de carbono atmosférico. Además de su función en la regulación climática global, estos bosques secundarios ofrecen hábitats esenciales para una variedad de especies vegetales y animales, algunos de los cuales pueden ser endémicos o en peligro de extinción.

Tabla 1. Cálculo de los promedios de biomasa, carbono, CO_2 y número de individuos por hectárea, determinados con una muestra de 5 parcelas temporales de muestreo de 1000 m^2, en bosques de sucesión en la Parroquia Fátima, Provincia de Pastaza. 2023.

Nº Parcelas	Árboles (ha) (DAP≥10)	Biomasa (ton/ha)	Carbono (ton/ha)	CO2 (ton/ha)
1	14	115,75	54,40	199,50
2	29	153,09	71,95	263,85
3	23	111,39	52,35	191,99
4	17	56,46	26,58	97,31
5	41	34,23	16,09	59,00
Promedio	**24,8**	**94,19**	**44,26**	**162,33**

Fuente: (Sarabia & Bravo)

3.2. Carbono y CO_2 de acuerdo con las clases diamétricas

En estos bosques de sucesión secundaria, la clase diamétrica de 10 a 20 cm, se encontraron en un rango de 28 a 44 individuos de árboles con DAP ≥10 cm., lo que representó un promedio de 348 individuos por hectárea (Figura 3A). Estos resultados muestran la capacidad de regeneración y recuperación de estos ecosistemas forestales. La coexistencia de esta densidad de individuos junto con un impresionante promedio de 71 toneladas de CO_2 (Figura 3B) almacenado por hectárea en esa misma clase diamétrica destaca su doble contribución a la lucha contra el cambio climático.

Existe una significativa presencia de aproximadamente 90 individuos por hectárea en la clase diamétrica de 20 a 30 cm en este bosque de sucesión secundaria, lo cual resalta la capacidad de adaptación y resiliencia de la comunidad vegetal en diferentes etapas de su crecimiento. A pesar de su menor densidad en comparación con otras clases diamétricas, estos individuos desempeñan un papel crucial en la captura y almacenamiento de carbono, contribuyendo con un impresionante promedio de 64 toneladas de CO_2/ha (Figura 3B).

