



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA AGROPECUARIA DE MANABÍ
MANUEL FÉLIX LÓPEZ**

CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**INFORME DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO AMBIENTAL**

MECANISMO: PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

TEMA:

**VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE CAPTURA DE
CARBONO POR ESPECIES FORESTALES EN EL LOTE I DE
CIIDEA EN LA ESPAM-MFL**

AUTORES:

**RICARDO JAVIER BRAVO ARTEAGA
ODALIS MICHELLE INDIO ZAMBRANO**

TUTORA:

ING. LAURA GEMA MENDOZA CEDEÑO, M. Sc.

CALCETA, JULIO 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo Ricardo Javier Bravo Arteaga, con cédula de ciudadanía 1315604635 y Odalis Michelle Indio Zambrano, con cédula de ciudadanía 0932636921, declaramos bajo juramento que el trabajo de integración curricular titulado: Valoración económica del servicio de captura de carbono por especies forestales en el lote I de CIIDEA en la ESPAM-MFL es de nuestra autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional, y que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración, concedemos a favor de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, conservando a nuestro favor todos los derechos patrimoniales de autor sobre la obra, en conformidad con el Artículo 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación.



Ricardo Javier Bravo Arteaga
C.C: 1315604635



Odalis Michelle Indio Zambrano
C.C: 0932636921

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Yo Ricardo Javier Bravo Arteaga, con cédula de ciudadanía 1315604635 y Odalis Michelle Indio Zambrano, con cédula de ciudadanía 0932636921, autorizamos a la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Integración Curricular titulado: Valoración económica del servicio de captura de carbono por especies forestales en el lote I de CIIDEA en la ESPAM-MFL, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y total autoría.



Ricardo Javier Bravo Arteaga
C.C: 1315604635



Odalis Michelle Indio Zambrano
C.C: 0932636921

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Laura Gema Mendoza Cedeño, M. Sc. certifica haber tutelado el Trabajo de Integración Curricular titulado: Valoración económica del servicio de captura de carbono por especies forestales en el lote I de CIIDEA en la ESPAM-MFL, que ha sido desarrollado por Ricardo Javier Bravo Arteaga y Odalis Michelle Indio Zambrano, previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. Laura Gema Mendoza Cedeño M. Sc.
CC: 1313222471
TUTORA

CERTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN

Yo, José Miguel Giler Molina, M. Sc. Coordinador del Grupo de investigación Grupo de Investigación de Recursos Naturales, Biodiversidad y Desarrollo Sostenible (GIRBDS), certifico que los estudiantes, Ricardo Javier Bravo Arteaga y Odalis Michelle Indio Zambrano, realizaron su Trabajo de Integración Curricular titulado: “Valoración económica del servicio de captura de carbono por especies forestales en el lote I de CIIDEA en la ESPAM-MFL” previo a la obtención del título de **INGENIERO AMBIENTAL**. Este trabajo se ejecutó como parte de una actividad del programa de investigación titulado “**ESPACIO INTEGRAL SOSTENIBLE EN EL BOSQUE POLITÉCNICO – CIIDEA, ESPAM MFL**” y registrado en la Secretaría Nacional de Planificación con CUP 91880000.0000.388096.

**Ing. José Miguel Giler Molina, M. Sc.
COORDINADOR DEL GRUPO DE
INVESTIGACIÓN GIRBDS
CC: 1310656762**

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL

Los suscritos integrantes del Tribunal correspondiente, declaramos que hemos **APROBADO** el Trabajo de Integración Curricular titulado: Valoración económica del servicio de captura de carbono por especies forestales en el lote I de CIIDEA en la ESPAM-MFL, que ha sido desarrollado por Ricardo Javier Bravo Arteaga y Odalis Michelle Indio Zambrano, previo a la obtención del título de Ingeniero Ambiental, de acuerdo al **REGLAMENTO DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE CARRERAS** de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López.

Ing. José Miguel Giler Molina, M. Sc.
CC: 1310656762
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Joffre Alberto Andrade
Candell, M. Sc.
CC:1311651390
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Ing. Carlos Ricardo Delgado
Villafuerte, M. Sc.
CC: 1311115602
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

A la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López que nos dio la oportunidad de crecer como seres humanos a través de una educación superior de calidad y en la cual hemos forjado nuestros conocimientos profesionales día a día.

Con profunda gratitud y emoción, deseamos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas y seres queridos que han sido parte fundamental en la realización de esta investigación.

En primer lugar, agradecemos a nuestra familia, quienes siempre han estado ahí para celebrar nuestros triunfos y levantarnos en momentos de dificultad. Gracias por su incansable apoyo, sus palabras de aliento y por creer en nosotros cuando a veces dudamos de nosotros.

A nuestra tutora, Ing. Laura Gema Mendoza Cedeño, gracias por su orientación experta, su paciencia y por brindarnos su tiempo y conocimiento.

A nuestros amigos, quienes han sido nuestro apoyo incondicional y confidente.

A nuestras mascotas, seres leales y amorosos. Gracias por brindarnos consuelo, alegría y compañía en cada momento de este proceso.

A mi compañero/a de investigación, gracias por ser un colaborador ejemplar. Nuestro trabajo en equipo, nuestro compromiso compartido y tus aportes han sido clave para el éxito de este proyecto. Juntos hemos enfrentado retos y alcanzamos metas, y eso ha enriquecido enormemente esta experiencia.

Cada uno de ustedes ha dejado una huella imborrable en nuestros corazones y en este trabajo, y los llevamos con nosotros en cada logro y desafío que la vida nos presente.

Gracias a todos ustedes por acompañarnos en este camino y por ser una parte esencial en nuestro crecimiento personal y profesional.

LOS AUTORES

DEDICATORIA

Dedico mi trabajo de integración curricular a:

A mis padres, por todo su amor y por motivarme a seguir hacia adelante.

A mis hermanos, por brindarme su apoyo moral en esas noches que tocaba investigar.

A mi compañera de investigación, quien me hacía reaccionar cuando pensaba que no podía continuar.

Y, finalmente, a los que no creyeron en mí, con su actitud lograron que tomará más impulso.

RICARDO JAVIER BRAVO ARTEAGA

DEDICATORIA

A cada uno de ustedes, mi apoyo inquebrantable, mi fuente de inspiración y mi razón para perseguir mis sueños, dedico esta investigación con profundo amor y gratitud:

A mis padres Ángel Indio y Ketty Zambrano, mi pilar fundamental, cada logro alcanzado es un reflejo de su dedicación y sacrificio.

A mis hermanos Stefania, Katherine, Ángel, Danny y Angélica, quienes han sido mis aliados y mis cómplices en cada etapa de este camino.

A mis amigos Erick Solórzano, Nadia Rodríguez, Ivanna Vera, Samanta Villamar, Lidia Álvarez, Jamilex Hernández, Oscar Solórzano y Neil López, quienes han sido mi red de apoyo y mi fuente de ánimo en cada etapa de este proceso.

A Ricardo Bravo, quien no solo fue un compañero de investigación excepcional, sino también un amigo inigualable.

Cada uno de ustedes ha sido parte integral en este logro. Este trabajo de investigación es un testimonio de nuestra unión y colaboración, y cada página escrita lleva consigo el amor y el apoyo de cada uno de ustedes.

Con todo mi corazón, les dedico esta investigación. Que este logro sea también suyo, porque sin su presencia y cariño, este camino habría sido más arduo.

ODALIS MICHELLE INDIO ZAMBRANO

CONTENIDO GENERAL

CARÁTULA.....	i
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN	iii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	iv
CERTIFICACIÓN DEL COORDINADOR DEL GRUPO DE INVESTIGACIÓN	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
DEDICATORIA	viii
DEDICATORIA	ix
CONTENIDO GENERAL.....	x
CONTENIDO DE TABLAS, FIGURAS Y ECUACIONES.....	xiv
CONTENIDO DE TABLAS.....	xiv
CONTENIDO DE FIGURAS.....	xv
CONTENIDO DE ECUACIONES	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
CAPÍTULO I. ANTECEDENTES.....	1
1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	3
1.3. OBJETIVOS.....	5
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	5

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4. IDEA A DEFENDER.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1. CAMBIO CLIMÁTICO	6
2.2. CICLO DEL CARBONO	6
2.2.1. DIÓXIDO DE CARBONO	7
2.2.2. EMISIÓN DE CARBONO.....	7
2.2.3. CAPTURA DE CARBONO.....	8
2.3. SISTEMAS FORESTALES COMO SUMIDEROS DE CARBONO	9
2.4. BOSQUES SECOS TROPICALES	10
2.4.1. GENERALIDADES DE LOS BOSQUES SECOS TROPICALES	10
2.4.2. ESPECIES FORESTALES DEL BOSQUE SECO TROPICAL.....	11
2.4.3. IMPORTANCIA DEL BOSQUE SECO TROPICAL	12
2.4.4. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS BOSQUES SECOS TROPICALES ...	12
2.5. DIVERSIDAD DE ESPECIES FORESTALES.....	14
2.5.1. ÍNDICE DE SIMPSON (1949)	14
2.5.2. ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (1949).....	14
2.6. CONSERVACIÓN DE BOSQUE SECO TROPICAL	15
2.6.1. ECOTURISMO	15
2.6.2. MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE	15
2.6.3. PROGRAMAS NACIONALES E INTERNACIONALES PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES FORESTALES.....	16

2.7. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CARBONO	19
2.7.1. PRECIOS DE MERCADO COMO MEDIO DE VALORACIÓN DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CARBONO	20
2.7.2. TIPOS DE MERCADOS DE CARBONO	21
2.8. MÉTODOS PARA ESTIMAR EL SERVICIO DE CAPTURA DE CARBONO	23
2.9. VARIABLES DASOMÉTRICAS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO POR ESPECIES FORESTALES	24
2.9.1. DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO	24
2.9.2. ALTURA	24
2.9.3. ÁREA BASAL	24
2.9.4. VOLUMEN DE ÁRBOL	24
2.9.5. BIOMASA FORESTAL	25
2.9.6. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO	25
2.9.7. FIJACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE EN EL BOSQUE	25
CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO	26
3.1. UBICACIÓN	26
3.2. DURACIÓN	26
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN	26
3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS	27
3.4.1. MÉTODOS	27
3.4.2. TÉCNICAS	27

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA	29
3.6. VARIABLES DE ESTUDIOS	30
3.7. PROCEDIMIENTOS	30
3.7.1. FASE I. ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE CARBONO DE LAS ESPECIES FORESTALES EN EL LOTE I DE CIIDEA.....	30
3.7.2. FASE II. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CARBONO.	37
3.7.3. FASE III. ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES.....	38
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
4.1. ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE CARBONO DE LAS ESPECIES FORESTALES EN EL LOTE I DE CIIDEA	43
4.2. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CARBONO	58
4.3. ESTABLECER ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES	63
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	77
5.1. CONCLUSIONES	77
5.2. RECOMENDACIONES	78
BIBLIOGRAFÍA	79
ANEXOS	118
ANEXO 1. FORMULARIO PARA LOS DATOS DE LOS EXPERTOS.....	119
ANEXO 2. FORMULARIO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE CONOCIMIENTO	121
ANEXO 3. FORMULARIO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE ARGUMENTACIÓN.....	122

ANEXO 4. FORMULARIO PARA EL CONSENSO DE LOS EXPERTOS	124
ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO.....	127

CONTENIDO DE TABLAS, FIGURAS Y ECUACIONES

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 3.1. Esquema de la ficha de registro de campo.....	31
Tabla 3.2. Interpretación del índice de Shannon – Wiener	32
Tabla 3.3. Interpretación del índice de Simpson.....	32
Tabla 3.4. Densidad de la madera de las especies forestales del Lote I-CIIDEA .	35
Tabla 3.5. Matriz de marco lógico de trabajo.....	38
Tabla 3.6. Matriz de estrategias de conservación	39
Tabla 3.7. Rango de valores de las fuentes de argumentación	40
Tabla 3.8. Valoración de las fuentes de argumentación	42
Tabla 3.9. Condensado de las ponderaciones de los criterios.....	42
Tabla 4.1. Ficha de registro de campo	44
Tabla 4.2. Índice de diversidad de Shannon-Weaver	50
Tabla 4.3. Índice de diversidad de Simpson.....	51
Tabla 4.4. Determinación del contenido de carbono en las especies forestales...	52
Tabla 4.5. Mercados de Carbono	59
Tabla 4.6. Matriz de Marco Lógico sobre la conservación del bosque seco con enfoque a captura de carbono Lote I.....	65

Tabla 4.7. Estrategias de conservación sobre el bosque seco con enfoque a captura de carbono Lote I	70
Tabla 4.8. Datos de los expertos	73
Tabla 4.9. Coeficiente de conocimiento.....	73
Tabla 4.11. Coeficiente de experticidad	75
Tabla 4.12. Aplicación del consenso Kendall	76

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 3.1. Ubicación del área de estudio	26
Figura 4.1. Mapa de censo forestal	43
Figura 4.2. Porcentaje de individuos forestales del Lote I-CIIDEA	45
Figura 4.3. Estado de conservación de las especies forestales del Lote I-CIIDEA	46
Figura 4.4. Porcentaje de familias del Lote I-CIIDEA.....	47
Figura 4.5. Valor de la altura y el diámetro de la altura al pecho (DAP) de las especies forestales lote I-CIIDEA.....	49
Figura 4.6. Cantidad de individuos por especie y contenido de carbono capturado por cada una	54
Figura 4.7. Porcentaje de captura de carbono por las especies forestales más representativas del Lote I de CIIDEA	55
Figura 4.8. Precio Referencial de la captura de carbono en el Mercado ClimeCo (Mercado Voluntario).....	61
Figura 4.9. Precio Referencial de la captura de carbono en el Mercado SedenCO ₂ (Mercado Obligatorio)	62

Figura 4.10. Árbol de Problema64

Figura 4.11. Árbol de Objetivos.....64

CONTENIDO DE ECUACIONES

Ecuación 3.131

Ecuación 3.232

Ecuación 3.333

Ecuación 3.434

Ecuación 3.534

Ecuación 3.635

Ecuación 3.736

Ecuación 3.837

Ecuación 3.938

Ecuación 3.1039

Ecuación 3.1140

Ecuación 3.1241

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo valorar económicamente el servicio de captura de carbono por especies forestales en el bosque seco del lote 1 de CIIDEA de la ESPAM-MFL. Para lo cual, se realizó un censo forestal de individuos con DAP ≥ 10 cm, como resultado se encontró 4,252 individuos, 33 especies y 18 familias, siendo la familia Fabaceae la más abundante con 13 especies representando el 61.45 % de los individuos. Las especies más abundantes fueron *Pseudosamanea guachapele* (guachapelí), *Guazuma ulmifolia* (guasmo), *Prosopis juliflora* (algarrobo) y *Samanea saman* (samán) con 1,275 - 1,065 - 571 y 267 individuos respectivamente. Se determinó la diversidad mediante los índices de Shannon-Wiener y Simpson obteniendo una diversidad media (2.126) y baja dominancia (0.182). Se aplicaron ecuaciones alométricas para determinar el carbono capturado, obteniéndose una captura de 1,473.08 t/ha y 5,400.74 t/ha de dióxido de carbono, capturando el 84.61 % las especies más abundantes. El valor económico se determinó según los precios establecidos por ClimeCo y SENDECO₂, obteniéndose un valor de 67,509.26 USD y 451,609.95 USD. Las estrategias de conservación propuestas se basan en fomentar la investigación científica, establecer buenas prácticas ganaderas, comunicar la importancia de conservar los bosques, reforestar las áreas degradadas y crear incentivos económicos alternos. Posteriormente se aplicó el consenso Kendall a nueve expertos que evaluaron las estrategias de conservación acorde a los criterios de impacto, conceptualización, pertinencia, aplicabilidad, adecuación y eficiencia, obteniendo un alto nivel de concordancia de 0.9231 entre los expertos.

PALABRAS CLAVE

Ecosistema, conservación, censo forestal, coeficiente de experticidad

ABSTRACT

The objective of this research was to economically value the service of carbon sequestration by forest species in the dry forest of lot 1 of CIIDEA of ESPAM-MFL. For this purpose, a forest census of individuals with DBH ≥ 10 cm was carried out, as a result 4,252 individuals, 33 species and 18 families were found, being the Fabaceae family the most abundant with 13 species representing 61.45 % of the individuals. The most abundant species were *Pseudosamanea guachapele* (guachapelí), *Guazuma ulmifolia* (guasmo), *Prosopis juliflora* (algarrobo) and *Samanea saman* (samán) with 1,275 - 1,065 - 571 and 267 individuals respectively. Diversity was determined using the Shannon-Wiener and Simpson indices, obtaining a medium diversity (2.126) and low dominance (0.182). Allometric equations were applied to determine the carbon captured, obtaining a capture of 1,473.08 t/ha and 5,400.74 t/ha of carbon dioxide, with the most abundant species capturing 84.61 %. The economic value was determined according to the prices established by ClimeCo and SENDECO₂, obtaining a value of 67,509.26 USD and 451,609.95 USD. The proposed conservation strategies are based on promoting scientific research, establishing good livestock practices, communicating the importance of conserving forests, reforesting degraded areas and creating alternative economic incentives. Subsequently, the Kendall Consensus was applied to nine experts who evaluated the conservation strategies according to the criteria of impact, conceptualization, relevance, applicability, appropriateness and efficiency, obtaining a high level of agreement of 0.9231 among the expert-scientists.

KEY WORDS

Ecosystem, conservation, forest census, expert coefficient.

CAPÍTULO I. ANTECEDENTES

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Las actividades humanas han originado el aumento de la temperatura media mundial en un 1 °C de 1880 a 2017, provocando cambios en el clima que de forma natural habrían tomado millones de años (GreenPeace, 2018). Ocasionando la modificación de los patrones de precipitación, el aumento del nivel del mar, la reducción de la criosfera y el surgimiento de fenómenos climáticos extremos (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015). En donde, el dióxido de carbono destaca como el principal gas causante de dicha problemática (Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos [EPA], 2021).

Los bosques por el proceso de la fotosíntesis ayudan a mitigar el cambio climático, almacenando gran parte del carbono que se genera en su estructura (Benjamín y Masera, 2016). Se estima que, en los trópicos, los bosques primarios capturan alrededor de 60 y 230 t/ha, y entre 25 y 190 t/ha en bosques secundarios, sin embargo, muchas veces pasa desapercibida su función como sumideros naturales de carbono (Torres et al., 2017).

La superficie de bosques naturales se ha reducido considerablemente, principalmente para ampliar las fronteras agrícolas y ganaderas, impidiendo que puedan cumplir su servicio de regulación del clima (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO] y Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA], 2020). Al contrario, se convierten en fuente de emisiones de gases de efecto invernadero, liberando hasta el 11 % de CO₂ almacenado, derivado de la deforestación y degradación forestal (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica [MAATE], 2021). Además, de alterar el ciclo hidrológico del agua, degradación del suelo, inseguridad alimentaria y pérdida del hábitat de especies (García, 2016).

A nivel global, la deforestación entre los años 2015-2020 tuvo un promedio de pérdida de 10 millones de hectáreas al año (FAO y PNUMA, 2020). En Ecuador se presenta una disminución de 12.5 millones de hectáreas de bosque nativo, frente a

las 14.5 que tenía en 1990, equivalente a una reducción de 94,353 hectáreas al año (El Universo, 2019). En la región costa, la remanencia de los bosques es de solo un 27 % (Sierra et al., 2021). En Manabí se registra una disminución del 26 % (164,489.08 hectáreas de bosque nativo) entre los años 1990 y 2018, y en el Corredor La Segua-La Esperanza (Calceta, San Antonio y Bachillero), la degradación por la explotación maderera y la ampliación de la frontera agrícola, generó que la remanencia sea de apenas un 7.7 % (Gobierno Municipal del Cantón Bolívar, 2015; Sierra et al., 2021).

De acuerdo a la Coordinación de Comunicación ESPAM MFL (2022), el área de CIIDEA (Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo Agropecuario) de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López”, conserva espacios naturales, la cual se creó en el año 2014, para fortalecer la base de información de los programas y proyectos de investigación institucional e interinstitucional, que se realizan en una superficie de 129 hectáreas distribuida en cinco lotes; en áreas de producción agrícola, pastizales, bosque, escuela del productor, reservorio y mirador, drenaje, bambusario, entre otras.

En el Lote I se encuentra un bosque seco tropical secundario distribuido en 60.27 ha, que tiene información limitada sobre la composición, estructura y funcionamiento de este ecosistema, lo cual podría conllevar que ante la falta de información que permita conocer su importancia y la necesidad de su conservación; la problemática de deforestación a nivel regional afecte a esta área, por lo que es de gran interés investigaciones que realicen valoraciones ambientales de los servicios que brinda a la sociedad y al medio ambiente, como es el caso del servicio de captura de carbono por especies forestales.

A partir de estos antecedentes se plantea la siguiente interrogante:

¿Cómo incide el servicio de captura de carbono por especies forestales en la valoración económica del Lote I de CIIDEA?

1.2. JUSTIFICACIÓN

La falta de estrategias de conservación de los ecosistemas, provocan que las acciones y actividades económicas conduzcan a su uso inadecuado y sobreexplotación, lo que conlleva a una escasez irreversible de recursos, afectando a la equidad y bienestar de futuras generaciones (Osorio y Correa, 2004). En este contexto nace la valoración ambiental, que asigna valor a los servicios ambientales e integra al ambiente en la toma de decisiones, considerando la estructura, funcionamiento y las funciones que brinda en el bienestar humano, así como de revelar su condición y relativa escasez (ONU, 2015; García, 2016).

Entre algunos de los servicios que toma a consideración la valoración ambiental se encuentra el servicio de captura de carbono, según la Organización Internacional de las Maderas Tropicales [ITTO] (2021) indica que la importancia de valorar este servicio radica en la gran capacidad de captura de carbono que presentan los bosques. El cual muchas veces es desaprovechado y se opta por su deforestación (Muñoz y Vásquez, 2020).

En la Constitución de la República del Ecuador (2008) se contempla como un sujeto de derecho a la naturaleza; entre algunos de los artículos encaminados a la preservación y conservación de los bosques se encuentran:

El Art. 406 que manifiesta que el estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; en el cual se hace especial mención a los bosques tropicales secos y húmedos. Y en el Art. 414 se hace mención a las medidas para mitigar el cambio climático, entre las cuales se incluye limitar las emisiones de gases de efecto invernadero, la deforestación y la contaminación del aire; y la protección de los bosques y la vegetación (Constitución de la República del Ecuador, 2008).

A nivel internacional, el Art. 2 del Acuerdo de París manifiesta que se deberá evitar el aumento de la temperatura media mundial por debajo de 2 °C con respecto a la era preindustrial, reconociendo que ello reduciría las consecuencias del cambio climático (ONU, 2015). Los Objetivos de Desarrollo Sostenible plantean en el

objetivo 13.2 “Incorporar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales” (ONU, 2018).

El Código Orgánico del Ambiente en el numeral 4 del Art. 259 señala “Incentivar la implementación de medidas y acciones que permitan evitar la deforestación y degradación de los bosques naturales y degradación de ecosistemas” (Código Orgánico del Ambiente [COA], 2017). Para finalizar se destaca al objetivo 11.3.1 del Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025 “reducir las emisiones de gases de Efecto invernadero por deforestación en el sector del Uso del suelo y Silvicultura (USCUSS) de 53,782.59 a 52,706.94 Gg CO₂eq” (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

En el Ecuador se tiene información limitada sobre los servicios ecosistémicos que proveen los bosques secos (Moreira, 2021). Lo cual se evidencia en el bosque seco del Lote I de CIIDEA, por consiguiente, se tiene como propósito aportar conocimientos sobre la valoración de los recursos naturales de la zona, con el objetivo de ser un referente de información para futuras investigaciones que se desarrollen sobre esta área, las cuales contemplan este mismo objetivo.

Los resultados generados serán complementarios para el proyecto institucional «Área natural protegida y Ecomuseo “Manuel Félix López” de la carrera de Ingeniería Ambiental: Escuela de educación ambiental vinculada a la sociedad, sistema educativo y laboratorio de campo para prácticas estudiantiles, trabajos de titulación y de investigación para la ESPAM MFL», y al proyecto de investigación institucional auspiciado por la Carrera de Ingeniería Ambiental y el grupo de investigación GIRBDS titulado “ESPACIO INTEGRAL SOSTENIBLE EN EL BOSQUE POLITÉCNICO – CIIDEA, ESPAM MFL.”

Por lo cual, la presente investigación busca otorgar un valor económico al servicio de captura de carbono de las especies forestales del bosque de CIIDEA. De la misma manera, establecer un plan de estrategias que contribuya a su conservación y recuperación, de tal forma que este refugio natural de biodiversidad y sumidero natural de dióxido de carbono, no sea deforestado.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Valorar económicamente el servicio de captura de carbono por especies forestales para el establecimiento de estrategias de conservación en el Lote I de CIIDEA en la ESPAM MFL.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estimar el nivel de captura de carbono de las especies forestales en el Lote I de CIIDEA.
- Valorar económicamente el servicio de captura de carbono.
- Establecer un plan de estrategias para la conservación de las especies forestales.

1.4. IDEA A DEFENDER

La captura de carbono por especies forestales incide positivamente en la valoración económica del Lote I de CIIDEA.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. CAMBIO CLIMÁTICO

Se considera como cambio climático al aumento de la concentración de los gases de efecto invernadero (GEI), que origina que la Tierra absorba más calor, haciendo que la superficie terrestre se caliente más de lo normal y su temperatura se eleve, a esto se le conoce como calentamiento global, lo cual provoca alteraciones en el clima tales como la temperatura, precipitación e intensidad y las rutas de las tormentas, por periodos largos de tiempo, dando lugar al cambio climático (Díaz, 2012; Mancera et al., 2017).

Según la ONU (2003) el cambio climático es un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observado durante períodos de tiempo comparables.

2.2. CICLO DEL CARBONO

El ciclo de carbono es un proceso de larga duración debido a que tienen una cinética muy lenta, por lo que algunos de ellos duran millones de años, el principal mecanismo de rotación del carbono es a través del dióxido de carbono que permite la transformación de carbono inorgánico a carbono orgánico, y que dio origen a la vida en la Tierra (Mondragón, 2021).

Es un ciclo biogeoquímico de gran importancia para la regulación del clima de la Tierra, y en él se ven implicadas actividades básicas para el sostenimiento de la vida (Burbano, 2018). Según Discovery Communications (2010) este comprende dos ciclos que se suceden a distintas velocidades:

- **Ciclo biológico:** comprende los intercambios de carbono (CO_2) entre los seres vivos y la atmósfera, es decir, la fotosíntesis, proceso mediante el cual el carbono queda retenido en la planta y la respiración que lo devuelve a la atmósfera.

- **Ciclo biogeoquímico:** regula la transferencia del carbono en la atmósfera y la litosfera (océano y suelo).

El ciclo del carbono se inicia con la fijación del CO₂ atmosférico mediante la fotosíntesis, en donde el dióxido de carbono y el agua forman carbohidratos y simultáneamente liberan oxígeno a la atmósfera, parte de los carbohidratos se consumen directamente para suministrar energía a la planta y el dióxido de carbono que así se forma, se libera a través de sus hojas o de sus raíces (Burbano, 2018).

Otra parte la consumen los animales, que también liberan dióxido de carbono en sus procesos metabólicos, las plantas y los animales muertos, en últimas, son descompuestos por los microorganismos del suelo y por ello el carbono de sus tejidos se oxida, forma dióxido de carbono y retorna a la atmósfera (Orellana et al., 2012).

2.2.1. DIÓXIDO DE CARBONO

El dióxido de carbono es un compuesto inorgánico formado por la unión simétrica de un átomo de carbono y dos átomos de oxígeno, es un gas inerte a condiciones normales (Medina, 2010). Es producido en los procesos de fermentación, respiración y combustión (Arroyo y Ramírez-Monroy, 2020). Y es subproducto del quemado de combustibles fósiles procedentes de depósitos de carbono de origen fósil, como el petróleo, el gas o el carbón, de la quema de biomasa, o de los cambios de uso de la tierra y otros procesos industriales (Vera et al., 2021).

El aumento en la cantidad de dióxido de carbono debido a la combustión de combustibles fósiles perturba el ciclo atmosférico, por lo cual, se asocia al dióxido de carbono con el calentamiento global y lo considera negativo, obviando su importancia general (Linde plc, 2021).

2.2.2. EMISIÓN DE CARBONO

Las emisiones y eliminación de dióxido de carbono que se registran a raíz de procesos naturales se equilibran, a diferencia de los producidos por impactos antropogénicos (EPA, 2021). Las emisiones antropogénicas de CO₂ son el resultado de la interacción de variables cuantitativas (la población, la urbanización

y la actividad económica, medida por el producto o por el nivel de renta) y cualitativas (tecnología y marco legal e institucional vigente) (Zilio, 2008).

A lo largo de la última década, los cinco emisores principales China, Estados Unidos, los 27 integrantes de la Unión Europea, el Reino Unido y la India han contribuido al 55 % de las emisiones totales sin el cambio de uso de la tierra (ONU, 2020). La región conformada por América Latina y el Caribe presenta una baja contribución a la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, se reporta que las emisiones de GEI eran del orden de 7 % para el año 2000, y se espera que en el año 2050 su participación sea de un 9 % (Olivo y Soto-Olivo, 2010).

Según Olivo y Soto-Olivo (2010) destacan las siguientes actividades como las mayores emisoras de GEI: el sector energético con una emisión del 35 %, siguiendo la silvicultura (24 %) con la destrucción de bosques y sumideros naturales de dióxido de carbono para fines agrícolas, ganaderos y otros cambios en los usos de suelo, el sector industrial (21 %), los medios de transporte (14 %) y la construcción (6.4 %).

El informe publicado por el intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC] (2007) plantea que, si se considera como valor de referencia la concentración de CO₂ de 379 ppm para el año 2005 y la tasa de crecimiento anual de aproximadamente 2 ppm, llegando a alcanzar un nivel de 400 ppm, lo cual resultaría en un riesgo, casi imposible de contener los efectos del calentamiento global.

2.2.3. CAPTURA DE CARBONO

Los procesos de captura-emisión son parte de un sistema de tipos generales de reservorios de carbono (vegetación, aérea y subterránea, materia en descomposición, suelos, productos forestales), con tiempos de residencia y flujos asociados muy diferentes (Benjamín y Masera, 2016).

En cambio, EPA (2021) indica la existencia de conjuntos de tecnologías que pueden reducir enormemente las emisiones de CO₂ con plantas de generación de energía a carbón y gas, procesos industriales y otras fuentes fijas de CO₂, tanto nuevas como ya existentes.

2.3. SISTEMAS FORESTALES COMO SUMIDEROS DE CARBONO

El concepto de sumidero de carbono en relación con el cambio climático fue adoptado por la ONU (1992), la cual se definió “sumidero” como “cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe o elimina de la atmósfera un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero.”

Los sumideros terrestres de carbono se refieren al carbono contenido en los ecosistemas forestales (vegetación viva, materia orgánica en descomposición y suelo) y sus productos (maderables y no maderables, combustibles fósiles no usados, entre otros) (Bajaña, 2016).

De acuerdo a Velasco y Espinoza (2011) los bosques juegan un papel preponderante en el ciclo global del carbono, debido a que:

- Almacenan grandes cantidades de carbono en su biomasa y en el suelo.
- Intercambian carbono con la atmósfera a través de la fotosíntesis y respiración.
- Son fuentes de emisión de carbono cuando son perturbados por causas naturales. Pero también son sumideros, cuando se abandonan las tierras perturbadas, que se recuperan por regeneración natural.

La capacidad de almacenamiento de carbono varía de un bosque a otro, principalmente por la influencia de factores como: temperatura, precipitación, densidad de masa, tipo de suelo, pendiente, altura, condiciones topográficas, índices de crecimiento, y edad, además que los bosques densos y aquellos que han sufrido perturbaciones, tienen mayor capacidad para almacenar carbono que los bosques abiertos y de zonas arboladas, así como los bosques degradados (Galicía et al., 2016).

2.4. BOSQUES SECOS TROPICALES

2.4.1. GENERALIDADES DE LOS BOSQUES SECOS TROPICALES

A nivel mundial, los bosques secos tropicales (BST) ocupan 42 % de la superficie de los bosques tropicales (Espinosa et al., 2012). Los BST toman ese nombre porque las características ambientales son particularmente duras debido a la ausencia de agua de lluvia por largos periodos de tiempo durante el año, producto de una marcada estacionalidad en la distribución temporal de la precipitación (Guerra et al., 2020; Morales-Trejo y Arellano, 2024).

Durante la estación seca, cuando prácticamente hay ausencia de lluvias y elevada radiación solar y evaporación, el factor que más limita el desarrollo y la sobrevivencia de las plantas es el agua; mientras que, en la estación húmeda, cuando existe una elevada precipitación, la limitación de luz regula el crecimiento y la reproducción de las plantas (Guerra et al., 2020).

De acuerdo a Espinosa et al. (2012) y Morales-Trejo y Arellano (2024) las características generales de los bosques secos tropicales en el Ecuador son:

- La marcada estacionalidad dada por la variación temporal y espacial de la precipitación.
- Reciben alrededor de 80 % de la precipitación durante cuatro meses.
- La precipitación puede sobrepasar con creces 200 mm por mes en época lluviosa.
- Comprenden bosques caducifolios y semicaducifolios que crecen en áreas tropicales sujetas a una severa estacionalidad climática.
- Muchas de las plantas de los bosques secos son espinosas y con hojas pequeñas, esto permite a la vegetación reducir el área de evapotranspiración y por lo tanto la pérdida de agua.

- La densidad, la diversidad y la continuidad del dosel arbóreo se va perdiendo a medida que el periodo seco se va extendiendo hasta dar paso a lo que se conoce como drylands o tierras secas.
- En el extremo climático opuesto el bosque estacional da paso a selvas siempreverdes cuando la disponibilidad de agua se extiende a lo largo de periodos más largos del año.

2.4.2. ESPECIES FORESTALES DEL BOSQUE SECO TROPICAL

Las especies forestales comprende árboles, bosques, plantaciones, aprovechamiento forestal, y una serie de conceptos que son parte de una de las actividades de importancia económica, ecológica, social, cultural y ambiental (Ministerio del Ambiente de Perú [MINAM], 2019).

Las especies forestales del BST en el Ecuador se encuentran registradas en guías como: “Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización” (Aguirre, 2012); “Plantas del Bosque Seco del Ecuador” (Pyrooz et al., 2019); y “Flora y Fauna del Bosque Seco de la provincia de Loja, Ecuador” (Muñoz et al., 2019).

Otra guía de especies forestales fue presentada por la Pontificia Universidad Católica del Ecuador [PUCE] (2024) con el nombre de “Libro Rojo de Plantas Endémicas del Ecuador”, es un instrumento para salvaguardar la riqueza biológica y está a disposición de autoridades gubernamentales, por lo tanto, analiza el estado de conservación de 4,500 especies endémicas y presenta un análisis del nivel de conservación de los ecosistemas terrestres con datos sobre el grado de transformación y de protección. Divide especies en nueve categorías: No Evaluado, Datos Insuficientes, Preocupación Menor, Casi Amenazado, Vulnerable, En Peligro, En Peligro Crítico, Extinto en Estado Silvestre y Extinto (La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [UICN], 2024).

2.4.3. IMPORTANCIA DEL BOSQUE SECO TROPICAL

El BST debido a las condiciones de clima extremadamente seco se caracteriza por estar integrado por una vegetación frágil (Pincay, 2021). Por lo que alberga una gran variedad de especies endémicas y un grado significativo de diversidad local y regional en un área relativamente pequeña, muchas de las cuales se encuentran en un grave estado de conservación, por lo que se considera un área de gran interés biológico (Vera et al., 2021).

Además de brindar bienes y servicios ambientales a la población, entre las cuales se destacan el ecoturismo, y servicios de regulación y abastecimiento tales como provisión de hábitat para plantas y animales, calidad del aire, regulación del clima y uso de madera, este último por la forma inadecuada que se realiza constituye la principal causa de la pérdida de bosques (Chisaguano, 2019). Debido a que tiene una alta importancia económica, ya que ofrecen productos forestales maderables que muchas veces son el sustento principal de las familias (Carrión, 2016).

Constituyen un aporte económico considerable y en muchos casos la fuente principal de ingresos que aprovechan de una manera más sostenible los bosques, mediante el aprovechamiento de productos forestales no madereros de entre los cuales se destaca la venta de miel de insectos, aceites esenciales (como aceite de palo santo), la elaboración de sahumerios, alimentos y bebidas a partir de partes de las plantas nativas (Jiménez et al., 2017).

2.4.4. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS BOSQUES SECOS TROPICALES

La situación actual del BST en Ecuador se caracteriza por ser un ecosistema en peligro crítico de extinción, siendo su remanencia en muchas áreas escasa con poca presencia de bosques primarios, en donde más se ha podido evidenciar su pérdida es en la región costa la cual hace varias décadas el 35 % de su territorio estaba cubierto de especies de bosque seco, y el 60 % a 70 % del BST original actualmente ha desaparecido (Pincay, 2021).

Esto se relaciona directamente con las elevadas tasas de deforestación que se presentan en Ecuador, que ha liderado las tasas de deforestación en Sudamérica

entre 1990-2000 y 2000-2010, con valores anuales de -1.5 y -1.8 % respectivamente, lo que supone que ha perdido entre 1990 y 2020 una superficie de 21,340 km² de bosque, lo que supone aproximadamente un 15 % de sus bosques (Jiménez et al., 2019).

El bosque seco es el ecosistema que presenta peor estado de conservación y grado de protección, con sólo el 12.9 % del remanente se encuentra protegido, abarcando apenas un 14.72 % de la superficie de las áreas denominadas “Patrimonio de Áreas Naturales del Estado” (Rivas, 2022).

El desconocimiento de la estructura, composición y función de este ecosistema ha ocasionado el uso en forma desmedida de las especies silvestres encontradas a su alrededor, por parte de los grupos humanos, lo cual ha originado el deterioro y desaparición de las especies que conforman este entorno (Zambrano, 2021). Con actividades como la extracción selectiva de madera, el sobrepastoreo de chivos y vacas, la expansión de la frontera agrícola, la cacería, y la recolección de miel que implica quemar y tumbar los árboles que albergan las colmenas (Paladines, 2003).

Para realizar el retiro de estos bosques se hace mal uso del fuego, quemándose y la superficie así conseguida, gracias al abono de las cenizas, les permite obtener unas pocas cosechas, hasta que el terreno se empobrece tanto en nutrientes que se hace improductivo y deben acudir a otro lugar para quemar de nuevo otra porción de bosque y repetir el proceso, en este proceso se destruyen los hábitats de especies de fauna y flora indispensables para el equilibrio ecológico (García, 2016).

Lo que se agudiza al ser la costa la región donde se lidera la industria ganadera y agrícola del país, ha conllevado a una reducción de sus bosques del 1.4 % anual entre 2008 y 2014 (Jiménez et al., 2019). Los bosques secos del sur del Ecuador en las provincias de Loja y el Oro, representan aproximadamente el 50 % de lo que queda de este ecosistema en Ecuador y que constituye no más del 25 % del bosque seco original (Paladines, 2003). El BST en la costa ha sufrido una tasa de deforestación de -1.12 % entre 1990 y 2018, perdiendo 2,631.91 km², es decir, un 27.04 % de la superficie, existente en 1990 (Rivas, 2022).

La deforestación, fragmentación y pérdida de bosque se producen principalmente en las zonas de Manabí, el Guayas y en el centro-sur de la costa, estando posiblemente correlacionada con el aumento de la población que ha sufrido Ecuador, ya que su población ha crecido un 550 % en 71 años, lo cual ha ocasionado la expansión de la frontera agraria (Rivas, 2022).

2.5. DIVERSIDAD DE ESPECIES FORESTALES

La diversidad biológica es un término usado para describir la diversidad de la vida, que comprende tres niveles: genes, especies y ecosistemas, los ecosistemas forestales, están caracterizados por una gran variedad de especies diferentes con genes diferentes y distintas condiciones ambientales (Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, 2010). Para determinar la diversidad de las especies forestales se utilizan índices de diversidad como el índice de Simpson y Shannon-Weiner.

2.5.1. ÍNDICE DE SIMPSON (1949)

El índice de Simpson es uno de los parámetros que permite medir la riqueza y diversidad de organismos, representa la probabilidad de que dos individuos dentro de un hábitat seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie (Silva et al., 2021; Vera et al., 2021). Este índice varía inversamente con la heterogeneidad, de tal forma que, si los valores del índice decrecen, la biodiversidad crece y viceversa (Badii et al., 2008).

2.5.2. ÍNDICE DE SHANNON-WIENER (1949)

Este índice describe lo diverso que puede ser un determinado lugar, ya que considera el número de especies (riqueza) y de individuos de cada una de ellas (Domínguez et al., 2013). Mide el grado promedio de incertidumbre en predecir a qué especie pertenece un individuo escogido al azar de una colección, y asume que los individuos son seleccionados al azar y que todas las especies están representadas en la muestra (Moreno, 2001).

2.6. CONSERVACIÓN DE BOSQUE SECO TROPICAL

2.6.1. ECOTURISMO

Es una actividad que promueve la integración del turista con la comunidad local a través de paseos guiados en zonas de ecosistemas frágiles; tiene como función proteger y cuidar el ambiente, con la intención de no manipular a la naturaleza sino contemplar y admirar su belleza (Rebollo, 2012). Permite conocer la importancia real de la biodiversidad y sus paisajes como un activo clave y parte vital de la calidad ambiental y del atractivo para los visitantes (Rosete et al., 2019).

Se considera como uno de los ejemplos más cercano de lo que puede ser un desarrollo sustentable, bajo la premisa de que, si se respetan los rangos de funcionamiento de los ecosistemas, junto con otras medidas protectoras, se puede coadyuvar a generar un uso sustentable y económico, en muchos casos dando una justificación económica para la conservación de áreas que de otra manera no recibirán ninguna protección (Bringas y Ojeda, 2000).

El ecoturismo provee de empleos e ingresos a la población local; provee educación ambiental a los turistas; crea fondos para compra e insumos para mejoramiento y protección de áreas naturales; motiva a la preservación del medio ambiente y a la creación de nuevos o más grandes parques nacionales, reserva de biosferas, preservación de bosques, de áreas de recreación, de playas y atracciones naturales (Rebollo, 2012).

Según Rosete et al. (2019) destaca que el BST es considerado una de los principales recursos turísticos en el Ecuador, en su investigación realizada en el cantón Jipijapa en la provincia de Manabí, se determinó que este ecosistema alberga 246 especies que tienen al menos un uso conocido que es de interés para el turismo.

2.6.2. MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE

El manejo forestal sostenible del bosque se refiere a la utilización de los recursos a través de la gestión misma del bosque, de tal forma que la intensidad de su

utilización no vaya en detrimento de la capacidad futura de producción, que conserve la biodiversidad, su capacidad de regeneración, sus funciones ecológicas y que además siga cumpliendo un papel fundamental en la economía y la sociedad (Salas y Jones, 2019).

Es una estrategia de manejo de recursos naturales, en la cual las actividades forestales son consideradas en el contexto de las interacciones ecológicas, económicas y sociales, dentro de un área o región definida, a corto y largo plazo (Aguirre-Calderón, 2015). De acuerdo con Politi y Rivera (2019) en la mayoría de los ecosistemas boscosos tropicales y subtropicales de Latinoamérica, la falta de información científica ecológica impide que se hayan desarrollado lineamientos de manejo forestal sostenible para mantenerlos funcionando integralmente.

2.6.3. PROGRAMAS NACIONALES E INTERNACIONALES PARA LA CONSERVACIÓN DE ESPECIES FORESTALES

LA REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DEBIDAS A LA DEFORESTACIÓN Y LA DEGRADACIÓN DE LOS BOSQUES (REDD+)

La REDD+ es un mecanismo de mitigación del cambio climático que busca reconocer y proveer incentivos positivos a los países en vías de desarrollo para proteger sus recursos forestales, mejorar su gestión y utilizarlos de manera sostenible con el fin de contribuir a la lucha global contra el cambio climático y sus efectos, en un marco complejo que opera a través de múltiples niveles de gobierno (Arriaga, 2012).

Debido a que la mayoría de los bosques restantes del mundo se encuentran en los países en vías de desarrollo, y que la mayoría de las emisiones mundiales provienen de los países desarrollados, la mayor parte de la financiación destinada a REDD+ será dirigida desde este último hacia el primero (Natural Justice, 2014).

Ecuador concibe a REDD+ como un instrumento cuyo objetivo es contribuir a los esfuerzos nacionales para la reducción de la deforestación y degradación de los bosques a través de la conservación, manejo forestal sostenible, y la optimización

de otros usos de suelo para reducir la presión sobre los bosques, aportando de esta forma a la reducción de emisiones de GEI (MAATE, 2013).

NATURALEZA Y CULTURA INTERNACIONAL

Es una organización que tiene como objetivo la protección de los hábitats naturales hasta el uso sostenible de los recursos naturales y la preservación de las culturas nativas, junto con grupos indígenas, comunidades locales, así como gobiernos nacionales y subnacionales para proteger ecosistemas críticos (Nature and Culture International, 2022).

En el Ecuador algunos de los ejemplos más destacados de su participación se encuentran en la provincia de Loja, en la cual la organización se planteó a partir del año 2000 el objetivo de apoyar a la conservación en los bosques secos, empezando una fase de reconocimiento e investigación, que incluyó: revisión de información secundaria, reconocimiento de actores locales, visitas a los cantones: Celica, Puyango, Macará y Zapotillo (Paladines, 2003).

En donde, los pueblos de la zona, junto con la organización, definieron una estrategia para la compra de áreas de bosque seco, comprando entre 2003 y 2013 cerca de 20,000 hectáreas de bosque que pertenecían a haciendas (Riofrio, 2018). Como resultado de la gestión, en el cantón Zapotillo se crearon dos Reservas Ecológicas, la Reserva Privada Tumbesina-La Ceiba, que es la reserva más grande de bosque seco tropical en estado de conservación; y, la Reserva Natural Cazaderos que es una zona donde habitan una gran variedad de aves, mamíferos y fauna (Morales, 2017).