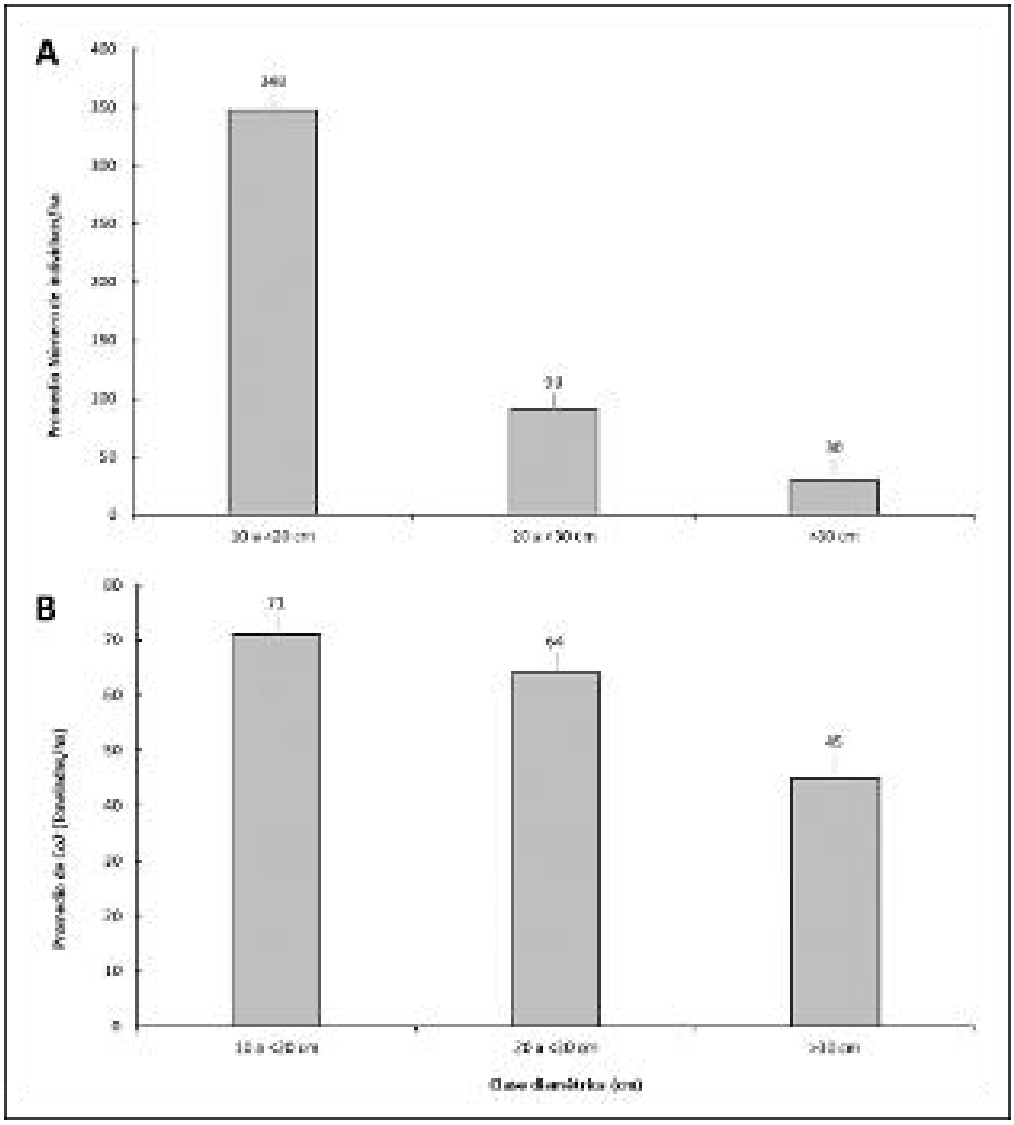

Figura 3. A) Promedio en el número de individuos/ha y; B) promedios de CO_2/ha en bosques sucesionales <12 años en la provincia de Pastaza, Ecuador. Fuente: Autoras.

Sin embargo, en la clase diamétrica de mayores a 30 cm en este bosque de sucesión secundaria existe en promedio alrededor de 30 individuos por hectárea que resalta un aspecto fundamental de la dinámica forestal: la influencia potente y duradera de los árboles más grandes en el ciclo del carbono. A pesar de su menor cantidad en número, estos individuos ejercen un impacto excepcional en la captura y almacenamiento de carbono, contribuyendo con un promedio notable de 45 toneladas de CO_2 por hectárea. Este

hallazgo resalta cómo los árboles maduros[1] (que quedaron como árboles relictos después del cambio de uso del suelo), con su crecimiento acumulado a lo largo de décadas, desempeñan un papel fundamental en la mitigación del cambio climático al servir como reservorios vitales de carbono. Su tamaño proporciona por un lado la evidencia de su longevidad y por otro la estabilidad esencial al ecosistema, al tiempo que marcan la importancia de conservar y proteger a estos árboles relictos como parte integral de la estrategia global para combatir el calentamiento global y preservar la salud de nuestro planeta.

Esta dualidad entre densidad poblacional y almacenamiento de carbono subraya la importancia de entender la complejidad de los ecosistemas y cómo cada componente, incluso aquellos en menor número, puede tener un impacto significativo en la regulación climática y la conservación del medio ambiente. Además, este hallazgo resalta la necesidad de adoptar enfoques de manejo forestal que consideren no solo la cantidad de individuos, sino también su capacidad única para capturar y retener carbono las especies como: *Piptocoma discolor*, *Miconia* sp.*, Lozania mutisiana, Cecropia putumayonis, Vismia baccifera, Pouteria glonieda, Otoba glycycarpa, Inga multinervia,* entre otras especies que se detallan en el capítulo 3.3 (Tabla 2). Este tipo de análisis puede tener implicaciones importantes para el diseño de estrategias de mitigación del cambio climático y la gestión sostenible de los recursos forestales.