Ambas reservas encierran cerca de 18,000 hectáreas y donde viven alrededor de 170 familias, en donde la organización Naturaleza y Cultura Internacional definió acuerdos de manejo y convenios con las comunidades que viven en esta zona, con los cuales se garantiza el acceso a los recursos del lugar, con compromisos por parte de los pobladores de no dedicarse a monocultivos como el maíz, al comercio de madera y la cacería (Riofrio, 2018).

PROYECTO SOCIO BOSQUE DE CONSERVACIÓN

Para ayudar en la conservación del medio ambiente, en Ecuador se han implantado estrategias para conservar bosques, páramos, vegetación nativa; junto con sus valores ecológicos y culturales, como es el caso del programa Socio Bosque el que entrega incentivos económicos a comunidades indígenas o campesinos que voluntariamente se involucren en el programa de conservación (Morales, 2017).

Es un esquema que pretende conservar una cobertura de 3 millones 600 mil hectáreas de bosques, para lo cual se basa en la firma de convenios de conservación con propietarios privados que mantengan la posesión de tierras con cobertura boscosa nativa y en áreas con alta amenaza de deforestación, áreas relevantes para la generación y conservación de servicios ambientales y áreas con altos niveles de pobreza (MAATE, 2013).

SISTEMA NACIONAL DE ÁREAS PROTEGIDAS

La creación de sistemas de áreas protegidas, al ser espacios territoriales con gran concentración de especies de plantas y animales, es la principal estrategia que deben implementar los países, para conservarlos, por lo cual en 1976 se creó en Ecuador el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) (MAATE, 2007).

El SNAP tiene como premisa la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas, para lo cual se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado, que asignará los recursos económicos necesarios para la sostenibilidad financiera del sistema y fomentará la participación de las comunidades, pueblos y nacionalidades que han habitado ancestralmente las áreas protegidas en su administración y gestión (MAATE, 2014).

Incluye a 50 hectáreas protegidas que equivale a aproximadamente el 19.93 % del territorio nacional terrestre, abarcando a las 24 provincias del país e incluye la mayor parte de ecosistemas con 42 formaciones vegetales de las 46 existentes en Ecuador (Yáñez, 2016).

Dentro del SNAP se encuentran las denominadas “Patrimonio de Áreas Naturales del Estado”, las cuales se encuentran distribuidas muy desigualmente, ya que en la Costa son áreas relativamente pequeñas, que cubren sólo un 5 % de la región, y por contraste, los Andes y la Amazonía presentan una protección del 20.6 % y del 23.2 % respectivamente, mientras que la región insular un 97 %, en donde, el Parque Nacional Machalilla, en la provincia de Manabí, y la Reserva Ecológica Arenillas, en la provincia de El Oro, se han convertido en un referente en cuanto a la protección de los bosques secos (Riofrio, 2018).

2.7. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CARBONO

La economía ambiental pretende aplicar conceptos y principios económicos a la gestión de los recursos naturales y problemas ambientales, con el objetivo de valorar el servicio que estos recursos ofrecen para el bienestar social (Labandeira et al., 2007). En la valoración económica ambiental del servicio de captura de carbono se utiliza para identificar y cuantificar el valor de la captura de carbono a través de herramientas teóricas y metodológicas (Penna y Cristeche, 2008). Entre los métodos que más se destacan está el precio social de la captura de carbono.

El precio social del carbono se encuentra dentro del conjunto de metodologías que considera el cálculo de daños, las cuales se basan en el uso de secuencias de modelos que permitan determinar los impactos físicos de la contaminación, y luego valorar estos impactos (Pica-Téllez et al., 2024). Al revisar la literatura económica sobre el cálculo de precios sociales, se identifican tres métodos de valoración (Cartes, 2021):

- Utilizar un “Precio de Mercado.”
- Costo Social del Carbono.
- Costos marginales de la reducción de emisiones.

2.7.1. PRECIOS DE MERCADO COMO MEDIO DE VALORACIÓN DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CARBONO

Una de las aproximaciones utilizadas es la de aplicar un “precio de mercado”, en particular el precio de los “bonos de carbono” como un “proxy” de la disposición a pagar por reducir las emisiones de GEI (Cartes, 2021). El mercado de carbono es un sistema de comercio en donde se compran y venden emisiones reducidas o secuestradas de GEI que se han logrado mediante el desarrollo de proyectos (Samayoa, 2011). En este mercado participan gobiernos, corporaciones privadas, organismos internacionales, brokers, bancos e individuos (Herkrath, 2022).

En virtud del protocolo de Kyoto y de las obligaciones que les confiere a los países con mayores índices de contaminación, se crean proyectos de manejo forestal para la disminución de GEI mediante un uso sustentable de los sistemas forestales (Ibarra y Escobar, 2008). De acuerdo con la FAO (2013) los proyectos forestales que se consideran para mitigar las concentraciones de GEI en la atmósfera se agrupan en tres tipos:

- **Proyectos de conservación de carbono:** Están orientados al control de las tasas de deforestación mediante la protección de bosques, manejo forestal mejorado y mediante el control de alteraciones.
- **Proyectos de captura de carbono:** Este es el caso de las plantaciones, que generan más vegetación al incrementar la superficie cubierta por bosques y la biomasa mediante forestación, reforestación, agroforestería, forestación urbana, enriquecimiento y extensión de rotaciones.
- **Proyectos de sustitución de carbono:** Éstos se relacionan con la energía, por ejemplo, a través de plantaciones específicas para bioenergía que permitiese el reemplazo de combustibles fósiles.

Los países comprometieron sus metas de reducción de emisiones y las deben cumplir principalmente mediante acciones internas (Barros y Ipinza, 2011). En el protocolo de Kyoto se incluye tres tipos de mercado que están regidos por el artículo

doce del Protocolo, con la idea de alcanzar las reducciones de manera costo-efectiva (ONU, 1992):

- Comercio Internacional de Emisiones (CIE): permite a los países transferir parte de sus “derechos de emisiones” o unidades de cantidad atribuida hacia otros países, bajo el nombre de Unidades de Monto Asignado (UMA).
- Mecanismo de Implementación Conjunta (MIC): permite a los países reclamar crédito por las reducciones de emisiones que se generen de la inversión realizada en otros países industrializados, lo cual resulta en una transferencia de “Unidades de Reducción de Emisiones (URE)” equivalentes entre los países.
- Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL): permite desarrollar proyectos de reducción de emisiones que propicien un desarrollo sostenible en los países en vías de desarrollo y generen Certificados de Reducción de Emisiones (CER) para el uso del inversionista.

Estos mercados compensan monetariamente a las entidades que desarrollan actividades que reducen o secuestran los GEI, con lo cual se pretende mitigar el cambio climático, promover la transferencia de tecnología y contribuir al desarrollo sostenible (Samayoa, 2011).

2.7.2. TIPOS DE MERCADOS DE CARBONO

Según Díaz (2016) menciona que los mercados de carbono se dividen en dos tipos: el mercado de cumplimiento y el mercado voluntario.

MERCADOS REGULADOS O DE CUMPLIMIENTO

Un cupo transable de emisión de GEI representa el derecho a emitir una tonelada de CO₂ equivalente, son expedidos por los gobiernos y se utilizan en los mercados obligatorios (Herkrath, 2022). Este mecanismo se crea para dar cumplimiento a metas obligatorias de reducción de emisiones a nivel internacional, regional, nacional y/o subnacional (Rodríguez, 2022).

- **SENDECO₂**

Es una empresa dedicada a la compraventa de derechos de emisión por cuenta propia y al asesoramiento técnico y administrativo de las Instalaciones Industriales sujetas al Sistema Europeo de Comercio de Emisiones (EU ETS), siendo referente especialmente en el Sur de Europa, con el objetivo de contribuir significativamente a la mejora del medio ambiente mediante la reducción global de emisiones de gases de efecto invernadero a la atmósfera, esta empresa establece una compensación de aproximadamente 83.50 euros en el año 2023 (Sistema Europeo de Negociación de CO₂ [SENDECO₂], 2024).

MERCADO VOLUNTARIO

Los certificados de carbono representan la reducción o absorción de una tonelada de CO₂ equivalente y son utilizados en los mercados voluntarios (Herkrath, 2022). El mercado voluntario de carbono consiste en la participación voluntaria de tomar conciencia y responsabilidad por las emisiones de gases de efecto invernadero que producen y buscan propuestas de compensación de carbono, que ofrecen cierto rango de proyectos de energía renovable, tecnologías limpias y eficiencia energética o proyectos forestales (CeroCO₂ et al., 2008).

- **ClimeCo**

Es una organización sin fines de lucro con sede en East Aurora, Nueva York, que brinda opciones de compensación de carbono y reducción de gases de efecto invernadero a individuos, empresas y organizaciones, para lo cual compra y retira compensaciones de carbono certificadas en nombre de sus donantes. Los donantes pueden elegir el tipo de proyecto al que pueden donar, incluidos proyectos de energía renovable, reforestación y eficiencia energética, estableciendo una compensación de 12.50 USD por cada tonelada métrica de carbono capturada (ClimeCo, 2024).

2.8. MÉTODOS PARA ESTIMAR EL SERVICIO DE CAPTURA DE CARBONO

2.8.1. MÉTODO DIRECTO O DESTRUCTIVO

El método directo o destructivo consiste en realizar una medición de las características básicas de los árboles como la circunferencia a la altura del pecho (CAP), diámetro a la altura del pecho (DAP), la altura total (Ht), diámetro y longitud de la copa, entre otras, para estimar la biomasa se derriba el árbol pesando cada uno de los componentes en secciones (ramas, tronco y follaje) (Perea, 2018). Es utilizado para la construcción de ecuaciones alométricas y consiste en cosechar la biomasa de todos los árboles en un área conocida, secarla y pesarlas (Ruiz, 2017).

Para cuantificar el carbono almacenado en los bosques es el método con menor incertidumbre, sin embargo, esta técnica implica inversiones altas de tiempo, recursos y mano de obra, por lo cual es poco recomendable aplicarlo a escalas regionales o nacionales (Ruiz, 2017).

2.8.2. MÉTODOS INDIRECTOS

El método indirecto, por su parte, consiste en utilizar las ecuaciones alométricas que actualmente existen en la literatura, y que fueron generados a partir del método directo, con el fin de realizar los cálculos de biomasa (Ruiz, 2017). Para lo cual estudia la relación de la variación de las características físicas o fisiológicas con el tamaño del organismo (Revilla et al., 2021). Se basa en la medición de variables fáciles de medir como la altura, DAP, área basal, área de la albura con el objeto de estimar las primeras variables en función de las segundas (Carrillo et al., 2014).

Entre los métodos directos e indirectos para estimar carbono y debido a las condiciones de los ecosistemas forestales, se recomienda el segundo de ellos, pues involucra obtener los datos precisos de las variables involucradas en la estimación y el nivel de complejidad de tiempo y de recursos es menor al primero (Ruiz, 2017).

2.9. VARIABLES DASOMÉTRICAS PARA LA ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA DE CARBONO POR ESPECIES FORESTALES

2.9.1. DIÁMETRO A LA ALTURA DEL PECHO

El DAP es sensitivo a los cambios ambientales y a la densidad del rodal; y está estrechamente relacionada con la altura total, el volumen del fuste, la biomasa del árbol y el tamaño de la copa (Cancino, 2012). Permite efectuar principalmente las estimaciones del área basal, en los levantamientos fitosociológicos las medidas más típicas del diámetro del árbol son el DAP a 1.30 m del suelo (Imaña et al., 2014).

2.9.2. ALTURA

Es una importante variable dasométrica, necesaria para estimar junto con el diámetro el volumen de madera del árbol y sus componentes, así como para conocer e interpretar el proceso de crecimiento del árbol y su incremento volumétrico (Imaña et al., 2014).

2.9.3. ÁREA BASAL

El área basal es la superficie del corte horizontal hipotético en el tronco de un árbol, realizado a 1.30 m del suelo, si todos los árboles de un rodal fuesen cortados en esa misma altura se obtendrá teóricamente la suma de todas esas áreas transversales cortadas que en su conjunto formarán una superficie denominada de área basal de ese rodal o bosque (Imaña et al., 2014).

2.9.4. VOLUMEN DE ÁRBOL

El volumen por unidad de superficie es la forma de expresión de la cantidad de madera contenida en árboles y rodales más ampliamente utilizada a escala mundial, la estimación de volumen de madera en pie sin duda ha tenido cambios operativos a lo largo del tiempo, puesto que, en un principio se utilizó un método destructivo como el apeo de árboles para su medición, mientras que a la fecha se han diseñado diversos instrumentos que facilitan la medición de ellos sin necesidad de derribarlos (García-Espinoza et al., 2020).

2.9.5. BIOMASA FORESTAL

La biomasa forestal representa el carbono total almacenado en los bosques a nivel mundial a través del tiempo, y cuantificarla es esencial para estimar la fijación de carbono (Hernández et al., 2020).

2.9.6. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE CARBONO

De acuerdo con Hernández et al. (2020) y Quiceno et al. (2016) dentro de la composición elemental de la madera y, en general de la materia vegetal seca, para la estimación indirecta del contenido de carbono en la biomasa por hectárea, se determina que representa aproximadamente el 50 % del peso total en los tejidos vegetales, debido a que el porcentaje de carbono contenido en los árboles no varía significativamente entre componentes estructurales, ni de una región a otra.

2.9.7. FIJACIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EQUIVALENTE EN EL BOSQUE

El dióxido de carbono equivalente, corresponde a la medida métrica utilizada para comparar las emisiones de varios GEI, basada en el potencial de calentamiento global de cada uno, el dióxido de carbono equivalente es el resultado de la multiplicación de las toneladas emitidas de GEI, por su potencial de calentamiento global (Díaz, 2020). En donde, una tonelada de carbono equivale al secuestro de 3.67 toneladas de CO₂ (Jumbo-Salazar et al., 2017).

CAPÍTULO III. DESARROLLO METODOLÓGICO

3.1. UBICACIÓN

La presente investigación se desarrolló en el Lote I de CIIDEA de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López “ESPAM MFL”. Ubicada en el sitio El Limón, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí con una altitud que varía de 15 a 61 msnm y una dimensión de 60.27 ha.

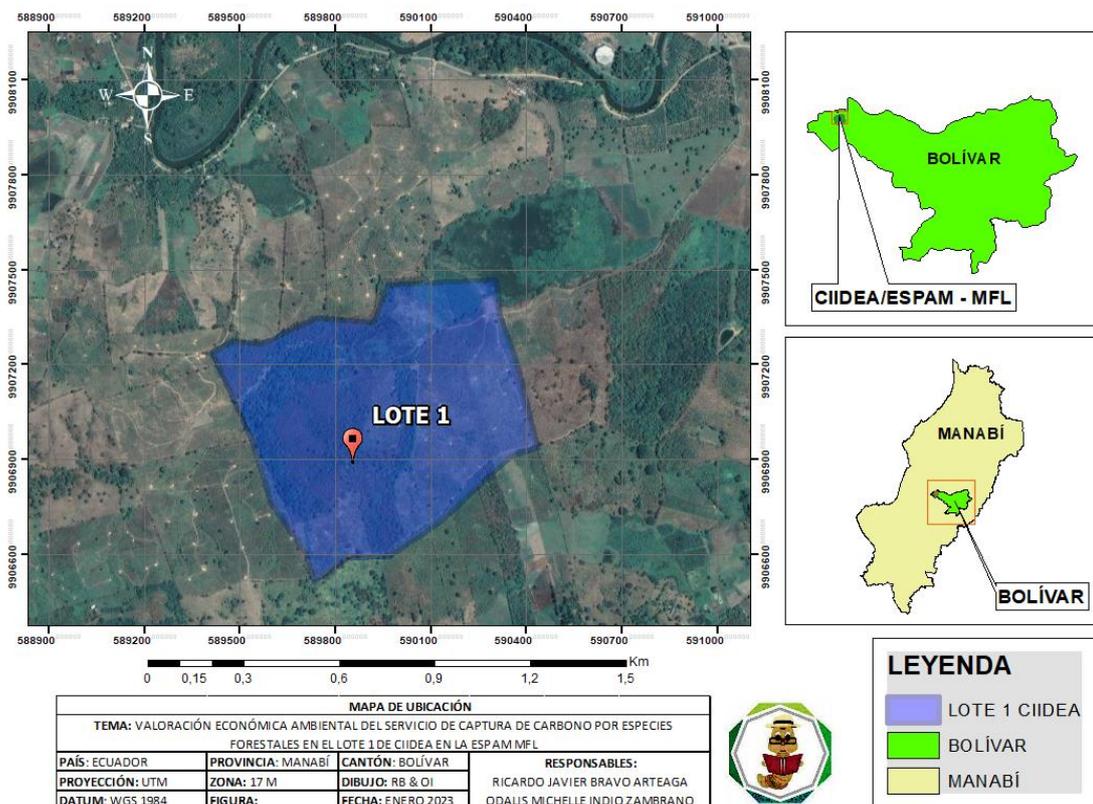


Figura 3.1. Ubicación del área de estudio.

3.2. DURACIÓN

Esta investigación tuvo la duración de 9 meses que fueron percibidos desde el mes de marzo hasta noviembre del 2023.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación es de tipo aplicada y descriptiva con un carácter cuantitativo, y de diseño no experimental transeccional, debido a que se basó en la búsqueda de

información en acervos bibliográficos y en la observación de campo para el registro y análisis de los datos obtenidos en el bosque de CIIDEA.

3.4. MÉTODOS Y TÉCNICAS

3.4.1. MÉTODOS

Se utilizó el método analítico-sintético para descomponer la información en partes, en sus múltiples relaciones, propiedades y componentes para buscar lo que es esencial en relación con el objeto de estudio, mientras que la síntesis llevó al desarrollo de generalizaciones que contribuyen a la solución del problema (Rodríguez y Pérez, 2017).

El método estadístico- descriptivo resume la información contenida en los datos recogidos, permite diferenciar las características que definen a dos o más grupos de estudio con el propósito de identificarlos y clasificarlos (Mendoza et al., 2017; Seoane et al., 2007).

3.4.2. TÉCNICAS

Las técnicas de investigación que se utilizaron son la observación de campo, análisis estadístico, censo forestal, el árbol de problemas y objetivos, marco lógico de trabajo, coeficiente de experticidad y el consenso Kendall.

- **OBSERVACIÓN DE CAMPO**

Consiste en el registro visual y verificable de lo que se pretende conocer, es decir, es captar de la manera más objetiva posible, lo que ocurre en el mundo real, ya sea para describirlo, analizarlo o explicarlo desde una perspectiva científica (Campos y Lule, 2012). Este método permitió mediante la utilización de la ficha de registro de campo la identificación de las especies forestales y la medición de las variables dasométricas.

- **ANÁLISIS ESTADÍSTICO-DESCRIPTIVO**

En la investigación se empleó la utilización de las herramientas del programa Excel para resumir, de forma clara y sencilla, los datos en cuadros, tablas, figuras o

gráficos, con el objetivo de proporcionar información puntual de los resultados (Rendón et al., 2016).

- **CENSO FORESTAL**

Fue el procedimiento que permitió recolectar información relativa tanto de la superficie o extensión, la ubicación geográfica, como de las características cualitativas y cuantitativas de las plantaciones forestales, tales como, densidad, volumen y tipo de árboles presentes en la masa forestal, entre otras (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 2020). Se constituye como una herramienta útil que permite generar información fundamental para la toma de decisiones técnicas, económicas y financieras de cualquier proyecto forestal (Gestión Ambiental y Forestal S.A.S, 2018).

- **ÁRBOL DE PROBLEMAS**

Es una técnica metodológica que permitió ordenar las ideas presentes en la situación y localizar el problema central o focal que se quiere solucionar, desplegando consigo las causas y efectos de éste (Martelo et al., 2017). Para lo cual se generó de forma organizada un modelo que explique las razones y consecuencias del problema en similitud a un árbol, el problema principal representa el tronco, las raíces son las causas y las ramas los efectos, reflejando una interrelación entre todo el elemento (Hernández y Garnica, 2015).

- **ÁRBOL DE OBJETIVOS**

Permitió crear una proyección de la situación futura deseada cuando se solucione el problema, busca transformar el problema definido y analizado en una solución factible y realista del mismo, presenta los resultados o logros en la parte superior, y los objetivos específicos en la parte inferior, el tronco corresponde al objetivo general y las raíces secundarias representa aquellas actividades, insumos o apoyos necesarios para lograr los objetivos específicos (Pérez, 2006).

- **MARCO LÓGICO DE TRABAJO**

Se aplicó la técnica de marco lógico de trabajo como una herramienta de trabajo con la cual se puede examinar el desempeño de un programa en todas sus etapas, de forma sistemática y lógica los objetivos de un programa y sus relaciones de causalidad (Dirección de Presupuestos de Chile, 2020). De acuerdo a Cárdenas et al. (2022) sirve para facilitar el proceso de conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de proyectos, que está centrado en la orientación por objetivos, la orientación hacia grupos beneficiarios y el facilitar la participación y la comunicación entre las partes interesadas.

- **COEFICIENTE DE EXPERTICIDAD**

Esta técnica consistió en la elaboración de un cuestionario para medir el grado de experticidad de los participantes, a través de matrices para dar ponderaciones a los criterios más importantes, logrando así los investigadores mediante un análisis obtener conclusiones relevantes que faciliten al proceso de investigación (Cedeño y Alcívar, 2016).

- **CONSENSO KENDALL**

El coeficiente de concordancia de Kendall es una prueba no paramétrica, que permitió establecer el grado de asociación existente entre las ordenaciones de datos emitidas por los expertos (Pérez, 2006). Esta técnica determinó la confiabilidad y concordancia entre un grupo de expertos sobre determinados criterios, quienes dieron la puntuación para obtener una media de coincidencia entre el grupo de especialistas.

3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y muestra de estudio que se consideró, estaba conformada por todas las especies forestales presentes en el bosque seco del Lote I de CIIDEA, acorde a lo establecido por Arias (2006) que manifiesta que en aquellos casos que la población, por el número de unidades que la integran, resulta accesible en su totalidad, no será necesario extraer una muestra, y se podrá investigar u obtener datos de toda la población.

Esta metodología se escogió debido a que es la más factible en cuanto a los datos que se pueden obtener como la cantidad de especies presentes, los tipos de especies y las características como el DAP y la altura total de los árboles (Espinoza y López, 2023).

3.6. VARIABLES DE ESTUDIOS

3.6.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- Captura de carbono por especies forestales.

3.6.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Valoración económica.

3.7. PROCEDIMIENTOS

3.7.1. FASE I. ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE CARBONO DE LAS ESPECIES FORESTALES EN EL LOTE I DE CIIDEA

Actividad 1.- Identificación de las especies forestales presentes en el Lote I de CIIDEA

El levantamiento de información se basó en la realización de un censo forestal de las especies forestales del Lote I de CIIDEA, para realizar este procedimiento de recolección de datos se dividió el terreno en 40 segmentos de 200 x 150 m (1.5 ha) (Mites y Oña, 2018; Zuluaga y Castro, 2018). En donde, se marcó cada árbol con cintas de color y se utilizó un Global Position System (GPS) para la georreferenciación de cada individuo analizado (Quiñones et al., 2018).

Para la clasificación taxonómica de las especies se tomó como guía los documentos: Flora y Fauna del Bosque Seco de la provincia de Loja, Ecuador (Muñoz et al., 2019), Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización (Aguirre, 2012), y Plantas del Bosque Seco del Ecuador (Pyrooz et al., 2019). Para el conocimiento del grado de

conservación se consideró la información de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN, 2024).