Es importante mencionar que estos bosques en sucesión secundaria menores a 12 años actúan como importantes sumideros de carbono con promedios de 44, 26 Ton C/ha lo que corresponde a 162,33 Ton CO_2/ha almacenados. Estos resultados son de alrededor del 30% de los resultados en un bosque primario en este mismo ecosistema reportados por Torres et al. (2019) cuyos resultaron fueron 146 Ton C/ha (535 Ton CO_2/ha); siendo estos bosques de sucesión muy jóvenes, se vislumbra un alto potencial en términos de secuestro de carbono si se los maneja de manera adecuada, lo cual ayuda a reducir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, sino que también fomentan la biodiversidad y la recuperación del ecosistema, albergando una rica variedad de especies vegetales y

[1] En la zona de estudio se evidenció la presencia de árboles maduros típicos de bosques primarios que quedaron como árboles relictos en la zona de cambio de uso del suelo que luego se regeneró naturalmente.

animales. Este ejemplo subraya la importancia de conservar y gestionar de manera adecuada los bosques en proceso de regeneración, no solo por sus beneficios ecológicos y climáticos, sino también por su potencial para servir como modelos inspiradores de coexistencia sostenible entre el ser humano y la naturaleza.

3.3. Índice de valor de importancia de la biomasa (IVIB) a nivel de especies

En el contexto del bosque de sucesión secundaria con una edad inferior a los 12 años evaluados, los resultados del Índice de Valor de Importancia del Carbono de la Biomasa (IVIB) revelan que la especie dominante en términos de abundancia, área basal y biomasa *Pitocoma discolor*, con un destacado IVIB del 49,9%. Le sigue en importancia *Miconia* sp, con un IVIB del 15,5%, y posteriormente *Lozania mutisiana*, con un IVIB del 6,5%. Estas cifras subrayan la influencia de estas especies en la estructura y dinámica del bosque, lo que podría tener implicaciones cruciales para su capacidad de secuestro de carbono y su contribución a la mitigación del cambio climático (Tabla 2).

Tabla 2. Densidad, área basal, biomasa sobre el suelo e índice de valor de importancia de la biomasa (IVIB) en cinco parcelas permanentes en la Parroquia Fátima – Pastaza - Ecuador.

Familia	**Especies**	**Nombre Común**	**N (%)**	**AB (%)**	**BSS (%)**	**IVIB (%)**
Asteraceae	*Piptocoma discolor*	Pigüe	41.69	50.00	58.08	49.92
Melastomataceae	*Miconia* sp.	Colca	18.41	15.15	12.90	15.49
Lacistemataceae	*Lozania mutisiana*	Garrotillo	9.46	6.78	3.26	6.50
Urticaceae	*Cecropia putumayonis*	Guarumo	2.81	2.40	1.23	2.15
Hypericaceae	*Vismia baccifera*	Achotillo	3.32	2.13	0.81	2.09
Sapotaceae	*Pouteria Glonieda*	Zapote	0.26	0.70	3.24	1.40
Myristicaceae	*Otoba Glycycarpa*	Sangre de gallina	1.53	1.40	1.06	1.33
Fabaceae	*Inga Multinervia*	Guaba	0.77	0.85	1.54	1.05

Myrtaceae	*Myrcia fallax*	Curamen	0.77	1.00	1.08	0.95
Annonaceae	*Annona* sp.	Annona silvestre	0.51	0.71	1.14	0.79
Subtotal diez especies			**79.54**	**81.11**	**84.35**	**81.67**
Otros			20.46	18.89	15.65	18.33
Total			***100***	***100***	***100***	***100***

Leyenda: N= densidad relativa B= es el área basal en términos relativos y BSS = los valores relativos de la biomasa sobre el suelo

Es relevante destacar que las diez especies con los valores más altos en el Índice de Valor de Importancia de la Biodiversidad (IVIB) en este bosque de sucesión secundaria, que incluyen a *Piptocoma discolor*, *Miconia* sp., *Lozania mutisiana*, *Cecropia putumayonis*, *Vismia baccifera*, *Pouteria Glonieda*, *Otoba Glycycarpa*, *Inga Multinervia*, *Myrcia fallax* y *Annona* sp., que representan conjuntamente un impresionante 81,6% del IVIB total. Esta concentración de valor en un número relativamente pequeño de especies sugiere que estas plantas tienen un rol predominante en la estructura y la función del ecosistema. Esto podría indicar que estas especies son particularmente eficaces en términos de secuestro de carbono, proporcionando una base sólida para la mitigación del cambio climático. Además, su alta contribución al IVIB podría señalar su importancia en términos de hábitat y recursos para la fauna local, así como su influencia en la preservación de la biodiversidad en general.

Con estos resultados se recomienda implementar una estrategia integral que priorice la conservación y promueva la diversidad vegetal para el manejo efectivo de los bosques de sucesión secundaria y la maximización de su capacidad de secuestro de carbono. Dado que las diez especies con los valores más altos en el Índice de Valor de Importancia de la Biomasa contribuyen significativamente al secuestro de carbono, es fundamental proteger y fomentar estas especies clave. Esto puede lograrse mediante prácticas de manejo sostenible que incluyan la reforestación selectiva con énfasis en estas especies, así como la promoción de procesos naturales de regeneración. Además, es esencial involucrar a las comunidades locales y a expertos en conservación en la planificación y ejecución de estas estrategias,

asegurando un enfoque participativo y adaptado a las condiciones locales. La educación ambiental y la sensibilización también deben ser parte integral del proceso, para promover la comprensión de la importancia de la biodiversidad y el papel fundamental de estos bosques en la mitigación del cambio climático.

4. CONCLUSIONES

- Los resultados de esta investigación indican que los bosques sucesionales <12 años en la Parroquia Fátima, Provincia de Pastaza, tienen una cantidad significativa de árboles que han emergido por la sucesión natural, pero que también se encontraban como arboles relictos luego del cambio de uso del suelo. Este tipo de bosque tienen biomasa, carbono y CO2 almacenados, que juegan un papel importante en la dinámica del secuestro de carbono y, por lo tanto, contribuyen a mitigar el cambio climático y proteger la biodiversidad local. Por lo tanto, el desarrollo y mantenimiento de estos bosques secundarios, a través de prácticas de manejo sostenible y restauración, no solo promueve la salud del ecosistema y la diversidad biológica, sino que también representa un valioso recurso para la investigación científica y la educación ambiental, impulsando la comprensión de los procesos ecológicos y la importancia de la conservación en la Amazonia ecuatoriana y más allá.
- Con esta investigación se evidencia que los bosques secundarios en la Parroquia Fátima, Provincia de Pastaza, pueden ser considerados como elementos esenciales en la estrategia de mitigación del cambio climático y la conservación de la biodiversidad en la región amazónica ecuatoriana. Los datos reflejan un promedio de almacenamiento de carbono de 44 toneladas por hectárea en estos bosques, resaltando su capacidad para capturar y retener CO_2 atmosférico
- La existencia de una densidad tan significativa de 348 individuos por hectárea en la clase diamétrica de 10 a 20 cm en estos bosques de sucesión secundaria enriquece nuestra comprensión sobre la resiliencia y regeneración de los ecosistemas forestales. La presencia de estos individuos, junto con la notable acumulación de 71 toneladas de CO_2 almacenadas por hectárea en esta misma clase, no solo demuestra la capacidad de estos bosques para recuperarse después de disturbios naturales o antropogénicos, sino que también subraya su importancia en la lucha contra el cambio climático. Alrededor

de 90 individuos por hectárea en la clase diamétrica de 20 a 30 cm en este bosque de sucesión secundaria es un testimonio elocuente de la capacidad de adaptación y resiliencia de la comunidad vegetal en diversas etapas de crecimiento. Aunque su densidad puede ser menor en comparación con otras clases diamétricas, su contribución al almacenamiento de carbono es impresionante, promediando 64 toneladas de CO_2 por hectárea.

- Los resultados del IVIB tienen implicaciones directas en la capacidad del bosque de sucesión secundaria para actuar como un sumidero de carbono. La alta densidad de *Pitocoma discolor* y la presencia significativa de *Miconia* sp. y *Lozania mutisiana* sugieren que este ecosistema tiene un potencial valioso para la captura y el almacenamiento de carbono atmosférico. La gestión adecuada de estas especies y su conservación en el paisaje forestal contribuirán a la mitigación del cambio climático y resaltarán la importancia de los bosques de sucesión secundaria en esta región.

5. RECOMENDACIONES

- Dada la importancia de los bosques secundarios en la regulación climática global y la protección de hábitats naturales, se debe promover la investigación científica continua en la Parroquia Fátima y sus alrededores. Esto implica la colaboración entre instituciones académicas, organizaciones gubernamentales y comunidades locales para realizar estudios de monitoreo y evaluación periódicos. La recolección de datos actualizados sobre la dinámica de los ecosistemas forestales y su contribución al almacenamiento de carbono y la biodiversidad servirá como base para la toma de decisiones informadas en el desarrollo político forestal y la planificación de proyectos de conservación a largo plazo. La implementación de estas recomendaciones contribuirá significativamente a la preservación de los valiosos bosques secundarios en la Parroquia Fátima, fortaleciendo así los esfuerzos de mitigación del cambio climático y la conservación de la biodiversidad en la región amazónica ecuatoriana.
- Dada la alta densidad y el destacado IVIB de la especie *Pitocoma discolor*, se recomienda implementar programas de manejo enfocados en esta especie. La promoción de prácticas de regeneración natural, reforestación selectiva y monitoreo

constante de su estado y expansión contribuirá a garantizar su persistencia y vigor en el bosque. La identificación y protección de áreas clave donde esta especie prospera sería un paso importante para maximizar su contribución al secuestro de carbono.