La información obtenida se registró en la ficha de registro de campo (tabla 3.1) donde se incluyó información esencial sobre el código de registro de cada especie (Valladolid et al., 2017); la familia, nombre común, nombre científico, grado de conservación, la coordenada geográfica de los sitios de registro e información respecto a variables dasométricas como el CAP, DAP y la altura, adicional se colocó observaciones sobre el área de registro.

Tabla 3.1. Esquema de la ficha de registro de campo.

Fecha:					Sector:					Observación
Tipo de Especie					Coordenadas		Variables Dasométricas			
Código	Familia	Nombre científico	Nombre común	Grado de conservación	X	Y	CAP (cm)	DAP (cm)	Altura (m)	

Fuente. Adaptado de Aguirre et al. (2013).

Actividad 2.- Cálculo del índice de diversidad de las especies forestales

Luego de identificar las especies forestales se calculó los índices de diversidad más comúnmente utilizados en ecología: Shannon-Wiener (H) y Simpson (D).

Índice de Shannon-Wiener (1949)

El índice de Shannon Wiener se determinó a partir de la ecuación (3.1) (Silva et al., 2022):

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln (p_i) \quad \text{Ecuación 3.1}$$

En donde:

- S= número de especies presentes.
- ln= logaritmo natural.
- (p_i) = proporción de los individuos hallados de la especie i; se calcula mediante la relación $\left(\frac{n_i}{N}\right)$.

- n_i = número de individuos de la especie i .
- N = número total de individuos.

La interpretación del índice de Shannon-Wiener se detalla en la tabla (3.2):

Tabla 3.2. Interpretación del índice de Shannon – Wiener.

Valores	Interpretación
< 1.5	Diversidad baja
1.6 – 3.0	Diversidad mediana
> 3.1	Diversidad alta

Fuente. Caguana et al. (2020).

Índice de Simpson (1949)

El índice de dominancia de Simpson se determinó a partir de la ecuación (3.2) (Salmerón et al., 2017):

$$D = \sum_{i=1}^S pi^2 \quad \text{Ecuación 3.2}$$

En donde:

- D = dominancia de Simpson.
- (pi) = proporción de los individuos hallados de la especie i ; se calcula mediante la relación $\left(\frac{n_i}{N}\right)$.

La interpretación del índice de Simpson se detalla en la tabla (3.3):

Tabla 3.3. Interpretación del índice de Simpson.

Valores	Interpretación
0.00-0.35	Dominancia baja
0.36- 0.75	Dominancia media
0.76- 1	Dominancia alta

Fuente. Paguay (2018).

Actividad 3.- Elaboración de un mapa del censo de especies forestales

Replicando la metodología empleada por Martínez y Sánchez (2016) con la información obtenida en campo se realizó un mapa digital mediante el software ArcGIS en su versión 10.4.1, en donde se importó la información de las

coordenadas geográficas de los individuos registrados con la utilización del sistema de coordenadas proyectadas UTM con el Datum WGS 1984 en la zona geográfica 17S, en un polígono que delimitó el área de estudio, posterior se asignó los puntos con datos, a través de tablas de atributos donde se detalla la información de cada especie dentro del mapa para el conocimiento de su ubicación geográfica.

Actividad 4.- Determinación del contenido de carbono en las especies forestales

Diámetro a la Altura del Pecho

Se consideró únicamente aquellos individuos con un DAP mayor a 10 cm (Caro, 2018). Para lo cual se midió la CAP de los árboles con la ayuda de una cinta métrica, a partir de 1.30 m desde el nivel del suelo (Gutiérrez et al., 2015). La altura de medición puede variar por la presencia de anomalías, por lo que se consideró lo estipulado por Cancino (2012), Díaz (2016) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación (2018) para la medición de esta variable.

Una vez obtenida la medición del CAP se realizó la conversión a DAP, para lo cual se usó la ecuación (3.3) (Quiceno et al., 2016):

$$DAP = \frac{CAP}{\pi} \quad \text{Ecuación 3.3}$$

En donde:

- DAP (m)= diámetro a la altura del pecho.
- CAP (m)= circunferencia a la altura del pecho.
- $\pi = 3.1416$.

Altura del árbol

Para la medición de la altura del árbol se usó la aplicación Globe Observer Trees, la cual permitió medir esta variable con la ayuda de un teléfono inteligente (Cárdenas, 2020); debido a las dificultades que supone realizar una medición convencional por la altura de las especies.

Determinación del Área Basal

Para determinar el área basal de los árboles se aplicó la metodología propuesta por Aguirre et al. (2013) la cual se manifiesta en la ecuación (3.4):

$$AB \equiv 0.7854 * (DAP)^2 \quad \text{Ecuación 3.4}$$

En donde:

- $AB (m^2)$ = área basal de un árbol dado.
- $DAP (m)$ = diámetro a la altura del pecho.
- 0.7884 = coeficiente de la operación $\frac{\pi}{4}$.

Volumen de árbol en pie

Para la medición del volumen de los árboles en pie se usó la ecuación (3.5) propuesta por Castillo et al. (2022):

$$V \equiv AB * Ht * f \quad \text{Ecuación 3.5}$$

En donde:

- $V (m^3)$ = volumen de árbol en pie.
- $AB (m^2)$ = área basal.
- $Ht (m)$ = altura total.
- f = factor de forma (0.70).

Se utilizó un valor de 0.70 para el factor de forma acorde a lo propuesto por Castillo et al. (2022), en su investigación de captura de carbono por especies de bosque seco tropical.

Biomasa forestal

De acuerdo a lo establecido por Ganchozo y Solórzano (2022) la biomasa forestal se calculó a partir de la ecuación (3.6):

$$BF = V * DM * FEB \quad \text{Ecuación 3.6}$$

En donde:

- BF (t/ha) = biomasa forestal.
- V (m³) = volumen del árbol en pie.
- DM (t/ m³) = densidad de madera.
- FEB = factor de expansión forestal

Para determinar el factor de expansión forestal se consideró la investigación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático para especies de zonas climáticas tropicales, aplicando un factor de expansión de 5.0 y 1.9 para especies con volúmenes < 20 m³ y entre 21-40 m³ respectivamente (Castillo et al., 2022).

Para hallar la densidad de madera de las especies forestales se utilizó los valores establecidos en investigaciones científicas, lo cual se detalla a continuación en la tabla 3.4:

Tabla 3.4. Densidad de la madera de las especies forestales del Lote I-CIIDEA.

Nombre científico	Nombre común	Densidad de madera (t/m ³)	Fuente
<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo	0.67	(Benítez et al., 2013)
<i>Centropodium ochroxylum</i>	Amarillo	0.65	(Aalde et al., 2006)
<i>Albizia multiflora</i>	Angolo	0.68	(Cartuche y Feijoo, 2023)
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bototillo	0.20	(Cartuche y Feijoo, 2023)
<i>Machaerium millei</i>	Cabo de hacha	0.79	(Tamayo, 2008)
<i>Libidibia glabrata</i>	Cascol	0.79	(Cartuche y Feijoo, 2023)
<i>Ceiba trichistandra</i>	Ceibo	0.22	(Cartuche y Feijoo, 2023)
<i>Trema micrantha</i>	Cerezo	0.42	(Chan et al., 2022)
<i>Pithecellobium excelsum</i>	Chaquiuro	0.42	(Cartuche y Feijoo, 2023)
<i>Acnistus arborescens</i>	Cojojo	0.69	(Cartuche y Feijoo, 2023)
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Coquito	0.45	(Chan et al., 2022)
<i>Bauhinia aculeata</i>	Espino blanco	0.86	(Tamayo, 2008)

Nombre científico	Nombre común	Densidad de madera (t/m ³)	Fuente
<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch	Fernán Sánchez	0.82	(Aguirre-Mendoza et al., 2015)
<i>Muntingia calabura</i>	Frutillo	0.45	(Tamayo, 2008)
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Guachapelí	0.56	(Universidad EIA, 2014a)
<i>Caesalpinia spinosa</i>	Guarango	0.77	(Horna, 2023)
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	0.24	(Cartuche y Feijoo, 2023)
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guasmo	0.51	(Benítez et al., 2013)
<i>Tabebuia billbergii</i>	Guayacán	0.76	(Benítez et al., 2013)
<i>Spondias Anacardiaceae</i>	Hobo	0.33	(Universidad EIA, 2014b)
<i>Loxopteriginum huasango</i>	Hualtaco	0.64	(Cartuche y Feijoo, 2023)
<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	0.58	(Aalde et al., 2006)
<i>Ficus jacobii</i> Vázq. Avila.	Matapalo	0.41	(Aguirre-Mendoza et al., 2015)
<i>Crescentia cujete</i>	Mate	0.58	(Benítez et al., 2013)
<i>Cordia lutea</i>	Moyuyo	0.54	(Cartuche y Feijoo, 2023)
<i>Schizolobium parahyba</i>	Pachaco	0.42	(Benítez et al., 2013)
<i>Leucaena trichodes</i>	Pela caballo	0.78	(Tamayo, 2008)
<i>Erythrina Velutina</i>	Pepito colorado	0.41	(Cartuche y Feijoo, 2023)
<i>Jatropha curcas</i>	Piñón	0.17	(Rendón et al., 2021)
<i>Samanea saman</i>	Samán	0.48	(Obando, 2010)
<i>Geoffroea spinosa</i>	Seca	0.75	(Cartuche y Feijoo, 2023)
<i>Pithecellobium dulce</i>	Tierra de monte	0.59	(Ordóñez et al., 2015)
<i>Gliricidia sepium</i>	Yuca de ratón	0.56	(Benítez et al., 2013)

Cálculo del carbono

Para convertir los datos de biomasa a cantidad de carbono se multiplicó el valor de la biomasa por el factor 0.50, el cual estima que aproximadamente el 50 % de la biomasa vegetal de una especie corresponde a carbono, para lo cual se usó la ecuación (3.7) (Ramírez y Pelaez, 2018; Sarango y Tenempaguay, 2020).

$$CC = BF * 0.50 \quad \text{Ecuación 3.7}$$

En donde:

- CC (t/ha) = contenido de carbono.
- BF (t/ha) = biomasa forestal.

Cálculo del dióxido de carbono capturado

Para obtener el valor del CO₂ capturado se usó la ecuación (3.8) recomendada por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático y utilizada por autores como Cervantes et al. (2022):

$$CO_2 = CC * 3.6663 \quad \text{Ecuación 3.8}$$

En donde:

- CO₂=carbono capturado en toneladas de dióxido de carbono por hectárea.
- CC (t/ha)=carbono total almacenado en toneladas de carbono por hectárea.
- 3.6663= factor de conversión a dióxido de carbono, el cual es resultado del cociente de los pesos moleculares de carbono y dióxido de carbono, es decir el peso de las emisiones entre el peso atómico del carbono.

3.7.2. FASE II. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CARBONO.

Actividad 5.- Valoración del servicio de captura de carbono mediante la aplicación del método de precios de mercado

La valoración económica del servicio de captura de carbono se realizó mediante la aplicación del método de precios de mercado, que se basa en la mercantilización de la captura de dióxido de carbono por especies forestales mediante la venta de créditos a un precio establecido en el mercado (Rontard et al., 2020).

Para calcular el valor económico del servicio de captura de carbono de las especies muestreadas y del carbono equivalente en el bosque, se usó el escenario de mercado voluntario, en donde, el valor monetario por el pago de la organización ClimeCo, establece un precio de 12.50 USD TCO₂/ha (ClimeCo, 2024).

Del mismo modo, se determinó en base al mercado de cumplimiento europeo, para lo cual, el valor monetario es de 83.62 USD TCO₂/ha propuesto por la empresa (SendeCO₂, 2024). Se calculó el valor económico del CO₂ a partir de las TCO₂/ha

que existen en cada fuente multiplicados por el valor referencial, la cual se detalla en la ecuación (3.9):

$$\text{Valor económico } CO_2 = \text{Cantidad de } CO_2 * \text{precio referencial} \quad \text{Ecuación 3.9}$$

3.7.3. FASE III. ESTABLECIMIENTO DE ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES.

Actividad 6.- Elaboración de estrategias de conservación de las especies forestales

Se utilizó la metodología del marco lógico de trabajo propuesta por Garduño y Madrigal (2016) acorde a lo que propone dicha investigación para el análisis de los problemas ambientales y la creación de los objetivos de conservación se empleó la técnica del árbol de problemas y objetivos, posterior se realizó la creación de estrategias de conservación de las especies forestales del Lote I de CIIDEA en base a la siguiente matriz:

Tabla 3.5. Matriz de marco lógico de trabajo.

	Resumen narrativo	Indicadores objetivamente verificables	Medios de verificación	Supuestos
Objetivo general	Etapa 1 Al cual el proyecto aporta una parte de su cumplimiento.	Etapa 6 ^a Indicadores para el logro del objetivo general (largo plazo).	Etapa 7 Fuentes para verificar los indicadores del objetivo general.	
Objetivo del proyecto	Etapa 1 ^a	Etapa 6b Indicadores para el logro del objetivo del proyecto.	Etapa 7 Fuentes para verificar los indicadores del objetivo del proyecto	Etapa 5 Supuestos para lograr el objetivo general.
Resultados	Etapa 2 Que el proyecto debe lograr para cumplir con el objetivo,	Etapa 6c Indicadores de gestión del proyecto en términos de cantidad, especificidad, lugar.	Etapa 7 Fuentes para verificar el logro de los resultados.	Etapa 5 Supuestos para llegar al objetivo del proyecto.
Actividades	Etapa 3 A realizar para alcanzar los resultados.	Etapa 6d Fechas críticas en la vida del proyecto.	Etapa 7 Fuentes para verificar el desempeño de las actividades y del empleo de los recursos.	Etapa 5 Supuestos para lograr los resultados.

Fuente. Garduño y Madrigal (2016).

Posterior a la creación de las estrategias de conservación, se procedió a adaptar la información obtenida de la matriz de marco lógico de trabajo, en la tabla 3.6. la cual se detalla a continuación:

Tabla 3.6. Matriz de estrategias de conservación.

OBJETIVO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	INDICADOR	RESPONSABLE

Fuente. Adaptado de Ganchozo y Solórzano (2022).

Actividad 7.- Identificación del grupo focal para la valoración de expertos

Para la cantidad de expertos necesarios para participar en el proceso, la literatura no evidencia un criterio uniforme, para Zartha et al. (2017), refieren de 9 a 24 expertos, para efectos del presente estudio se trabajó con 10 personas. La conformación del panel de expertos es importante, por cuanto la calidad del proceso y sus resultados estaba condicionada por la adecuada selección de los expertos (López-Gómez, 2017).

Por lo que para la conformación del listado inicial de personas se consideró su grado de conocimiento en temas ambientales (grados científicos, investigaciones, publicaciones, experiencia y premios, entre otros), la disponibilidad y motivación para participar en el estudio, imparcialidad y cualidades inherentes como confianza en sí mismo y adaptabilidad (Herrera et al., 2022).

Con base a lo expuesto se aplicó el coeficiente de experticidad como procedimiento de elección definitiva de los expertos que evaluaron las estrategias para la conservación de las especies forestales. Según Marín et al. (2021) para la selección del equipo de expertos se utilizó el coeficiente de experticidad mediante la aplicación de la ecuación (3.10).

$$K = \frac{1}{2} (Kc + Ka) \quad \text{Ecuación 3.10}$$

En donde:

- K= coeficiente de experticidad.

- K_c = coeficiente de conocimiento o información que tiene el experto acerca del problema, calculado sobre la valoración del propio experto.
- K_a = coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios del experto.

Se realizó un cuestionario al grupo de expertos, el cual estaba dividido en tres secciones, la primera sección comprendió la descripción del perfil académico/profesional del experto; el segundo apartado correspondió a la autoevaluación del experto con relación al conocimiento y apropiación de la temática, lo que permitió conocer: el coeficiente de conocimiento y el coeficiente de argumentación (Mendoza, 2012).

Para determinar el coeficiente K_c cada uno de los expertos seleccionó en una escala del cero al diez el conocimiento que posee en relación a estrategias de conservación de las especies forestales en el bosque seco, sabiendo que cero (0) implica no poseer conocimiento y diez (10) es un conocimiento total del tema (Burguet et al., 2019). Se calculó a partir de la ecuación 3.11 propuesta por Mendoza (2012):

$$K_c = n(0,1) \text{ Ecuación 3.11}$$

En donde:

- K_c = coeficiente de conocimiento o información.
- n = Rango seleccionado por el experto.

Para el cálculo del coeficiente de argumentación o fundamentación se utilizó la tabla (3.7):

Tabla 3.7. Rango de valores de las fuentes de argumentación.

Fuente de argumentación	Grado de influencia de las competencias		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
1.- Análisis teórico realizado por usted con relación a estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	0.3	0.2	0.1

Fuente de argumentación	Grado de influencia de las competencias		
	A (alto)	M (medio)	B (bajo)
2.- Experiencia obtenida en creación de estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	0.5	0.4	0.2
3.- Revisión de trabajos investigativos de autores nacionales que aborden estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	0.05	0.05	0.05
4.- Revisión de trabajos investigativos de autores internacionales que aborden estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	0.05	0.05	0.05
5.- Su propio conocimiento del estado actual de estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	0.05	0.05	0.05
6.- Su intuición con respecto a esta investigación.	0.05	0.05	0.05

Fuente. Adaptado de Marín et al. (2021) y Herrera et al. (2022).

Los aspectos que influyen sobre el nivel de argumentación o fundamentación del tema a estudiar permitieron calcular el coeficiente Ka a partir de la ecuación (3.12) propuesta por Mendoza (2012):

$$Ka = a n_i = (n_1 + n_2 + n_3 + n_4 + n_5 + n_6) \text{ Ecuación 3.12}$$

En donde:

- Ka=coeficiente de argumentación.
- n_i =valor correspondiente a la fuente de argumentación i (1 hasta 6).

De acuerdo a Herrera et al. (2022) con los valores finales obtenidos de la ecuación (3.10) se clasificó los expertos en tres grandes grupos (tabla 3.8):

Tabla 3.8. Valoración de las fuentes de argumentación.

Evaluación K	Rango de valores
Alto	$K \geq 0.8$
Medio	$0.5 \leq K \leq 0.8$
Bajo	$K \leq 0.5$

Fuente. Herrera et al. (2022).

De acuerdo con Herrera et al. (2022) indica que se adopta como criterio que los expertos con Coeficiente de experticidad próximos a 0.8 o por encima de este valor se consideren para participar en la evaluación de la propuesta de estrategias de conservación.

Actividad 8.- Aplicación del consenso Kendall

Se evaluó el nivel del consenso de los expertos con relación a los siguientes criterios: impacto, conceptualización, pertinencia, aplicabilidad, adecuación a las características de la zona y la eficiencia para la determinación de la captura de carbono; en la tabla (3.9) se detalla el condensado de las ponderaciones de los expertos.

Tabla 3.9. Condensado de las ponderaciones de los criterios.

Criterio	1 (Nula presencia)	2 (Baja presencia)	3 (Presencia moderada)	4 (Fuerte presencia)	5 (Alta presencia)
Impacto					
Conceptualización					
Pertinencia					
Aplicabilidad					
Adecuación					
Eficiencia					

Fuente. Adaptado de Mendoza (2012).

De acuerdo a Berlanga-Silvente y Rubio-Hurtado (2012) y International Business Machines Corporation (2021) para determinar el nivel de consenso entre los expertos se aplicó la prueba no paramétrica K muestras relacionadas (K de Kendall), mediante el empleo del procesador estadístico SPSS versión 25.0 para obtener un valor W que puede variar entre 0 (no hay acuerdo) y 1 (acuerdo completo), para demostrar que existió consenso en las valoraciones emitidas por los expertos.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE CARBONO DE LAS ESPECIES FORESTALES EN EL LOTE I DE CIIDEA

Se presenta que en 60.27 ha que comprende al Lote I de CIIDEA, no todas las áreas cuentan con especies forestales, como se muestra en la Figura 4.1. En esta figura se observa que 17.77 ha se encuentra intervenida para el desarrollo de la actividad ganadera, lo cual ha originado que esta área se encuentra casi completamente deforestada para el cultivo de pasto, con escasa presencia de especies arbustivas y arbóreas. Además, 2.5 ha se encuentra una pequeña parte del humedal con vegetación de tipo acuática y semiacuática como lechuguines (*Eichhornia crassipes*), lenteja de agua (*Lemna minor*) y saeta de Montevideo (*Sagittaria montevidensis*).

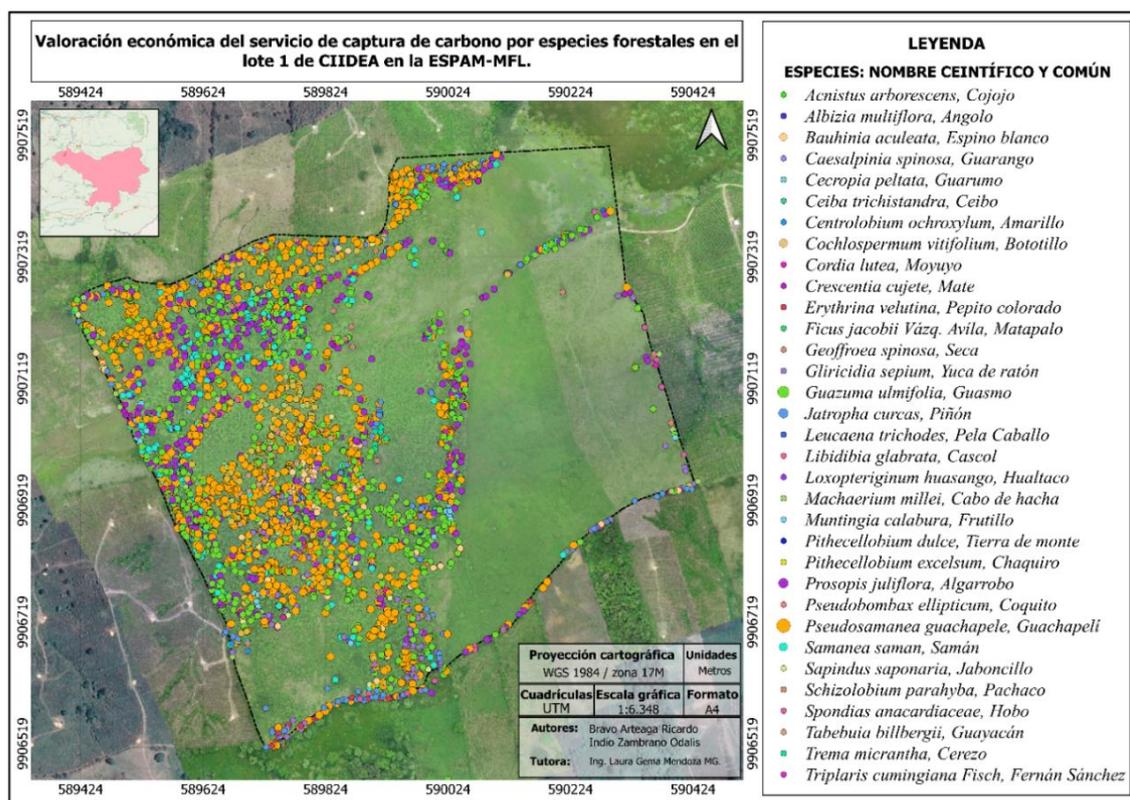


Figura 4.1. Mapa de censo forestal.

Los datos de la identificación de las especies forestales en el Lote I de CIIDEA se presentan a continuación en la tabla 4.1.

Tabla 4.1. Ficha de registro de campo.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Grado de Conservación	CAP (m)	DAP (m)	Altura (m)
Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo	571	No Evaluado	0.59	0.19	8.80
Fabaceae	<i>Centropodium ochroxylum</i>	Amarillo	5	Peligro Crítico	0.39	0.12	7.14
Mimosaceae	<i>Albizia multiflora</i>	Angolo	2	No Evaluado	0.38	0.12	8.00
Bixaceae	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bototillo	103	Preocupación Menor	0.78	0.25	13.11
Fabaceae	<i>Machaerium millei</i>	Cabo de hacha	72	Preocupación Menor	0.51	0.16	9.72
Fabaceae	<i>Libidibia glabrata</i>	Cascol	10	Preocupación Menor	0.52	0.17	9.92
Malvaceae	<i>Ceiba trichistandra</i>	Ceibo	2	No Evaluado	0.51	0.16	7.50
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Cerezo	15	Preocupación Menor	0.39	0.13	7.08
Mimosaceae	<i>Pithecellobium excelsum</i>	Chaquirol	1	Preocupación Menor	0.34	0.11	3.00
Solanáceas	<i>Acnistus arborescens</i>	Cojojo	1	Preocupación Menor	0.48	0.15	5.00
Bombacaceae	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Coquito	6	Preocupación Menor	0.43	0.14	7.43
Fabaceae	<i>Bauhinia aculeata</i>	Espino blanco	203	Preocupación Menor	0.35	0.11	4.89
Polygonaceae	<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch	Fernán Sánchez	1	No Evaluado	0.43	0.14	10.00
Muntingiaceae	<i>Muntingia calabura</i>	Frutillo	40	No Evaluado	0.41	0.13	8.55
Fabaceae	<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Guachapelí	1,275	Preocupación Menor	0.42	0.13	10.79
Fabaceae	<i>Caesalpinia spinosa</i>	Guarango	3	No Evaluado	0.81	0.26	12.40
Urticaceae	<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	2	Preocupación Menor	0.42	0.13	7.93
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guasmo	1,065	Preocupación Menor	0.47	0.15	8.21
Bignoniaceae	<i>Tabebuia billbergii</i>	Guayacán	40	No Evaluado	0.44	0.14	8.75
Spondias	<i>Spondias</i>	Hobo	18	No Evaluado	0.59	0.19	4.50
Anacardiaceae	<i>Anacardiaceae</i>						
Anacardiaceae	<i>Loxopterygium huasango</i>	Hualtaco	5	No Evaluado	0.55	0.18	10.60
Sapindaceae	<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	32	Preocupación Menor	0.38	0.12	7.77
Moraceae	<i>Ficus jacobii</i> Vázq. Avila.	Matapalo	2	No Evaluado	0.79	0.25	5.50
Bignoniaceae	<i>Crescentia cujete</i>	Mate	72	Preocupación Menor	0.42	0.13	4.09

Familia	Nombre científico	Nombre común	Número de individuos	Grado de Conservación	CAP (m)	DAP (m)	Altura (m)
Boraginaceae	<i>Cordia lutea</i>	Moyuyo	26	Preocupación Menor	0.40	0.13	3.56
Fabaceae	<i>Schizolobium parahyba</i>	Pachaco	20	Preocupación Menor	0.50	0.16	7.96
Mimosaceae	<i>Leucaena trichodes</i>	Pela caballo	1	Preocupación Menor	0.35	0.11	3.00
Fabaceae	<i>Erythrina Velutina</i>	Pepito colorado	17	No Evaluado	0.58	0.18	5.72
Euphorbiaceae	<i>Jatropha curcas</i>	Piñón	205	Preocupación Menor	0.42	0.13	3.49
Fabaceae	<i>Samanea saman</i>	Samán	267	Preocupación Menor	0.78	0.25	13.34
Fabaceae	<i>Geoffroea spinosa</i>	Seca	16	Preocupación Menor	0.82	0.26	10.70
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i>	Tierra de monte	1	Preocupación Menor	0.52	0.17	4.00
Fabaceae	<i>Gliricidia sepium</i>	Yuca de ratón	153	Preocupación Menor	0.39	0.12	6.40
17		33		4252	0.50	0.16	7.54

Se identificó un total de 4,252 individuos, siendo *Pseudosamanea guachapele* la especie más abundante con 1,275 individuos, seguido de *Guazuma ulmifolia* (1,065), *Prosopis juliflora* (571), *Samanea saman* (267), *Jatropha curcas* (205), *Bauhinia aculeata* (203), *Gliricidia sepium* (153) y *Cochlospermum vitifolium* (103). Estas ocho especies representan el 90.35 % del total con 3,842 individuos; las demás especies presentan una cantidad inferior a 100 individuos, con 452 individuos entre las 25 especies representando el 9.65 % del total (figura 4.2).

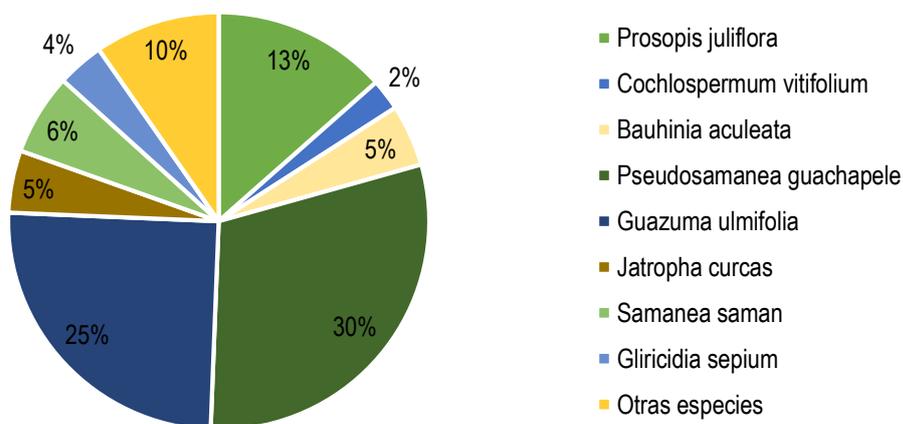


Figura 4.2. Porcentaje de individuos forestales del Lote I-CIIDEA.

Estos resultados concuerdan con la investigación de Alvarado (2018) en el cantón Jipijapa, Manabí, en el sitio San Francisco del valle de Sancán, en donde, la especie *Guazuma ulmifolia*, fue la especie más abundante. Sin embargo, contrasta con Cabrera et al. (2020) en la comuna Quimisen, en donde las especies más abundantes son palo santo (*Bursera graveolens*) con 104 individuos, barbasco (*Jacquinia sprucei*) (86) y *Cordia lutea* (77), siendo necesario destacar que las primeras especies no se encuentran en el Lote I de CIIDEA.

De la misma manera, para Ramírez y Ayoví (2022) en el valle Sancán, las especies con mayor presencia en el bosque fueron *Bursera graveolens*, *Geoffroea spinosa* y *Jacquinia sprucei*. En la comuna Aguadita - San Marcos, las especies *Bursera graveolens* y *Caesalpinia glabrata* son las que presentan mayor número (Pozo, 2021).

En cambio, para Pardo-Reyes y Cabrera (2023) en el bosque seco tropical Colonche, la especie *Cordia lutea* es la más abundante, con el 28 % (108 individuos); mientras que en el presente estudio dicha especie representó únicamente el 0.61 % del total con 26 individuos.

Para el estado de conservación (figura 4.3) de acuerdo con la lista roja de la UICN; se presentó 11 especies (33 %) que no están evaluadas, 21 especies (64 %) tienen preocupación menor y una sola especie (3 %) en peligro crítico de extinción (*Centrolobium ochroxylum*).

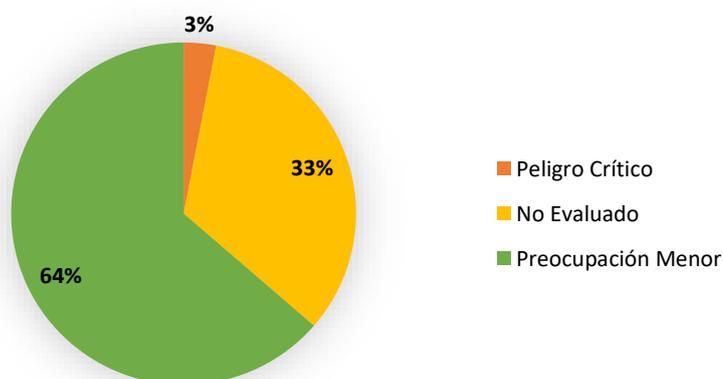


Figura 4.3. Estado de conservación de las especies forestales del Lote I-CIIDEA.

La diversidad de familias que más predomina en el lote I (figura 4.4) se encuentra conformada por Fabaceae con 13 especies, lo que representa el 61.45 % del total con 2,613 individuos que conforman este ecosistema. Además, se destacan otras familias como Mimosaceae (3), Malvaceae (2) siendo esta la segunda familia con mayor abundancia con 1,063 individuos (25 %) y Bignoniaceae con 2 especies representando está en conjunto con las otras 15 familias el 13.55 % con 576 individuos del bosque.

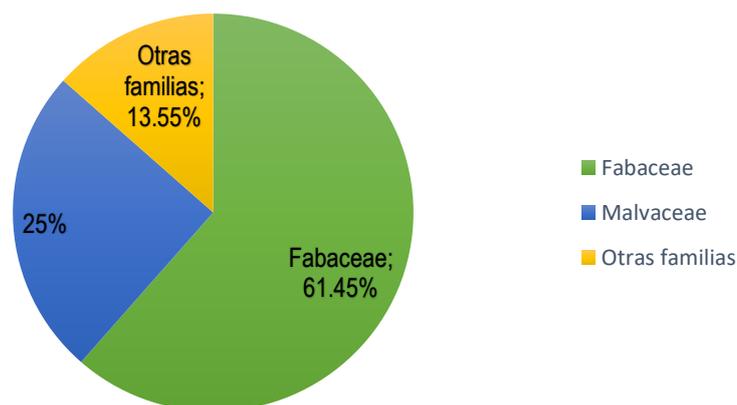


Figura 4.4. Porcentaje de familias del Lote I-CIIDEA.

Estos resultados concuerdan con las investigaciones realizadas en el cantón Jipijapa en Manabí, Ramírez y Ayoví (2022) obtuvieron que la familia Fabaceae es la que presenta mayor diversidad con cinco especies y, Capparaceae, Euphorbiaceae y Malvaceae con dos. De igual manera, Ramírez Huila et al. (2023) en la comuna Sancán, la familia Fabaceae es la mejor representada con 19 especies. Al igual que Pozo (2021) en la comuna Aguadita - San Marcos, encontró que la familia Fabaceae es la más abundante con 3 especies.

De la misma manera, Jaramillo et al. (2018) en el sector Bramaderos, parroquia Guachanama, cantón Paltas, al sur occidente de la provincia de Loja registró 561 árboles, que pertenecen a 24 especies, siendo la familia más diversa Fabaceae con 8 especies.

La dominancia de la familia Fabaceae en los bosques secos del Ecuador según Tarazona et al. (2022) se relaciona con su capacidad de ser especies pioneras, con

una gran capacidad de adaptarse a una amplia gama de condiciones climáticas y edáficas adversas, en áreas donde muchas especies no pudieran desarrollarse de manera óptima, por lo que tienen un rol significativo para la recuperación de suelos degradados.

En la figura 4.5. se detalla el DAP y altura para cada especie en estudio, donde se puede constatar que las 33 especies forestales en promedio presentan un DAP de 0.16 m y 7.54 m de altura. Las especies que poseen un mayor DAP y altura se encuentra conformado por: *Geoffroea spinosa* (0.26 m-10.70 m), *Caesalpinia spinosa* (0.26 m-12.40 m), *Samanea Saman* (0.25 m-13.34 m) y *Cochlospermum vitifolium* (0.25 m-13.11 m).

Estas especies se caracterizan por tener un estado de conservación óptimo y una edad avanzada. De acuerdo con Salas y Jones (2019) las especies con mayor DAP generalmente suelen ser las que presentan mayor altura, debido a la cantidad de tiempo requerido por cada individuo para presentar estas características.

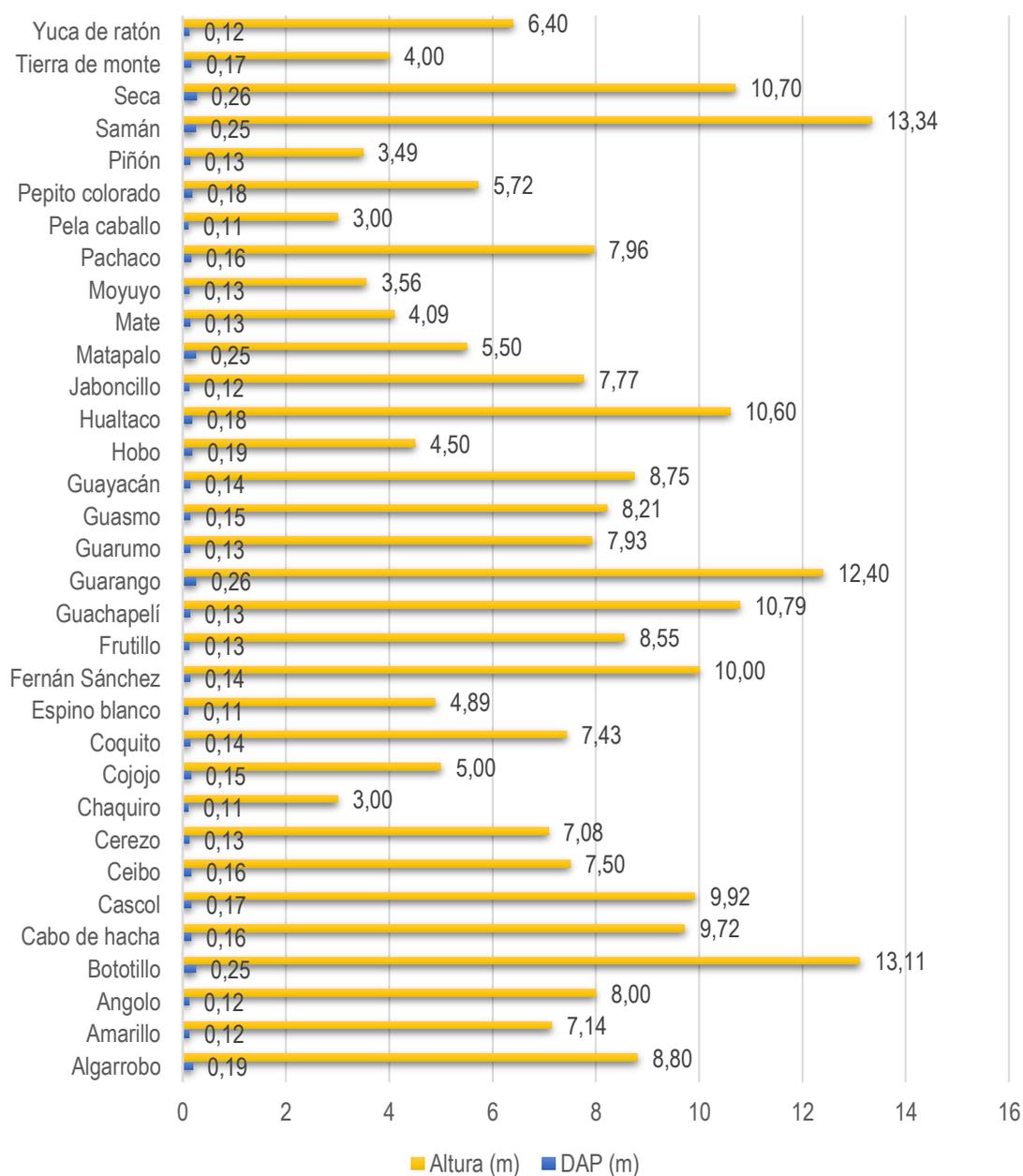


Figura 4.5. Valor de la altura y el diámetro de la altura al pecho (DAP) de las especies forestales lote I-CIIDEA.

En la tabla 4.2. se detalla los resultados obtenidos de la aplicación del índice de diversidad de Shannon-Wiener, en donde se puede evidenciar que se obtuvo un valor de 2.126, el cual establece que el bosque seco del Lote I de CIIDEA presenta una diversidad media.

Tabla 4.2. Índice de diversidad de Shannon-Weaver.

Nombre Científico	Nombre Común	Número de Individuos	Pi	Diversidad de Shannon-Weaver
<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo	571	0.1	-0.270
<i>Centrolobium ochroxylum</i>	Amarillo	5	0.0	-0.008
<i>Albizia multiflora</i>	Angolo	2	0.0	-0.004
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bototillo	103	0.0	-0.090
<i>Machaerium millei</i>	Cabo de hacha	72	0.0	-0.069
<i>Libidia glabrata</i>	Cascol	10	0.0	-0.014
<i>Ceiba trichistandra</i>	Ceibo	2	0.0	-0.004
<i>Trema micrantha</i>	Cerezo	15	0.0	-0.020
<i>Pithecellobium excelsum</i>	Chaquiroy	1	0.0	-0.002
<i>Acnistus arborescens</i>	Cojojo	1	0.0	-0.002
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Coquito	6	0.0	-0.009
<i>Bauhinia aculeata</i>	Espino blanco	203	0.0	-0.145
<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch	Fernán Sánchez	1	0.0	-0.002
<i>Muntingia calabura</i>	Frutillo	40	0.0	-0.044
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Guachapelí	1,275	0.3	-0.361
<i>Caesalpinia spinosa</i>	Guarango	3	0.0	-0.005
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	2	0.0	-0.004
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guasmo	1,065	0.3	-0.347
<i>Tabebuia billbergii</i>	Guayacán	40	0.0	-0.044
<i>Spondias Anacardiaceae</i>	Hobo	18	0.0	-0.023
<i>Loxopteriginum huasango</i>	Hualtaco	5	0.0	-0.008
<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	32	0.0	-0.037
<i>Ficus jacobii</i> Vázq. Avila.	Matapalo	2	0.0	-0.004
<i>Crescentia cujete</i>	Mate	72	0.0	-0.069
<i>Cordia lutea</i>	Moyuyo	26	0.0	-0.031
<i>Schizolobium parahyba</i>	Pachaco	20	0.0	-0.025
<i>Leucaena trichodes</i>	Pela caballo	1	0.0	-0.002
<i>Erythrina Velutina</i>	Pepito colorado	17	0.0	-0.022
<i>Jatropha curcas</i>	Piñón	205	0.0	-0.146
<i>Samanea saman</i>	Samán	267	0.1	-0.174
<i>Geoffroea spinosa</i>	Seca	16	0.0	-0.021
<i>Pithecellobium dulce</i>	Tierra de monte	1	0.0	-0.002
<i>Gliricidia sepium</i>	Yuca de ratón	153	0.0	-0.120
Total de Especies	Total de Individuos	4,252	1.0	-2.126
Índice de Shannon y Weaver (H)				-1
				2.126

Resultados similares fueron reportados por Pardo-Reyes y Cabrera (2023) en el bosque seco tropical Colonche de la provincia Santa Elena que reportaron una diversidad media (2.149). Para la Comunidad Quimisen en Jipijapa, la diversidad es de 2.82 (Cabrera et al., 2020); y para García y Morán (2023) se presentó un valor de 1.61 para el bosque seco de la comuna Agua Blanca.

Sin embargo, contrastan con los resultados obtenidos en la comuna Aguadita - San Marcos, en donde, se obtuvo un valor de 1.60, lo que indica que la vegetación arbórea es baja (Pozo, 2021). Mientras que Mero y Morán (2024) tuvo una diversidad de 1.345. Mientras que, en el sector Las Mercedes de la comuna Sancán, el valor de diversidad es alto (3.35) (Zambrano, 2021).

En la tabla 4.3. se detalla los resultados obtenidos de la aplicación del índice de dominancia de Simpson, en donde se puede evidenciar que se obtuvo un valor de 0.182, el cual establece que el Lote I de CIIDEA presenta una dominancia baja, haciendo referencia a que la probabilidad de que dos individuos escogidos al azar sea la misma especie es baja.

Tabla 4.3. Índice de diversidad de Simpson.

Nombre Científico	Nombre Común	Número de Individuos	Dominancia de Simpson
<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo	571	0.018034
<i>Centropodium ochroxylum</i>	Amarillo	5	0.000001
<i>Albizia multiflora</i>	Angolo	2	0.000000
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bototillo	103	0.000587
<i>Machaerium millei</i>	Cabo de hacha	72	0.000287
<i>Libidia glabrata</i>	Cascol	10	0.000006
<i>Ceiba trichistandra</i>	Ceibo	2	0.000000
<i>Trema micrantha</i>	Cerezo	15	0.000012
<i>Pithecellobium excelsum</i>	Chaquiro	1	0.000000
<i>Acnistus arborescens</i>	Cojojo	1	0.000000
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Coquito	6	0.000002
<i>Bauhinia aculeata</i>	Espino blanco	203	0.002279
<i>Triplaris cumingiana Fisch</i>	Fernán Sánchez	1	0.000000
<i>Muntingia calabura</i>	Frutillo	40	0.000088
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Guachapelí	1,275	0.089915
<i>Caesalpinia spinosa</i>	Guarango	3	0.000000
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	2	0.000000
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guasmo	1,065	0.062735
<i>Tabebuia billbergii</i>	Guayacán	40	0.000088
<i>Spondias Anacardiaceae</i>	Hobo	18	0.000018
<i>Loxopteriginum huasango</i>	Hualtaco	5	0.000001
<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	32	0.000057
<i>Ficus jacobii Vázq. Avila.</i>	Matapalo	2	0.000000
<i>Crescentia cujete</i>	Mate	72	0.000287
<i>Cordia lutea</i>	Moyuyo	26	0.000037
<i>Schizolobium parahyba</i>	Pachaco	20	0.000022
<i>Leucaena trichodes</i>	Pela caballo	1	0.000000
<i>Erythrina Velutina</i>	Pepito colorado	17	0.000016
<i>Jatropha curcas</i>	Piñón	205	0.002324

Nombre Científico	Nombre Común	Número de Individuos	Dominancia de Simpson
<i>Samanea saman</i>	Samán	267	0.003943
<i>Geoffroea spinosa</i>	Seca	16	0.000014
<i>Pithecellobium dulce</i>	Tierra de monte	1	0.000000
<i>Gliricidia sepium</i>	Yuca de ratón	153	0.001295
Total de Individuos		4,252	
Dominancia de Simpson			0.182

Este resultado concuerda con Aguirre et al. (2013) en cuatro sectores de la provincia de Loja, debido a que el índice de Simpson mostró una baja dominancia con valores que oscilan entre 0.09 a 0.15.

Sin embargo, contrastan con los obtenidos en otras investigaciones realizadas en bosques secos, en las cuales se presentó una dominancia alta; en la comuna Aguadita - San Marcos, el valor es de 0.72 lo que indica que existe una alta dominancia, por parte de la especie *Bursera graveolens* ya que obtuvo el mayor valor seguido de la especie *Caesalpinia glabrata* (Pozo, 2021).