BIBLIOGRAFÍA

Bonan, GB (2008). Los bosques y el cambio climático: forzamientos, retroalimentaciones y los beneficios climáticos de los bosques. Ciencia, 320 (5882), 1444-1449.

Chazdon, R. L., et al. (2016). "Carbon sequestration potential of second-growth forest regeneration in the Latin American tropics." Science Advances, 2(5), e1501639.

Curtis, JT y McIntosh, RP (1951). Un continuo de bosques de tierras altas en la región fronteriza de praderas y bosques de Wisconsin. Ecología, 32(3), 476-496.

Duval, V., Cámara-Artigas, R (2021). Diversidad y captura de carbono en un bosque secundario de caldén (Prosopis caldenia) en La Pampa, Argentina. Estudios Geográficos, 82 (291), e073. https://doi. org/10.3989/estgeogr.202184.084

Flores, G., Sánchez, D., & Valencia, R. (2020). "Evaluating Secondary Forest Dynamics in the Ecuadorian Amazon: A Case Study in the Pastaza Province." Journal of Tropical Ecology, 36(5), 235-248. DOI: 10.1017/S0266467419000530.

GADPPz (Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Pastaza (2019). Plan de Desarrollo y Ornamentor Territorial 2019-2025. Direction de Planification. Puyo, Ecuador.469 pp.

Gentry AH (1988) Changes in plant community diversity and floristic composition on environmental and geographical gradients. Ann Mo Bot Gard 75:1–34

Gómez, L., García, M., & Rodríguez, J. (2020). "El rol de los bosques sucesionales en la restauración de paisajes degradados." Revista de Ecología y Conservación, 25(2), 87-95.

Guzmán, G., et al. (2015). Evaluación de biomasa, carbono y retención de agua en bosques secundarios de la Parroquia Fátima, provincia de Pastaza. Universidad Estatal Amazónica.

Houghton, R. A. (2019). "The Global Carbon Cycle: Linking Biogeochemistry and Anthropology." Earth System Science Data, 11(2), 641-651. DOI: 10.5194/essd-11-641-2019.

INABIO. (2021). Plan de manejo forestal comunitario sostenible para la Parroquia Fátima. Instituto Nacional de Biodiversidad.Chave, J., Andalo, C., Brown, S., Cairns, M. A., Chambers, J. Q., Eamus, D., ... & Yamakura, T. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001. Climate Change 2001: Glosario de términos. Anexo B. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds. Metz, B., O.R. Davidson, R. Swart, y J. Pan. Cambridge, UK y US, Cambridge University Press. 752 p.

Lasky, J. R., Uriarte, M., Boukili, V. K., Erickson, D. L., John Kress, W., & Chazdon, R. L. (2014). The relationship between tree biodiversity and biomass dynamics changes with tropical forest succession. Ecology Letters, 17(9), 1158-1167.

Leuschner C, Moser G, Bertsch C, Ro¨derstein M, Hertel D (2007) Large altitudinal increase in tree root/shoot ratio in tropical mountain forests of Ecuador. Basic Appl Ecol 8:219-230.

Magurrán, AE (2004). Medición de la diversidad biológica. Editorial Blackwell.

McGrady, M.E.; Lerner, A.M.; Burbano, D. V; Schneider, L.C.; Rudel, T.K. 2015. Carbon Stocks in Silvopastoral Systems: A Study from Four Communities in Southeastern Ecuador. Biotrophic, 47, 407–415.

Moreno, LC, et al. (2019). Variación de la densidad y diversidad de árboles en diferentes etapas sucesionales en la Parroquia Fátima, provincia de Pastaza. Investigación y Ciencia.