De igual modo, en la investigación realizada por Ramírez y Ayoví (2022) en el sector Quimis en el cantón Jipijapa, se clasifica como una dominancia alta, evidenciado por el resultado obtenido de 0.91. Y en el sector Las Mercedes, comuna Sancán, se tiene una dominancia de 0.86 (Zambrano, 2021).

En lo que respecta a la captura de carbono y dióxido de carbono almacenado por cada especie forestal en el bosque seco tropical secundario del Lote I de CIIDEA, que abarca 60.27 ha, se presenta a continuación en la tabla 4.4.

Tabla 4.4. Determinación del contenido de carbono en las especies forestales.

Nombre científico	Área basal	Volumen de árbol de pie	Biomasa forestal	Cálculo de carbono	Cálculo de dióxido de carbono	Porcentaje de captura de CO ₂
<i>Prosopis juliflora</i>	24.18	168.28	565.42	282.71	1,036.50	19.19 %
<i>Centrolobium ochroxylum</i>	0.09	0.45	1.47	0.73	2.69	0.05 %
<i>Albizia multiflora</i>	0.02	0.13	0.45	0.22	0.82	0.02 %
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	6.55	66.11	66.11	33.06	121.20	2.24 %
<i>Machaerium millei</i>	2.56	22.45	88.69	44.34	162.58	3.01 %
<i>Libidibia glabrata</i>	0.61	4.89	19.31	9.66	35.40	0.66 %
<i>Ceiba trichistandra</i>	0.05	0.23	0.25	0.13	0.46	0.01 %
<i>Trema micrantha</i>	0.24	1.19	2.49	1.25	4.57	0.08 %

Nombre científico	Área basal	Volumen de árbol de pie	Biomasa forestal	Cálculo de carbono	Cálculo de dióxido de carbono	Porcentaje de captura de CO ₂
<i>Pithecellobium excelsum</i>	0.01	0.02	0.04	0.02	0.07	0.00 %
<i>Acnistus arborescens</i>	0.02	0.06	0.14	0.07	0.26	0.00 %
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	0.11	0.55	1.24	0.62	2.27	0.04 %
<i>Bauhinia aculeata</i>	2.35	8.71	37.44	18.72	68.64	1.27 %
<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch	0.01	0.10	0.42	0.21	0.77	0.01 %
<i>Muntingia calabura</i>	0.64	4.19	9.43	4.71	17.29	0.32 %
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	21.52	174.13	487.57	243.78	893.78	16.55 %
<i>Caesalpinia spinosa</i>	0.30	2.57	9.88	4.94	18.11	0.34 %
<i>Cecropia peltata</i>	0.03	0.16	0.19	0.09	0.35	0.01 %
<i>Guazuma ulmifolia</i>	55.57	353.67	896.55	448.27	1,643.51	30.43 %
<i>Tabebuia billbergii</i>	0.99	7.57	28.58	14.29	52.39	0.97 %
<i>Spondias Anacardiaceae</i>	0.82	3.55	5.86	2.93	10.75	0.20 %
<i>Loxopteriginum huasango</i>	0.16	1.67	5.35	2.67	9.80	0.18 %
<i>Sapindus saponaria</i>	0.50	3.08	8.92	4.46	16.35	0.30 %
<i>Ficus jacobii</i> Vázq. Avila.	0.13	0.23	0.47	0.23	0.85	0.02 %
<i>Crescentia cujete</i>	1.62	4.66	13.53	6.76	24.80	0.46 %
<i>Cordia lutea</i>	0.76	2.04	5.51	2.76	10.10	0.19 %
<i>Schizolobium parahyba</i>	0.57	4.24	8.91	4.45	16.33	0.30 %
<i>Leucaena trichodes</i>	0.02	0.04	0.16	0.08	0.28	0.01 %
<i>Erythrina Velutina</i>	0.51	2.10	4.31	2.15	7.90	0.15 %
<i>Jatropha curcas</i>	4.25	10.29	8.74	4.37	16.03	0.30 %
<i>Samanea saman</i>	20.53	226.42	543.40	271.70	996.13	18.44 %
<i>Geoffroea spinosa</i>	2.15	22.86	85.47	42.73	156.67	2.90 %
<i>Pithecellobium dulce</i>	0.02	0.06	0.18	0.09	0.33	0.01 %
<i>Gliricidia sepium</i>	3.07	14.17	39.69	19.84	72.76	1.35 %
TOTAL	150.96	1,110.88	2,946.15	1,473.08	5,400.74	100 %

Se presenta una captura de carbono de 1,473.08 t/ha y 5,400.74 t/ha de dióxido de carbono, este almacenamiento se distribuye entre las 33 especies forestales pertenecientes a 4,252 individuos presentes en la zona. En donde, las especies más abundantes son las principales captadoras de carbono, tal como se observa en la figura 4.6.

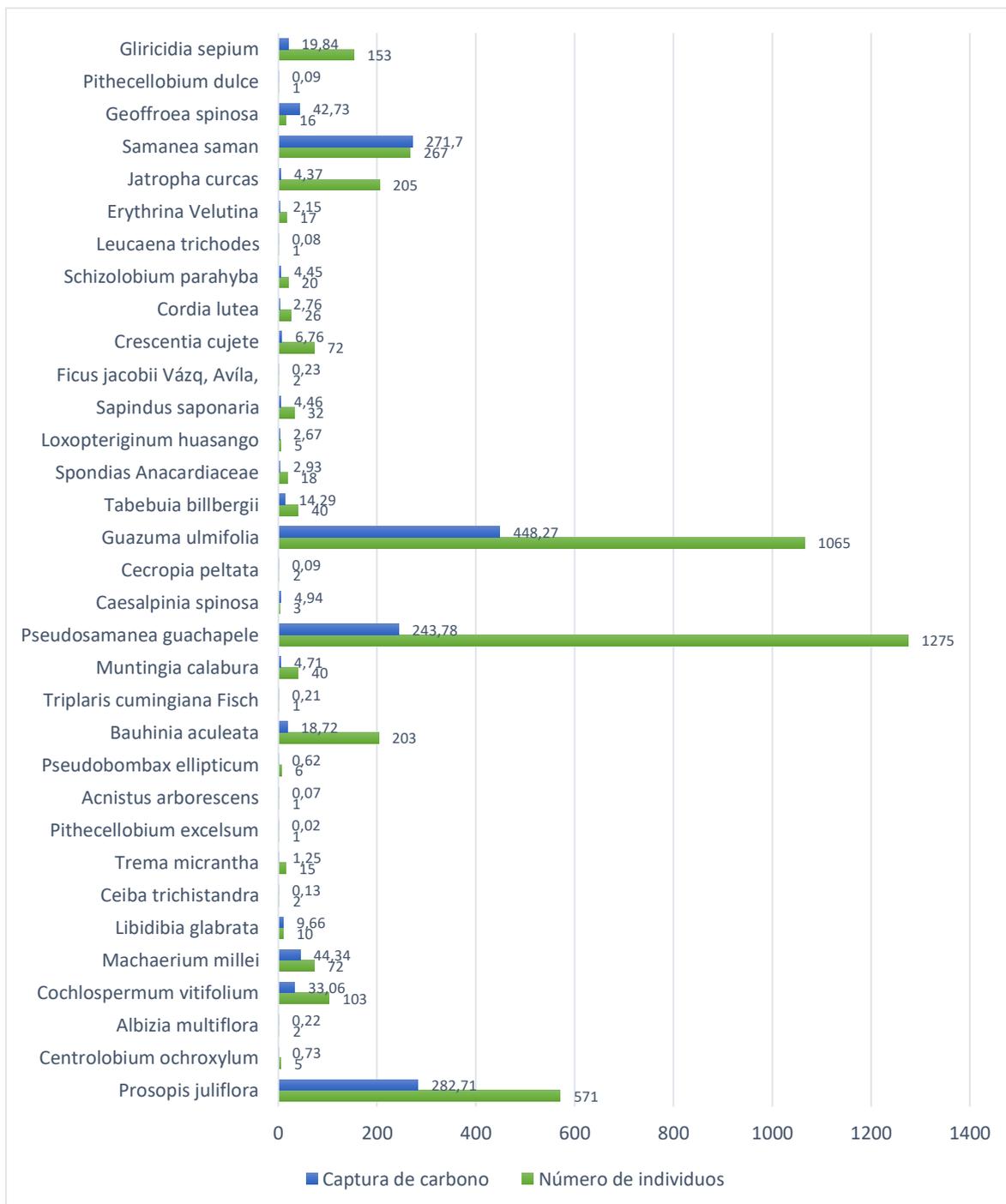


Figura 4.6. Cantidad de individuos por especie y contenido de carbono capturado por cada una.

Se destacan las especies *Guazuma ulmifolia*, *Prosopis juliflora*, *Samanea saman* y *Pseudosamanea guachapele*, representando el 30.43 %, 19.19 %, 18.44 % y 16.55 %, respectivamente del carbono capturado en el bosque. Las cuatro especies constituyen el 84.61 % del carbono capturado (figura 4.7) con un valor de 1,246.37 t/ha.

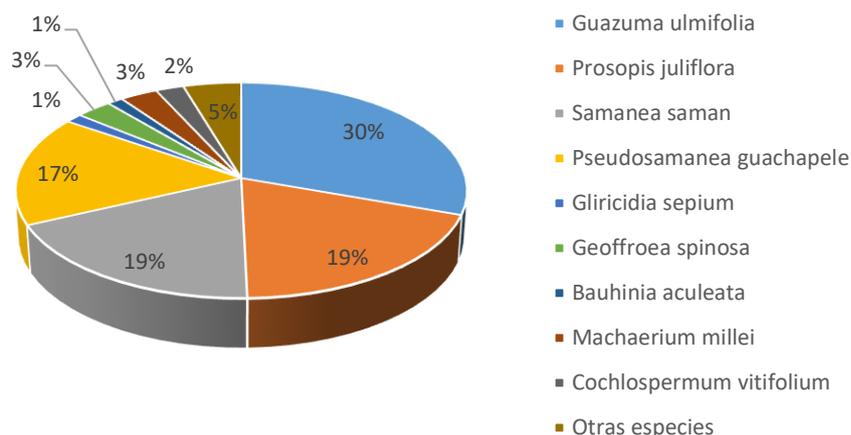


Figura 4.7. Porcentaje de captura de carbono por las especies forestales más representativas del Lote I de CIIDEA.

Según Jiménez (2021) las especies de rápido crecimiento presentan el mayor potencial para capturar carbono. En este sentido, para Casanova et al. (2010) *Guazuma ulmifolia* es una de las especies con mejor respuesta al incrementar su DAP y capacidad de rebrote, asignando más recursos a la biomasa aérea, lo que aumenta su capacidad de capturar carbono. Este hallazgo coincide con lo encontrado, ya que *Guazuma ulmifolia* registró la mayor biomasa forestal (896.55 t/ha) y por ende el mayor contenido de carbono (448.27 t/ha).

Investigaciones realizadas en la provincia de Manabí como la de Ventura (2014) en el valle del río Buena Vista del cantón Puerto López, respaldan que *Prosopis Juliflora*, es una de las especies que más carbono captura en los bosques secos. Al igual que *Samanea saman* representó el 33.72 % para Carlin y Macías (2018) en el sector La Pita en Quiroga, Bolívar. Lo cual tiene similitud con los resultados obtenidos, donde estas especies son las principales captadoras de carbono.

A pesar del número limitado de individuos (16) la especie *Geoffroea spinosa*, sobresale al capturar el 2.29 %, lo cual se atribuye a su densidad de madera, y a que presenta el mayor DAP (0.26 m) y una altura considerable (10.7 m). Con individuos caracterizados por su buen estado de conservación y edad avanzada.

En contraste, *Jatropha curcas*, *Cochlospermum vitifolium* y *Gliricidia sepium* son especies menos eficientes en la captura de carbono, a pesar de contar con 205,

103 y 153 individuos respectivamente, su contribución es significativamente menor en comparación a especies menos abundantes, pero con mayor potencial, representando únicamente el 0.30 %, 2.24 % y 1.35 %. Las dos primeras especies mencionadas se distinguen por su baja densidad de madera y para *Jatropha curcas*, se destaca su baja altura (3.49 m) y DAP (0.13 m), atribuibles a su capacidad de ser un arbusto o árbol de baja altura.

Estos hallazgos coinciden con los resultados de Cajilema y Fernández (2023), quienes indican que la cantidad de almacenamiento de carbono está influenciada por el tipo de formación vegetal, encontrando en las áreas más densas y con una mayor proporción de árboles grandes, las principales fuentes de captura. Pazmiño y Pinargote (2018) respaldan que esta capacidad se encuentra vinculada con el DAP y el área basal y para Castillo et al. (2022) los individuos con mayor altura y densidad de madera son más eficientes.

Para Flor (2021) en el cantón Santa Ana, se presentó que 31 especies arbóreas y 431 individuos capturaron 9.56 t/ha, con *Cochlospermum vitifolium* como la especie que lidera con 5.13 t/ha, representando el 53.66 % y, a su vez, siendo la especie más abundante. Los resultados de este estudio discrepan con los obtenidos, donde esta especie representó apenas el 2.24 %. Al igual que en la Reserva Ecológica Arenillas, Luna et al. (2021) registraron para 21 especies forestales y 426 individuos una captura de 376.42 t/ha, siendo *Ceiba trichistandra* la especie que más captura con 219.39 t/ha.

La disparidad en las especies que más contribuyen en la captura de carbono se relaciona directamente con las especies más abundantes para cada bosque seco, tal como mencionan Castillo et al. (2022) en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, siendo que las especies con mayor número de individuos, como *Azadirachta indica*, *Prosopis spp* y *Samanea saman*, son las que más carbono capturan.

En investigaciones realizadas en la provincia de Loja, según Aguirre (2017) en un bosque que abarca parte de la Reserva de Biosfera Bosque Seco, 62 especies distribuidas en 5 ha con 43 árboles y 19 arbustos, capturaron 164.49 t/ha. Por otra

parte, Rojas et al. (2020) en la provincia de Guayas en el cantón Daule, en el sitio de Capeira, 74 individuos capturaron 243.3 t/ha.

Estos resultados contrastan con los obtenidos en el Lote I de CIIDEA, donde se registró una captura de 1,473.08 t/ha para 4,252 individuos, en donde la cantidad de carbono capturado es inferior respecto a la cantidad de individuos considerados en los otros estudios. Esta discrepancia se debe a que el bosque se encuentra en proceso de regeneración, conformado principalmente por individuos jóvenes de bajo DAP, altura y biomasa área, lo que repercute en que capturen menos carbono.

Según Calderón y Solís (2012) destacan que, a pesar de que en los bosques en regeneración hay una mayor densidad de árboles por unidad de área, sus concentraciones de carbono son menores, debido a la predominancia de árboles pequeños. Solano et al. (2014) también mencionan que los bosques secundarios experimentan un bajo incremento de biomasa debido a su lento crecimiento. Además, para Ruiz y Tinoco (2013) las diferencias en el área muestreada y la metodología utilizada en cada estudio, también pueden influir significativamente en las estimaciones de captura de carbono.

De acuerdo con la FAO (2013), los datos se encuentran dentro de los rangos establecidos para depósitos superficiales de carbono en bosques secos, con valores que oscilan entre 25 y 60 t/ha, ya que, se obtuvo 36.82 toneladas de carbono capturado por cada hectárea en el área que conforma al bosque. Concordando con lo reportado por el MAATE (2015) que indica un promedio de 37 t/ha de carbono almacenado en la biomasa aérea para el bosque seco pluviestacional.

Estos resultados son similares a lo obtenido por Aguirre y Erazo (2017) en la provincia de Loja, donde se registró una acumulación de 32.90 t/ha. Pero contrastan con los bosques secos en Perú, en donde Ruíz y Alberca (2023) determinaron una captura de 0.925 t/ha y para Chávez (2018) se presentó que el carbono capturado es de 4.23 t/ha.

Para Ganchozo y Solórzano (2022) en el área de CIIDEA de la ESPAM MFL la captura de carbono de 1,239 individuos de *Swietenia macrophylla King* es de

417.95 t/ha. A pesar de contribuir este entorno como sumidero natural de carbono de forma significativa, su problema radica en que se encuentra principalmente una única especie, con los problemas que trae consigo el monocultivo, en contraste con el bosque seco del Lote I, en el cual se encuentra una variedad considerable de especies, sin una especie que domine sobre otra.

Según Ruiz y Tinoco (2013) el carbono almacenado en bosques secos es inferior al almacenado en bosques húmedos tropicales. Esto se confirma en la investigación de Castillo et al. (2022) donde se demostró que las especies con afinidad al bosque húmedo tienden a fijar más carbono, debido a que los bosques húmedos producen más biomasa.

El bosque seco del Lote I de CIIDEA desempeña un papel crucial en la mitigación del cambio climático al capturar 5,400.74 toneladas de CO₂. De acuerdo con Jiménez (2021) sugiere que se puede potenciar aún más su capacidad de captura mediante su conservación y la reforestación de las áreas intervenidas. Además, Rojas et al. (2020) resalta que el servicio ambiental de captura de carbono, por parte de los bosques secos puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de las personas.

4.2. VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CARBONO

En la tabla 4.5, se evidencia la valoración económica del servicio de captura de carbono por especies forestales en el Lote I de CIIDEA. Se destaca a *Guazuma ulmifolia* como la especie con mayor captura de carbono (1,173.94 t/ha), y por consiguiente obtuvo el mayor valor económico para ambos mercados, presentándose en SENDECO₂ (98,164.51 USD) y ClimeCo (14,674.20 USD) con una diferencia de 83,480.31 USD entre dichos mercados. En cambio, la especie *Pseudosamanea guachapele* con mayor número de individuos (1,275) dio un valor de 53,384.46 USD y 7,980.22 USD, esto se debe a que su nivel de captura de carbono es inferior.

Tabla 4.5. Mercados de Carbono.

Nombre Científico	Nombre común	Mercado voluntario	Mercado regulado
<i>Prosopis juliflora</i>	Algarrobo	12,956.29	86,672.42
<i>Centrolobium ochroxylum</i>	Amarillo	33.58	224.62
<i>Albizia multiflora</i>	Angolo	10.20	68.22
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Bototillo	1,514.94	10,134.37
<i>Machaerium millei</i>	Cabo de hacha	2,032.24	13,594.90
<i>Libidibia glabrata</i>	Cascol	442.53	2,960.32
<i>Ceiba trichistandra</i>	Ceibo	5.79	38.72
<i>Trema micrantha</i>	Cerezo	57.12	382.08
<i>Pithecellobium excelsum</i>	Chaquiro	0.93	6.22
<i>Acnistus arborescens</i>	Cojojo	3.31	22.13
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Coquito	28.33	189.53
<i>Bauhinia aculeata</i>	Espino blanco	857.97	5,739.49
<i>Triplaris cumingiana</i> Fisch	Fernán Sánchez	9.68	64.73
<i>Muntingia calabura</i>	Frutillo	216.07	1,445.39
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Guachapelí	11,172.30	74,738.25
<i>Caesalpinia spinosa</i>	Guarango	226.43	1,514.72
<i>Cecropia peltata</i>	Guarumo	4.35	29.12
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guasmo	20,543.88	137,430.32
<i>Tabebuia billbergii</i>	Guayacán	654.87	4,380.85
<i>Spondias Anacardiaceae</i>	Hobo	134.31	898.50
<i>Loxopteriginum huasango</i>	Hualtaco	122.51	819.58
<i>Sapindus saponaria</i>	Jaboncillo	204.40	1,367.37
<i>Ficus jacobii</i> Vázq. Avila.	Matapalo	10.67	71.41
<i>Crescentia cujete</i>	Mate	309.98	2,073.67
<i>Cordia lutea</i>	Moyuyo	126.29	844.83
<i>Schizolobium parahyba</i>	Pachaco	204.08	1,365.24
<i>Leucaena trichodes</i>	Pela caballo	3.56	23.79
<i>Erythrina Velutina</i>	Pepito colorado	98.73	660.47
<i>Jatropha curcas</i>	Piñón	200.35	1,340.24

Nombre Científico	Nombre común	Mercado voluntario	Mercado regulado
Samanea saman	Samán	12,451.65	83,296.56
Geoffroea spinosa	Seca	1,958.38	13,100.76
Pithecellobium dulce	Tierra de monte	4.07	27.24
Gliricidia sepium	Yuca de ratón	909.45	6,083.87
TOTAL		67,509.26	451,609.95

El valor económico de la captura de carbono para el mercado ClimeCo presenta un valor de 12.50 por cada tonelada de dióxido de carbono capturado en el año 2023, dando como resultado que en 4,252 individuos con una captura de 5,400.74 t/ha se obtuvo un costo de 48,220.90 USD. Además, Fajardo y León (2023) en su investigación presentaron una captura de 44.17 t/ha y su valor de 552.09 USD, para cuatro especies forestales. Medina et al. (2020) obtuvo en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca contiene aproximadamente 507,104.16 toneladas de CO₂, valoradas en 86 310,395.58 USD. Aunque Perú no aplica un impuesto al carbono nacional, se aplicó el precio de mercado voluntario de 6.39 USD por tonelada de CO₂ equivalente, estimado a partir de la evaluación de la rentabilidad social de proyectos de inversión pública en el año 2018 y 2019 (Trinidad y Ortiz, 2019).

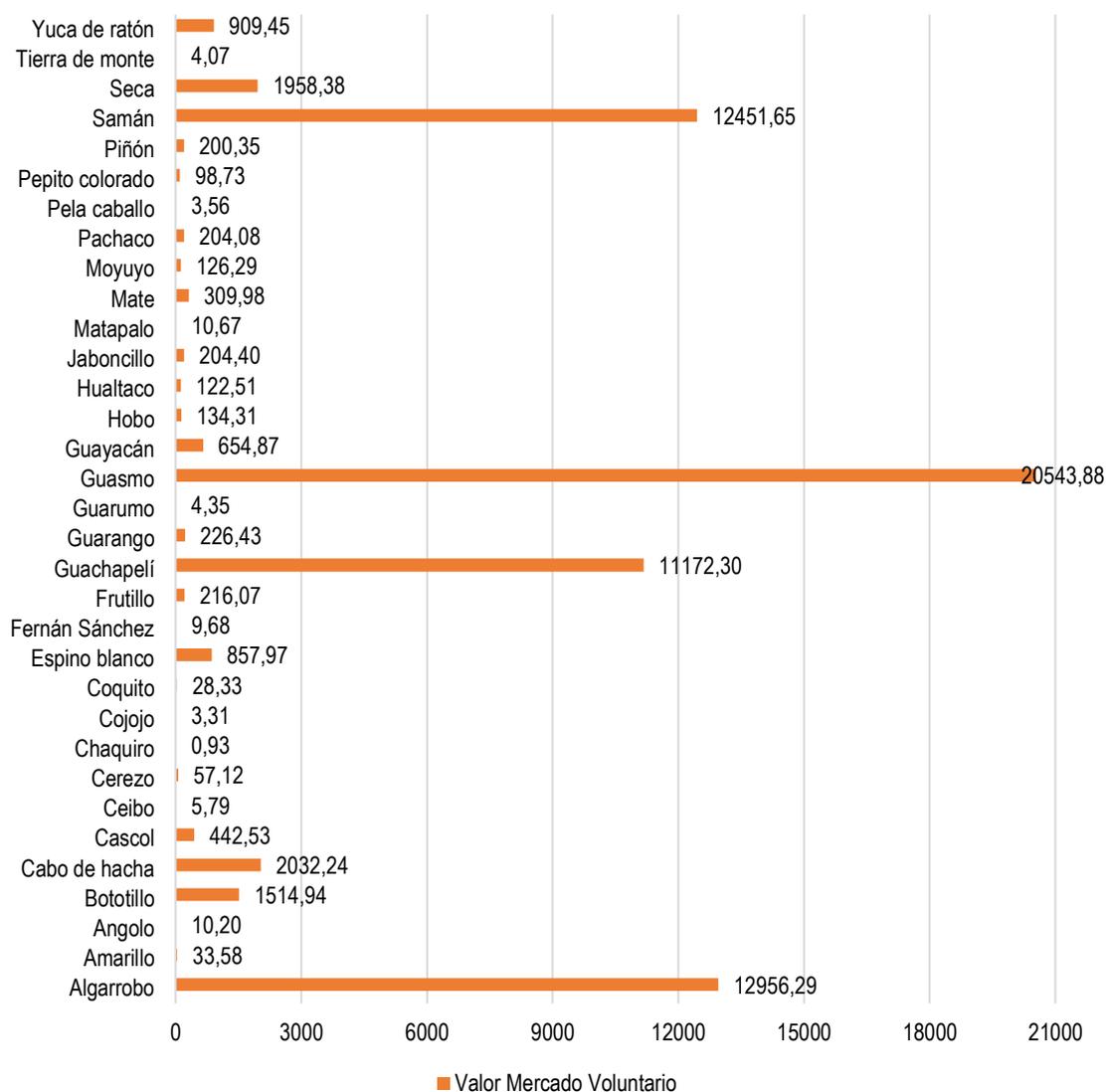


Figura 4.8. Precio Referencial de la captura de carbono en el Mercado ClimeCo (Mercado Voluntario).

Para el mercado de cumplimiento o regulado, se obtuvo como referencia el valor de 83.62 USD la tonelada de carbono por la empresa SENDECO₂ en el año 2023, obteniendo que en 4,252 individuos se captura 5,400.74 t/ha representado un costo de 451,609.95 USD. Siendo que el mercado regulado tiene otros mercados favorables como European Union Emissions Trading Systems (EU-ETS) con valor de 87.54 USD por tonelada de carbono y otros más económicos como Korean Emissions Trading Systems (K-ETS) con valor de 20.01 USD.

En el Carmen de Bolívar de Colombia, el valor de referencia que se tomó para hacer la estimación de los servicios ambientales de captación de CO₂ en las áreas de

bosque es de 11.13 USD por tonelada, que equivale al valor promedio de la serie de precios de referencia del Sistema Europeo de Negociación de CO₂ entre 2008 y 2015. Donde se obtuvo que con aproximadamente 57.2 t/ha de CO₂eq representó un valor de 637.22 USD t/ha (Zuluaga y Castro, 2018). En el estudio realizada por Morales y Vásquez (2019) en la valoración económica del secuestro de CO₂ de tres tipos de bosques de terraza baja, colina baja y colina alta tomando como referencia el precio del mercado de la empresa SENDECO₂ se puede apreciar que el valor de dicho bosque asciende a 11,000.50 USD t/ha.

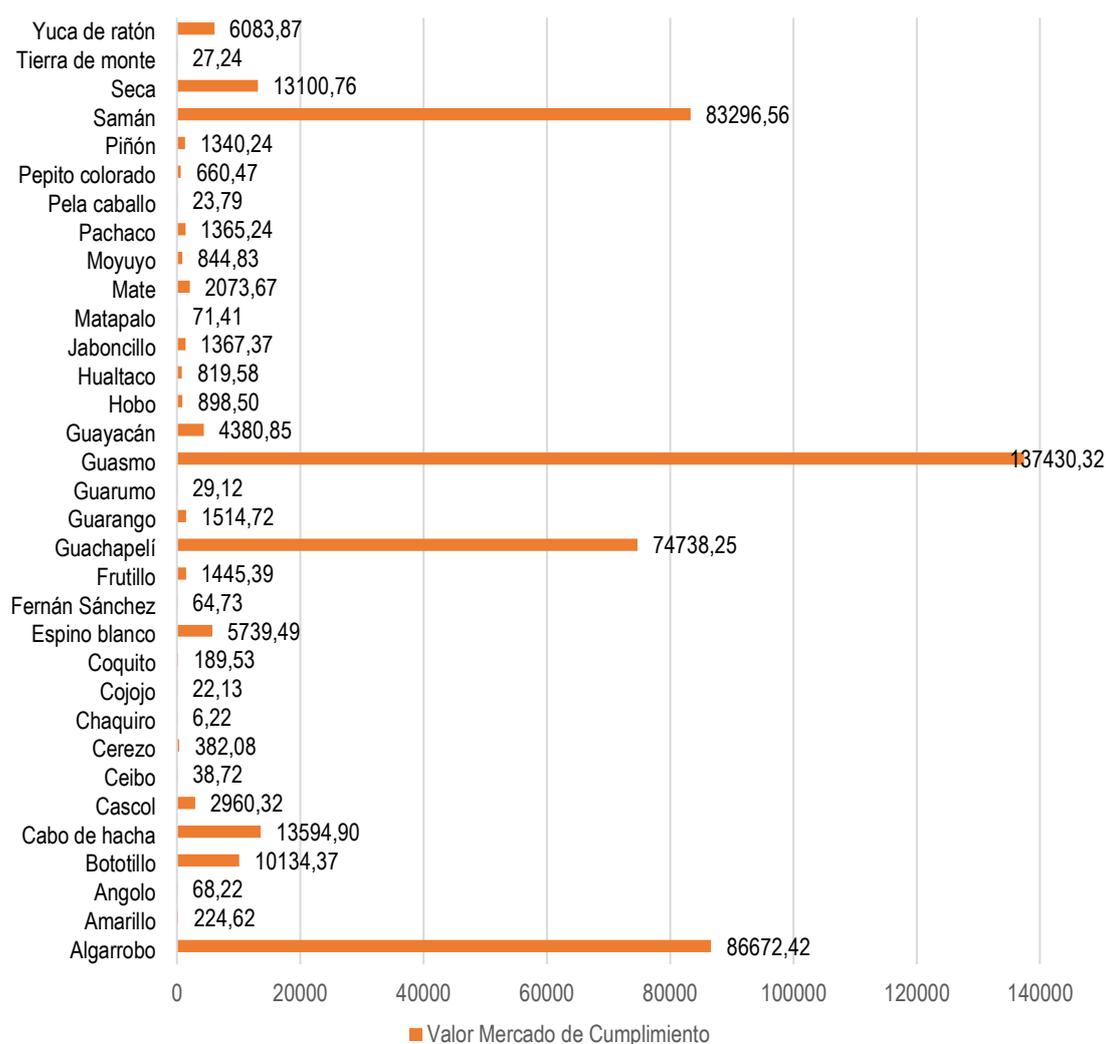


Figura 4.9. Precio Referencial de la captura de carbono en el Mercado SedenCO₂ (Mercado Obligatorio).

El mercado de carbono tanto voluntario y obligatorio representa mecanismos esenciales para la conservación de áreas boscosas, ya que funcionan como

sumideros de carbono y permiten generar un ingreso mediante la conservación de estos espacios. Siendo el mercado obligatorio el de mayor valor en términos de pago por toneladas de CO₂, y a su vez, se presenta como el más exigente y riguroso. Esto porque busca llevar a cabo acciones de compensación y mitigación del cambio climático, con el fin de cumplir con las metas establecidas para abordar este desafío ambiental.

En Ecuador, se está creando la iniciativa de incursión en los mercados de carbono, para la obtención de financiamiento no reembolsable por parte de empresas públicas y privadas, que permitan respaldar acciones climáticas en zonas forestales o áreas marinas (SRradio, 2023). Para ello, Mercado Ambiental (2023) organizó un encuentro del más alto nivel con el objetivo de promover la colaboración para el impulso de iniciativas y mecanismos efectivos para la reducción de la huella de carbono en el país. Teniendo como compromiso, Ecuador, de reducir sus emisiones en 20.9 % al 2025 (AxiomThemes, 2023).

De manera que, se pueda tener a futuro un mercado de carbono íntegro, creíble y alineado a las metas Net Zero, que permita atraer inversiones y generar empleo (SRradio, 2023). Del mismo modo, Martínez (2023) indica que Ecuador debe aprovechar la gran biodiversidad que posee, puesto que tienen un potencial en el tema de certificados de carbono, lo cual, podría llegar a suplir los ingresos de petróleo.

4.3. ESTABLECER ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS ESPECIES FORESTALES

En la figura 4.10 se evidencia las causas y efectos del principal problema identificado, el cual corresponde a la pérdida de las especies forestales en el bosque seco de lote I de CIIDEA de la ESPAM MFL, por la realización de prácticas ganaderas tradicionales y la tala selectiva de individuos forestales. Estos problemas destacan la necesidad de implementar medidas para abordar y solucionar estas amenazas a la biodiversidad, que se plantean como objetivos en la figura 4.11.

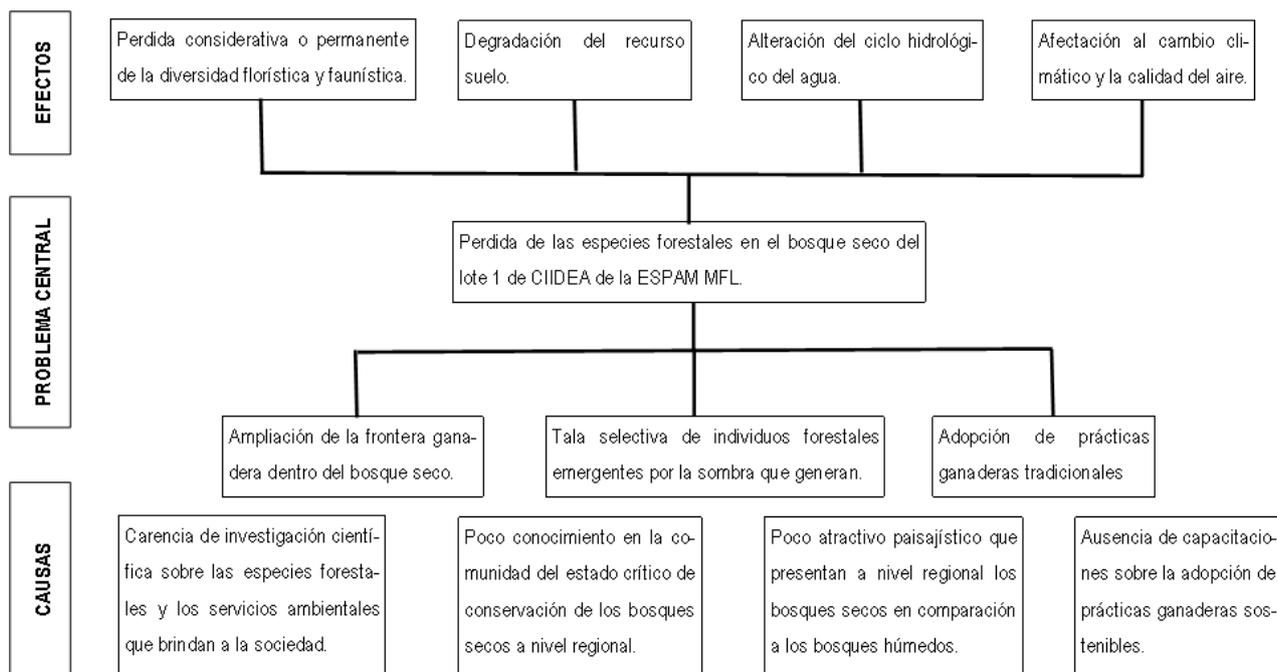


Figura 4.10. Árbol de Problema.

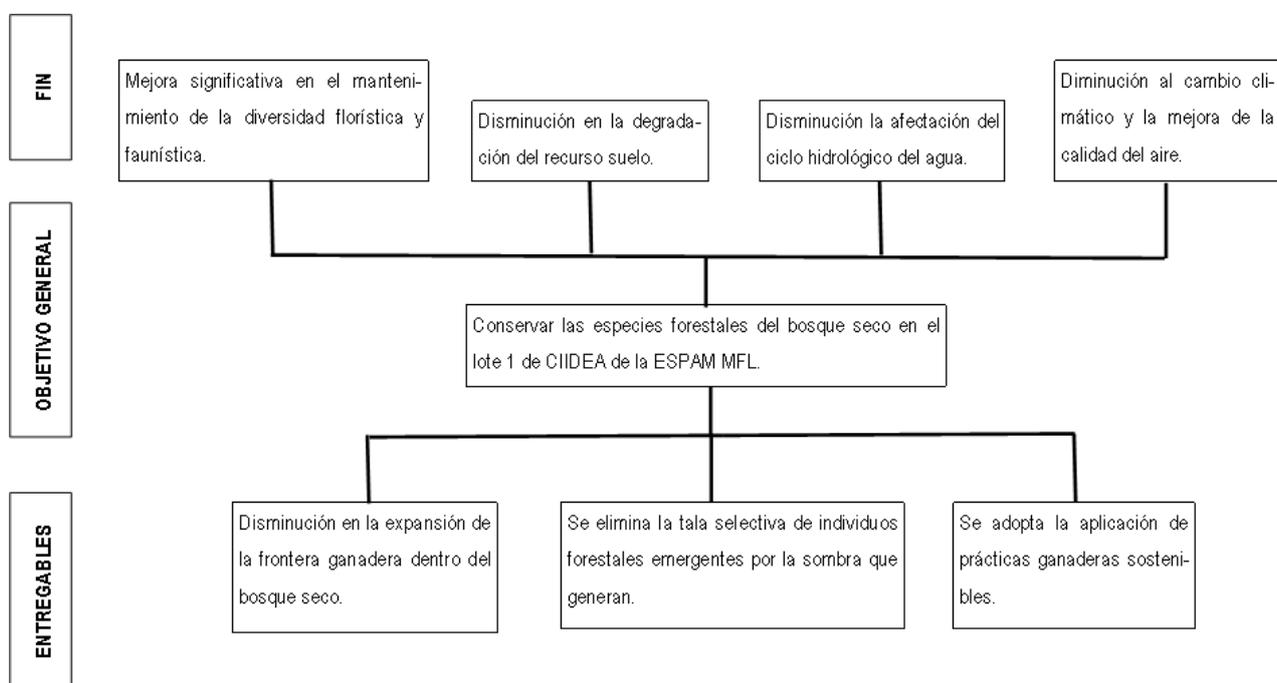


Figura 4.11. Árbol de Objetivos.

Para el marco lógico (tabla 4.6), se obtuvieron veinticuatro actividades de cinco resultados en base al objetivo de contribuir a la conservación de las especies forestales y restauración de las áreas deforestadas, y al propósito de adoptar estrategias de conservación para evitar la pérdida de las especies forestales.

Tabla 4.6. Matriz de Marco Lógico sobre la conservación del bosque seco con enfoque a captura de carbono Lote I.

Resumen de objetivos/ actividades	Narrativa	Indicadores Verificados Objetivamente	Medios de Verificación	Presunciones importantes
Objetivo general o fin	Contribuir a la conservación de las especies forestales y restauración de las áreas deforestadas del bosque seco.	Porcentaje de las áreas intervenidas que han sido restauradas.	Informe de monitoreo de las especies forestales. Informe de áreas intervenidas recuperadas.	Apoyo de la política institucional de la ESPAM-MFL. Colaboración de los actores involucrados.
Objetivo o propósito del proyecto	Adoptar estrategias de conservación para evitar la pérdida de las especies forestales en el Lote I de CIIDEA.	Grado de implementación de las estrategias de conservación.	Informe de cumplimiento de implementación de las estrategias de conservación.	Apoyo y colaboración de la comunidad estudiantil, docente y personal a cargo de CIIDEA.
Componentes resultados	1. Aumento de la cantidad de información científica sobre el bosque seco del Lote I de CIIDEA.	Número de proyectos que participan en iniciativas de "carbono neutro".	Base de datos de investigaciones realizadas para proyectos con iniciativa "carbono neutro"	Apoyo y colaboración de la comunidad estudiantil, docente y organizaciones nacionales e internacionales.
	2. Programa de prácticas ganaderas sostenibles.	Número de personas capacitadas. Periodicidad de las capacitaciones. Número de hectáreas con prácticas de manejo sostenible. Tiempo destinado a las nuevas prácticas sustentables con respecto a las acciones anteriores.	Programa de capacitación realizado. Registro fotográfico	Acceso continuo en expertos en prácticas ganaderas sostenibles. Colaboración del personal encargado del Lote I de CIIDEA.
	3. Realizar un programa de divulgación, con tema: "Importancia de la conservación del bosque seco con enfoque de captura de carbono."	Periodicidad de los talleres. Evaluación del estado actual de conocimiento post taller.	Programa de divulgación realizado. Diagnóstico inicial y final sobre el conocimiento post taller.	Apoyo y colaboración de la comunidad.
	4. Programa de reforestación.	Producción de informes de monitoreo continuas.	Informe de monitoreo de las especies forestales.	Apoyo y colaboración de la comunidad.

Las estrategias de conservación descritas en la tabla 4.7 se basaron en los resultados del marco lógico de trabajo, por lo tanto, se propuso para el primer punto sobre el aumento de la cantidad de información científica publicada e importancia de la conservación. Así como indica Celi (2018) para conservar un bosque es necesario conocer su estructura y composición florística, que se logra a través de investigaciones de campo, para después crear inventarios sobre estas especies.

Para el programa de buenas prácticas ganaderas, es necesario que se conozca el impacto de actividades ganaderas convencionales, para implementar y mejorar prácticas de ganadería regenerativa que mejoren el estado del suelo y se regeneren áreas deforestadas con los individuos en crecimiento, además el ganado pueda beneficiarse de un área más natural. Así como indica Solorio (2022) los sistemas regenerativos contribuyen a aumentar la producción, la rentabilidad y resiliencia de los sistemas ganaderos, de manera que, los ecosistemas sean capaces de sostener su aprovechamiento y conservar su biodiversidad.

Chávez (2016) y Contreras et al. (2020) indican que una alternativa viable para el establecimiento de una ganadería más sostenible es la gestión mejorada del pastoreo, que incluya prácticas como la optimización de la carga animal y el pastoreo de rotación, dará como resultado una acumulación de carbono que es entre 58.2 % y 69.9 % superior en los sistemas silvopastoriles, comparada con el sistema tradicional de producción ganadera, basada en solo pasturas.

De acuerdo a una investigación sobre 17 productores ganaderos que adoptaron prácticas de producción regenerativas por dos años, realizada por la Pontificia Universidad Católica de Chile (2023), evaluando indicadores económicos y productivos, se registró que los campos aumentaron sus ingresos netos y redujeron costos de producción (reducción promedio de 372 USD por hectárea), además de mejorar la calidad de vida, por la reducción de carga laboral.

Una de las estrategias de conservación, es la comunicación sobre la importancia de conservar el bosque seco. Según Aguirre y Geada-Lopez (2017) los bosques secos del Ecuador han sido estudiados, pero se han centrado en inventarios florísticos y aproximaciones al estado de conservación, más no en la caracterización de su estructura, por lo cual, la población local tiene una percepción

productivista del bosque, explotando las especies maderables. De igual manera González y Neri (2015) indica que es un ecosistema de alto valor endémico, de riqueza biológico-cultural y belleza paisajística, que viene siendo amenazado por los conflictos sociales y el manejo irresponsable de sus recursos.

Por ello, en un ecosistema frágil como el bosque seco, la restauración es vital para su conservación, y se debe elegir una mezcla diversa de especies, puesto que, tener una plantación variada en especies genera mayor resiliencia al cambio climático, menos competencia por nutrientes entre los individuos, y menor presencia de pestes y plagas típicas de un monocultivo (Riofrio, 2019). Molina (2019) indica que una estrategia ambiental para la conservación, es lograr sensibilizar a los pobladores, y a su vez la participación de los mismos en la reforestación, y orientar a la comunidad para el cuidado y conservación de las especies forestales plantadas y existentes.

Para que la conservación sea eficiente se debe lograr un balance entre los objetivos de conservar y los intereses de los actores, especialmente de los que dependen de los bosques (Aguirre, 2017). Por ello, los incentivos económicos alternos, juegan un papel fundamental para la conservación del bosque seco. Entre ellos la búsqueda de potencial ecoturístico que pueda generar ingresos económicos por diferentes actividades en la zona.

En el bosque seco tropical “Hualtaco” en Perú, se realizó una evaluación del potencial ecoturístico, cuyos resultados fueron utilizados para la construcción de una propuesta de desarrollo ecoturístico que permita reconciliar la conservación del patrimonio natural y el desarrollo económico local (González y Neri, 2015). En la propuesta de este autor, se proponen diez mecanismos para la generación de ingresos como financiamiento privado o de fondos públicos, crédito de carbono, donaciones, permiso para actividades de ecoturismo, pago por experiencia cultural o por uso del centro de interpretación, alquiler de embarcaciones y caballos, y venta de artesanías (González y Neri, 2015).

Algunos de estos mecanismos pueden ser adaptados en el área de CIIDEA para su conservación, basando su ingreso en turistas, investigaciones, donaciones, créditos de carbono, entre otros. De la misma manera incluir actividades como

senderismo, avistamiento de aves. Del mismo modo, el diseño del Programa Socio Bosque, busca proveer incentivos económicos con una distribución directa y equitativa para campesinos y comunidades indígenas dentro de un compromiso voluntario de conservación y protección de sus bosques nativos, páramos u otra vegetación nativa en el Ecuador (Proyecto Socio Bosque, 2011).

Además de los incentivos económicos, se tiene la opción de otros métodos, como la disposición a pagar. En una encuesta de valoración contingente a nivel nacional realizada en una muestra aleatoria estratificada, realizada por Gordillo et al. (2019) para la conservación de bosques, la disponibilidad a pagar (DAP) media mensual por hogar se sitúa entre 6.28 USD (elección dicotómica) y 3.17 USD (abierta), de manera que, alrededor del 98 % de los hogares encuestados consideran que vale la pena apoyar el programa propuesto.

Tabla 4.7. Estrategias de conservación sobre el bosque seco con enfoque a captura de carbono Lote I.