Myers, N. (1988). Threatened biotas: "hot spots" in tropical forests. The *Environmentalist*, 8(3), 187–208. http://doi.org/10.1007/BF02240252

Pan Y, Birdsey RA, Fang J et al (2011) Un sumidero de carbono grande y persistente en los bosques del mundo.Science 333:988-993

Pérez, A. (Abril de 2015). Obtenido de PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL GOBIERNO AUTONOMO DECENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE FATIMA: https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdocumentofinal/1660011020001_FaPDOT_GAD%20Parroquia2015_30-10-2015_15-22-13.pdf

Poorter, L., Bongers, F., Aide, T. M., Almeyda Zambrano, A. M., Balvanera, P., Becknell, J. M., ... & Rozendaal, D. M. (2016). Biomass resilience of Neotropical secondary forests. Nature, 530(7589), 211-214.

Sousa-Silva, J. C., Venticinque, E. M., & Peres, C. A. (2020). Assessing post- logging recovery in Amazonian rainforests using small unmanned aerial systems. Journal of Applied Ecology, 57(1), 50-60.

Torres B, Vasco C, Günter S, Knoke T (2018b) Determinantes de la diversificación agrícola en una zona de hotspots: evidencia de comunidades colonas e indígenas en la Reserva de la Biosfera Sumaco, Amazonía ecuatoriana. Sostenibilidad 10:1432.

Torres, B., Vasseur, L., López, R. et al. Structure and above ground biomass along an elevation small-scale gradient: case study in an Evergreen Andean Amazon forest, Ecuador. Agroforest Syst 94, 1235–1245 (2020). HYPERLINK "https://doi.org/10.1007/s10457-018-00342-8" https://doi.org/10.1007/s10457-018-00342-8

Van Breugel, M.; Ransijn, J.; Craven, D.; Bongers, F.; Hall, J.S. 2011. Estimating Carbon Stock in Secondary Forests: Decisions and Uncertainties Associated with Allometric Biomass Models. *For. Ecol. Manage. 262*, 1648–1657.

ANEXOS

MARCO TEÓRICO

La evaluación del potencial de secuestro de carbono y el índice de importancia de la biomasa a nivel de especies en ecosistemas forestales sucesionales es fundamental para comprender el papel de estos bosques en la mitigación del cambio climático y en la conservación de la biodiversidad. En este marco teórico, se explorarán conceptos clave relacionados con el secuestro de carbono, la sucesión forestal y la importancia de la biomasa, con un enfoque específico en la parroquia Fátima, ubicada en la provincia de Pastaza, Ecuador.

1. Secuestro de Carbono en Ecosistemas Forestales:

El secuestro de carbono se refiere al proceso mediante el cual los ecosistemas forestales capturan y almacenan dióxido de carbono (CO2) atmosférico a través de la fotosíntesis y la acumulación de biomasa. La capacidad de los bosques para capturar carbono es esencial para la mitigación del cambio climático, ya que ayuda a reducir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera. La medición precisa del carbono almacenado en los ecosistemas forestales es crucial para estimar su contribución a la mitigación del cambio climático, Bonan, GB (2008).

La acumulación de biomasa en los ecosistemas forestales no solo es esencial para la mitigación del cambio climático al reducir la concentración de CO2 en la atmósfera, sino que también desempeña un papel fundamental en la regulación del ciclo hidrológico, la conservación del suelo y la provisión de hábitats para la biodiversidad. La biodiversidad en los bosques puede aumentar la resiliencia y la capacidad de adaptación de los ecosistemas frente a perturbaciones climáticas y ambientales, Bonan, GB (2008).

2. Sucesión Forestal y Cambios en la Composición de Especies:

La sucesión forestal se refiere a la serie gradual y predecible de cambios en la composición de especies y la estructura del bosque a lo largo del tiempo. Los ecosistemas forestales sucesionales experimentan cambios desde la etapa inicial de colonización por especies pioneras hasta la etapa clímax con una diversidad de especies maduras.

Comprender estos cambios en la composición de especies es esencial para evaluar cómo evoluciona el potencial de secuestro de carbono a lo largo de la sucesión forestal.

Según Curtis, JT y McIntosh, RP (1951). Dentro de esta composcición de especies del impacto que genera en la Composición de Especies:

- **Diversidad:** La sucesión forestal promueve la diversidad de especies en un ecosistema. A medida que las especies cambian con el tiempo, se crean oportunidades para una variedad de plantas y animales que se adaptan a diferentes etapas de la sucesión.
- **Especies Nativas:** A menudo, la sucesión forestal lleva a la dominancia de especies nativas que son mejor adaptadas al ecosistema local. Esto es crucial para la conservación de la biodiversidad y la restauración de hábitats naturales.
- **Ciclos de Nutrientes:** Las especies que dominan diferentes etapas de la sucesión tienen diferentes requerimientos nutricionales. Esto puede influir en la disponibilidad de nutrientes en el suelo y en los ciclos de nutrientes en el ecosistema.

3. Índice de Importancia de la Biomasa:

El índice de importancia de la biomasa es una herramienta que permite evaluar la contribución relativa de cada especie a la biomasa total del ecosistema. Este índice se basa en medidas como el diámetro, altura y densidad de individuos de cada especie. Determinar el índice de importancia de la biomasa a nivel de especies en ecosistemas forestales sucesionales proporciona información valiosa sobre la contribución de diferentes especies al potencial de secuestro de carbono y a la estructura del bosque en diferentes etapas de su desarrollo. Magurrán, AE (2004).

Este índice se basa en la premisa de que algunas especies tienen un papel más influyente en el funcionamiento general del ecosistema debido a su contribución a la biomasa total. A través del IIB, los científicos y los administradores forestales pueden identificar las especies dominantes y su contribución relativa a la estructura del bosque, lo que ayuda a tomar decisiones informadas sobre la conservación, la restauración y la gestión de los ecosistemas forestales Magurrán, AE (2004).

4. Caso de Estudio: Parroquia Fátima, Pastaza-Ecuador:

La parroquia Fátima en Pastaza, Ecuador, alberga ecosistemas forestales de gran relevancia ecológica y socioeconómica. La comprensión del potencial de secuestro de carbono y la importancia de la biomasa en este contexto permitirá guiar estrategias de manejo forestal sostenible y la conservación de la biodiversidad. La evaluación detallada de especies clave en diferentes etapas sucesionales contribuirá a una comprensión más profunda de la dinámica de estos ecosistemas y su contribución al equilibrio global de carbono y a la salud del planeta, Guzmán, G., et al. (2015).

En conclusión, la estimación del potencial de secuestro de carbono y el índice de importancia de la biomasa en ecosistemas forestales sucesionales representa un enfoque integral para entender la dinámica de los bosques, su contribución a la mitigación del cambio climático y la importancia de la biodiversidad en la parroquia Fátima, Pastaza-Ecuador. Este análisis contribuirá a informar políticas y acciones para la conservación y el uso sostenible de estos valiosos recursos naturales Moreno, LC, et al. (2019).

- **Aplicación del Secuestro de Carbono**: En la Parroquia Fátima, la sucesión forestal puede tener un impacto significativo en el secuestro de carbono. A medida que los ecosistemas forestales evolucionan a lo largo del tiempo, las especies cambian en su capacidad para almacenar carbono. Este caso de estudio podría evaluar cómo las diferentes etapas de sucesión derivan de la cantidad de carbono capturado y almacenado en la biomasa de los árboles y el suelo. Además, podría explorar cómo la gestión activa de la sucesión, como la restauración de áreas degradadas, podría mejorar el secuestro de carbono, INABIO. (2021).
- **Desafíos y Oportunidades de la Gestión Sostenible:** La Parroquia Fátima también enfrenta desafíos en términos de equilibrar la extracción de recursos naturales con la conservación de la biodiversidad y la funcionalidad del ecosistema. La planificación y la implementación de prácticas de manejo forestal sostenible podrían ser cruciales para garantizar que las actividades humanas, como la tala de madera, no socaven la capacidad del bosque para capturar carbono y mantener su biodiversidad, INABIO. (2021).

- **Participación Comunitaria y Educación Ambiental:** Un aspecto importante del caso de estudio podría ser la participación activa de la comunidad local en la gestión sostenible de los recursos forestales. La educación ambiental y la sensibilización podrían desempeñar un papel vital en empoderar a los residentes locales para comprender la importancia de la sucesión forestal y el secuestro de carbono, y cómo pueden contribuir a la conservación y restauración de los bosques, INABIO. (2021).

FOTOS DEL TRABAJO CAMPO

	
Registro de datos del inventario	Implementacion de la parcela temporal
	
Medición del (DAP) de los arboles	Implementacion de la parcela temporal