OBJETIVO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	INDICADOR	RESPONSABLE
Fomentar la continua investigación científica sobre el bosque seco del Lote I de CIIDEA.	<p>A través de la investigación se puede explorar o abrir otros mercados de carbonos que brindan otros beneficios que los propuestos en esta investigación (SendeCO₂ y ClimeCo).</p> <p>La participación en iniciativas de carbono neutro como "Ecuador Carbon Forum" es fundamental porque ayudan a la creación de mercados de carbonos para el país, de manera que serán proyectos pioneros en Ecuador, sobre la conservación de especies forestales y generación de ingresos obtenidos en mercados de carbono.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Fomentar la continua investigación científica, y participación en proyectos de carbono neutro. ● Colaborar con organismos nacionales e internacionales interesados o relacionados con la disminución de GEI. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Número de proyectos que participan en iniciativas de "carbono neutro". 	ESPAM MFL en cooperación con otros actores como el GAD del Bolívar o Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
Establecer programas de prácticas sostenibles ganaderas.	<p>Promover la participación activa a programas de carbono voluntario enfocado en prácticas sostenibles, a propietarios de fincas intervenidas como no intervenidas dedicadas a la ganadería. De manera que se incluya la implementación de medidas para reducir emisiones de GEI asociadas a la ganadería, resultando en créditos de carbono adicionales.</p> <p>Mejores precios para el valor de la carne o leche del ganado, al obtener un certificado de "Carbono Neutro", a través de prácticas ganaderas sostenibles respaldadas por mercados de carbonos. De manera que mejore la imagen de las operaciones ganaderas ante consumidores, ya que el producto será un referente de calidad en el mercado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar capacitaciones sobre prácticas ganaderas sostenibles. ● Implementar prácticas de ganadería regenerativa en el Lote I. ● Diagnóstico inicial y final de la implementación de prácticas ganaderas sostenibles. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Número de personas capacitadas. ● Periodicidad de las capacitaciones. ● Número de hectáreas con prácticas de manejo sostenible. ● Tiempo destinado a las nuevas prácticas sustentables con respecto a las acciones anteriores. 	ESPAM MFL en cooperación con otros actores como el GAD del Bolívar o Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
Realizar un programa de divulgación, con tema: "Importancia de la conservación del bosque	La divulgación del programa, "Importancia de la conservación del bosque seco" se realizará a través de talleres educativos enfocados en los beneficios de la valoración económica de los servicios, como	<ul style="list-style-type: none"> ● Realizar talleres educativos sobre la importancia de conservar el bosque seco con enfoque de captura de carbono. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Periodicidad de los talleres. 	ESPAM MFL en cooperación con otros actores como el GAD del Bolívar o Ministerio de

OBJETIVO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	INDICADOR	RESPONSABLE
seco con enfoque de captura de carbono.”	<p>captura de carbono por las especies forestales, teniendo de referencia a la especie <i>Geoffroea spinosa</i>, la cual con 16 individuos captura 42.73 t/ha. Por conservar únicamente a estos individuos se puede obtener ingresos de 1,958.38 USD y 13,100.76 USD anuales.</p> <p>Además de tratar otros servicios como regulación del clima, hábitat de vida silvestre, ciclo del agua, polinización, entre otros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Promover y desarrollar actividades de ecoturismo educativo, las cuales fomentan la importancia de conservar e integrar a la sociedad con la naturaleza. ● Diagnóstico inicial y final del conocimiento sobre la importancia de conservar el bosque seco. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Evaluación del estado actual de conocimiento post taller. 	Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
Implementar programas de reforestación de las áreas intervenidas.	<p>La reforestación se debe realizar con especies forestales nativas del bosque seco, puesto que en su hábitat natural desempeñan mejor sus funciones ecosistémicas.</p> <p>Se recomienda utilizar especies con mayor capacidad de captura de carbono como <i>Guazuma ulmifolia</i> y <i>Samanea saman</i>, que ayuden a generar ingresos económicos a través de su reforestación, como en el caso de la empresa ClimeCo que entrega incentivos por la siembra y conservación de un árbol.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Seleccionar y reproducir las especies nativas del bosque seco, acorde a lo obtenido en el presente estudio. ● Realizar la siembra de las especies forestales. ● Realizar un mapa de georeferenciación con las especies reforestadas. ● Diagnóstico inicial y final de la reforestación de las áreas intervenidas. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Producción de informes de monitoreo continuas. ● Porcentaje de recuperación de áreas intervenidas. 	ESPAM MFL en cooperación con otros actores como el GAD del Bolívar o Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
Fomentar incentivos económicos alternos para la conservación del bosque seco.	<p>La fomentación de los incentivos económicos para la conservación del bosque seco, se obtienen realizando actividades como: ecoturismo, pago por experiencia cultural, pago por uso del centro de interpretación, y captura de carbono, entre otros.</p> <p>Se recomienda la aplicación de métodos de valoración económica como Disposición a pagar (DAP), a través de esto se conoce el valor que la población está dispuesta a pagar para conservar un área natural que, de acuerdo a las actividades propuestas en los incentivos les ayudará a generar ingresos económicos a los pobladores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Analizar incentivos económicos existentes para la conservación del bosque seco. ● Facilitar sesiones de diseño participativo con las distintas carreras de las ESPAM-MFL para idear incentivos económicos. ● Evaluar la viabilidad técnica y económica de cada incentivo propuesto. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Número de incentivos económicos alternos implementados. ● Número de campañas de difusión y sensibilización realizadas. ● Periodicidad de las campañas de difusión y sensibilización realizadas. 	ESPAM MFL en cooperación con otros actores como el GAD del Bolívar o Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

OBJETIVO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	INDICADOR	RESPONSABLE
		<ul style="list-style-type: none">● Elaborar propuestas detalladas para cada incentivo económico.● Desarrollar campañas de difusión y sensibilización para informar sobre los nuevos incentivos y fomentar su participación.		

En los resultados obtenidos de la identificación del grupo focal para la valoración de expertos se presenta un panel inicial conformado por diez personas, el cual se detalla a continuación en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Datos de los expertos.

EXPERTO	Nivel Académico	Título Académico o Profesional	Años de Experiencias
1	Universitario	Ingeniero Ambiental	0-3 años
2	Universitario	Ingeniero Agrícola	3-5 años
3	Posgrado	Ingeniero Ambiental	5-10 años
4	Universitario	Veterinario	3-5 años
5	Universitario	Ingeniero Agrícola	3-5 años
6	Posgrado	Ingeniero Ambiental	3-5 años
7	Posgrado	Ingeniero Ambiental	10-20 años
8	Universitario	Ingeniero Ambiental	3-5 años
9	Universitario	Ingeniero Ambiental	3-5 años
10	Posgrado	Ingeniero Agrícola	10-20 años

Se presenta que seis expertos tienen un nivel académico de tercer grado y cuatro expertos presentan un nivel académico de cuarto nivel o posgrado, con profesión en las carreras de veterinaria (uno), ingeniera ambiental (seis) y agrícola (tres). Seis expertos cuentan con una experiencia laboral de entre tres y cinco años, con la excepción de aquellos que poseen estudios de posgrado, los cuales acumulan desde tres a 20 años de experiencia. En la tabla 4.9 se detalla la determinación del coeficiente de conocimiento:

Tabla 4.9. Coeficiente de conocimiento.

EXPERTO	CRITERIOS					Promedio
	Conservación de Bosque Seco Tropical	Estrategias de conservación de Bosque Seco Tropical	Biodiversidad	Especies Forestales de Bosque Seco Tropical	Deforestación de Bosque	
1	0.8	0.7	0.8	0.7	0.9	0.78
2	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
3	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.88
4	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.66
5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.82

EXPERTO	CRITERIOS					Promedio
	Conservación de Bosque Seco Tropical	Estrategias de conservación de Bosque Seco Tropical	Biodiversidad	Especies Forestales de Bosque Seco Tropical	Deforestación de Bosque	
6	0.8	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8
7	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
10	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.92
Promedio	0.82	0.78	0.84	0.82	0.85	

Se obtuvo que únicamente dos expertos presentan un promedio inferior a 0.8, lo cual se encuentra conformado por el experto uno (0.78) y cuatro (0.66). El área con mayor desconocimiento (0.78) por parte de los expertos corresponde a las estrategias de conservación de bosque seco tropical, en contraste con el área de deforestación de bosque, que fue el tema donde se registró un mayor nivel de conocimiento (0.85). La determinación del coeficiente de argumentación se presenta en la tabla 4.10.

Tabla 4.10. Coeficiente de argumentación.

EXPERTO	CRITERIOS						Total
	Análisis teórico realizado por usted con relación a estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	Experiencia obtenida en creación de estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	Revisión de trabajos investigativos de autores nacionales que aborden estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	Revisión de trabajos investigativos de autores internacionales que aborden estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	Su propio conocimiento del estado actual de estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	Su intuición con respecto a esta investigación	
1	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	1
2	0.2	0.4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.8
3	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	1
4	0.2	0.2	0.05	0.05	0.05	0.05	0.6
5	0.2	0.4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.8
6	0.1	0.2	0.05	0.05	0.05	0.05	1
7	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	1
8	0.2	0.4	0.05	0.05	0.05	0.05	0.8
9	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	1
10	0.3	0.5	0.05	0.05	0.05	0.05	1

Los resultados obtenidos demuestran que un 90 % de los expertos evaluados poseen un coeficiente de argumentación alto en los parámetros considerados, presentando seis personas un rango alto (1), mientras que tres personas se encuentran en un rango medio (0.8) y únicamente un individuo presenta un coeficiente de argumentación bajo (0.6). Para Burguet et al. (2019) este coeficiente permite conocer cuál de las fuentes han influido más en los conocimientos sobre el tema para cada individuo. Los resultados obtenidos del cálculo del coeficiente de experticidad o competencia para cada experto se presentan en la tabla 4.11.

Tabla 4.11. Coeficiente de experticidad.

EXPERTO	DETERMINAR EL COEFICIENTE DE EXPERTICIDAD			
	Kc	Ka		K
1	0.78	1	0.89	Participa
2	0.8	0.8	0.8	Participa
3	0.88	1	0.94	Participa
4	0.66	0.6	0.63	No participa
5	0.82	0.8	0.81	Participa
6	0.8	1	0.9	Participa
7	0.9	1	0.95	Participa
8	0.8	0.8	0.8	Participa
9	0.9	1	0.95	Participa
10	0.92	1	0.96	Participa

Se presenta que únicamente un experto no cumple con los requisitos para ser considerado para el consenso Kendall sobre las estrategias de conservación propuestas para el lote 1 de CIIDEA. El cual se encuentra representado por el experto número cuatro, con el título de médico veterinario debido a su bajo valor de coeficiente (0.63). Obteniéndose que el promedio del coeficiente de experticidad de los nueve expertos finales seleccionados es alto (0.89).

De acuerdo a lo establecido por Herrera et al. (2022) que manifiesta que únicamente aquellos expertos con un coeficiente de experticidad cercano o superior a 0.8 son aptos para participar en el consenso, para Acosta y Quiroz (2018) esto se da con el objetivo de realizar una selección rigurosa de los profesionales a participar en la investigación. Para la aplicación del consenso Kendall a los nueve expertos considerados se detalla en la tabla 4.12.

Tabla 4.12. Aplicación del consenso Kendall.

EXPERTO	CRITERIOS					
	Impacto	Conceptualización	Pertinencia	Aplicabilidad	Adecuación	Eficiencia
1	5	5	5	5	5	5
2	5	5	5	5	5	5
3	5	5	5	5	5	5
5	5	4	5	5	5	5
6	5	5	5	5	5	5
7	5	5	5	5	5	5
8	5	5	5	5	5	5
9	5	5	5	5	5	5
10	4	4	4	5	4	4

Se determinó que el coeficiente de concordancia entre los expertos obtuvo un valor de 0.9231. Lo cual acorde con Herrera et al. (2022) con un valor de 0.91, indica un alto grado de acuerdo entre las evaluaciones realizadas a los criterios por parte de los expertos. A partir de lo obtenido, se evidencia que las estrategias de conservación propuestas para el bosque seco del lote 1 de CIIDEA tienen una gran influencia para los seis criterios establecidos, fortaleciendo la validez y su fiabilidad a través de este método estadístico, por lo que la aplicación de estas estrategias en futuros proyectos de investigación en el área supone una manera efectiva para conservar este ecosistema.

Esto se debe a que las estrategias de conservación planteadas en base al servicio de captura de carbono por las especies forestales, acorde con los expertos considerados tienen un impacto alto para la conservación del bosque; su conceptualización permite de una manera clara conocer los objetivos a lograr y qué actividades realizar para conseguirlo; son pertinentes lo que hace referencia a que son adecuadas y adaptadas para el área de estudio.

En lo que concierne a la aplicabilidad se obtiene que se pueden implementar de manera efectiva y de esta manera conseguir cumplir los objetivos propuestos; las estrategias se adecuan con los problemas y las necesidades que se buscan solucionar; y son eficientes en la obtención de resultados positivos y la minimización de recursos financieros y humanos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Se identificaron un total de 4,252 individuos forestales en el Lote I de CIIDEA, que pertenecen a 33 especies y 17 familias, logrando capturar 5,400.74 toneladas de dióxido de carbono, siendo las especies con mayor captura del área *Guazuma ulmifolia* (30.43 %), *Prosopis juliflora* (19.19 %), *Samanea saman* (18.44 %) y *Pseudosamanea guachapele* (16.55 %). Estas cuatro especies constituyen el 84.61 % del carbono capturado, lo que indica su relevancia en términos de captura de carbono.
- El servicio de captura de carbono proporcionado por las especies forestales en el Lote I de CIIDEA tiene un valor económico de 67,509.26 USD (Mercado Voluntario ClimeCo) y 451,609.95 USD (Mercado Obligatorio SendeCo₂) en una captura de dióxido de carbono de 5,400,74 T/ha.
- Las estrategias de conservación enfocadas en la captura de carbono recibieron la aprobación de nueve expertos, quienes fueron evaluados mediante la aplicación del coeficiente de experticidad. En el consenso de Kendall, se obtuvo un valor de concordancia de 0.9231 en las respuestas de los expertos, de manera que, este elevado grado de acuerdo entre los evaluadores refuerza la validez y la consistencia de las estrategias propuestas.
- La captura de carbono por especies forestales es un factor que influye positivamente en la valoración económica del Lote I de CIIDEA, especialmente si se consideran los beneficios ambientales y los incentivos económicos asociados a la conservación de los bosques.

5.2. RECOMENDACIONES

- Implementar medidas de conservación y restauración en el Lote I de CIIDEA para promover la recuperación de las áreas deforestadas y fomentar la regeneración de especies forestales, esto podría incluir la reforestación con especies nativas, la protección de áreas sensibles y la promoción de prácticas de manejo sostenible.
- Realizar estudios adicionales para cuantificar de manera precisa y detallada la capacidad de captura de carbono de todo el Lote I de CIIDEA, de manera que se incluyan estudios de mediciones de biomasa y carbono almacenado del suelo, raíz del árbol, entre otros.
- Evaluar el potencial de implementar mecanismos de compensación por carbono en el Lote I de CIIDEA, esto implica buscar oportunidades para participar en programas de carbono voluntarios o establecer acuerdos con entidades interesadas en la compensación de emisiones de carbono, puesto que estos mecanismos podrían generar ingresos adicionales para apoyar la conservación de las especies forestales y promover prácticas sostenibles en el área.

BIBLIOGRAFÍA

- Aalde, H., Gonzalez, P., Gytarsky, M., Krug, T., Kurz, W., Ogle, S., Raison, J., Schoene, D., Ravindranath, N., Elhassan, N., Heath, L., Higuchi, N., Kainja, S., Matsumoto, M. y Sanz, M. (2006). *Tierras Forestales* (4). https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf
- Acosta, D. R. y Quiroz, G. G. (2018). *La gestión por competencia y su incidencia en el desempeño laboral del talento humano de la empresa Decorcasa Cia. Ltda, Ciudad Manta*. [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio Digital ESPAM. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/909>
- Acuerdo de París de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (UNFCCC) (2015). https://unfccc.int/files/meetings/paris_nov_2015/application/pdf/paris_agreement_spanish_.pdf
- Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. (2021, marzo 26). *Emisiones de dióxido de carbono* [Data and Tools]. <https://espanol.epa.gov/la-energia-y-el-medioambiente/emisiones-de-dioxido-de-carbono>
- Aguirre, N. y Erazo, A. (2017). Valoración económica ambiental del compartimiento leñoso como una alternativa para conservar la biodiversidad del bosque seco de la provincia de Loja, Ecuador. *Bosques Latitud Cero*, 7(1), Article 1. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/188>

- Aguirre, N. I. (2017). *Captura de carbono en el compartimiento leñoso del bosque seco en la provincia de Loja con perspectivas de mercado*. [Tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/7336>
- Aguirre, Z. (2012). *Especies forestales de los bosques secos del Ecuador. Guía dendrológica para su identificación y caracterización. Proyecto manejo forestal sostenible ante el cambio climático* [Proyecto Manejo Forestal Sostenible ante el Cambio Climático]. https://www.researchgate.net/profile/Zhofre-Aguirre/publication/280625434_Especies_forestales_de_los_bosques_secos_del_Ecuador/links/55bfa47e08ae092e96669ca1/Especies-forestales-de-los-bosques-secos-del-Ecuador.pdf
- Aguirre, Z., Betancourt, Y., Geada, G y Jasén, H. (2013). Composición florística, estructura de los bosques secos y su gestión para el desarrollo de la provincia de Loja, Ecuador. *Avances*, 15(2), 144-155. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5350870>
- Aguirre, Z. y Geada-Lopez, G. (2017). Estado de conservación de los bosques secos de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 24(1), Article 1. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.241.24107>
- Aguirre-Calderón, O. A. (2015). Manejo Forestal en el Siglo XXI. *Madera y Bosques*, 21, Article 17-28. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.210423>
- Aguirre-Mendoza, Z., Loja, Á., Solano, C. y Aguirre, N. (2015). *Especies forestales más aprovechadas en la región sur del Ecuador*. Universidad Nacional de

Loja. <https://nikolayaguirre.com/wp-content/uploads/2011/12/lb-especies-forestales-sur-ecuador-2015.pdf>

Alvarado, B. S. (2018). *Estructura y composición florística del sitio San Francisco del valle de Sancán* [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/1134/1/UNESUM-ECU-FORESTAL-2018-05.pdf>

Arias, F. G. (2006). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la Metodología Científica*. Episteme. https://books.google.co.ve/books?id=y_743ktfK2sCyprintsec=frontcoveryh=esysource=gbs_ge_summary_rycad=0#v=onepageyqyf=false

Arriaga, V. (2012). *Reducción de emisiones por deforestación y degradación de bosques (REDD+) en los países de América Latina* [Requerimientos institucionales y jurídicos para su implementación]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/23e07b8d-92a3-41b5-99df-b6a6c6a48622/content>

Arroyo, M. y Ramírez-Monroy, A. (2020). Dióxido de carbono, sus dos caras. *Anales de Química de la RSEQ*, 116(2), Article 2. <https://analesdequimica.es/index.php/AnalesQuimica/article/view/1316>

AxiomThemes. (2023). *Ecuador y su apuesta por los mercados de carbono para un futuro sostenible*. <https://elvanguardistaonline.com/ecuador-y-su-apuesta-por-los-mercados-de-carbono-para-un-futuro-sostenible/>

- Badii, M. H., Landeros, J. y Cerna, E. (2008). Patrones de asociación de especies y sustentabilidad. *Daena: International Journal of Good Conscience | EBSCOhost*, 3(1), Article 1. <https://openurl.ebsco.com/contentitem/gcd:36887439?sid=ebsco:plink:crawleryid=ebsco:gcd:36887439>
- Bajaña, S. (2016). *Estructura vegetal del bosque y su contribución a la captación de carbono en la reserva Pedro Franco Davila Jauneche–Ecuador. Año 2015. Propuesta de oferta de carbono* [Tesis de maestría, Universidad Técnica Estatal de Quevedo]. Repositorio Digital Universidad Técnica Estatal de Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1696>
- Barros, S. y Ipinza, R. (2011). *El mercado del carbono* (pp. 39-60).
- Benítez, D., Velásquez, C. y Cogollo, Á. (2013). Densidad básica del fuste de árboles del bosque seco en la costa Caribe de Colombia. *Intropica: Revista del Instituto de Investigaciones Tropicales*, 8(1), 17-28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4866018>
- Benjamín, J. A. y Masera, O. (2016). Captura de carbono ante el cambio climático. *Madera y Bosques*, 7(1), Article 1. <https://doi.org/10.21829/myb.2001.711314>
- Berlanga-Silvente, V. y Rubio-Hurtado, M.-J. (2012). Clasificación de pruebas no paramétricas. Cómo aplicarlas en SPSS. *Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 5(2), Article 2. <https://doi.org/10.1344/reire2012.5.2528>

- Bringas, N. L. y Ojeda, L. (2000). El ecoturismo: ¿una nueva modalidad del turismo de masas? *Economía Sociedad y Territorio*.
<https://doi.org/10.22136/est002000436>
- Burbano, H. (2018). El carbono orgánico del suelo y su papel frente al cambio climático. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 35(1), Article 1.
<https://doi.org/10.22267/rcia.183501.85>
- Burguet, I., Rodríguez, A. y Chacón, D. J. (2019). Aplicación de tecnologías para la determinación de la competencia de los expertos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 13(1), Article 1.
<https://www.redalyc.org/journal/3783/378360617009/html/>
- Cabrera, C. A., Moreira, K. J., Ramírez, W. N., Gras, R. y Tapia, M. V. (2020). Evaluación de la diversidad arbórea en áreas degradadas de la comunidad Quimisen jipijapa, Manabí, Ecuador: *UNESUM - Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.47230/unesciencias.v4.n2.2020.216>
- Caguana, J. A., Román, D. A., Cevallos, J. P. y Román, D. A. (2020). Estudio florístico en el ecosistema páramo de la quebrada Galgalán, comunidad de Atillo. *Polo del Conocimiento: Revista científico - profesional*, 5(7), Article 7 (JULIO 2020). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9083768>
- Cajilema, D. y Fernández, D. (2023). *Estimación de la capacidad de captura de carbono de cuatro especies arbóreas predominantes de las riberas del río Machángara, Cuenca—Ecuador*. [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional Universidad Politécnica Salesiana.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24497/1/UPS-CT010381.pdf>

Calderón, D. y Solís, D. (2012). *Cuantificación del carbono almacenado en tres fincas en tres estados de desarrollo del bosque de pino (Pinus oocarpa, L.) Dipilto, Nueva Segovia, Nicaragua* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria. <https://repositorio.una.edu.ni/1158/>

Campos, G. y Lule, N. E. (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, 7(13), Article 13. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3979972>

Cancino, J. (2012). *Dendrometría básica* (Departamento de Manejo de Bosques y medio Ambiente). Universidad de Concepción.; Repositorio Bibliotecas UdeC. <http://repositorio.udec.cl/jspui/handle/11594/407>

Cárdenas, J. (2020). *Guía para el uso del aplicativo GLOBE Observer Trees*. <https://globeperu.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/03/3globe-arbol-1.pdf>

Cárdenas, L., Cruz, N. E. y Cardons, N. (2022). Revisión del marco lógico: Conceptualización, metodología, variaciones y aplicabilidad en la gerencia de proyectos y programas. *Inquietud Empresarial*, 22(1), Article 1. <https://doi.org/10.19053/01211048.13408>

Carlín, D. J. y Macías, D. J. (2018). *Valoración de la captación de carbono para la conservación ambiental en el Sector la Pita de la Parroquia Quiroga*. [Tesis

de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio Digital ESPAM. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/739>

Caro, D. (2018). *Secuestro de carbono en sistemas agroforestales de los distritos de Las Piedras y Tambopata, provincia Tambopata, departamento de Madre De Dios—Perú* [Tesis de grado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios. <https://repositorio.unamad.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14070/520/004-2-3-095.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Carrillo, F., Acosta, M., Flores, E., Juárez, J. E. y Bonilla, E. (2014). Estimación de biomasa y carbono en dos especies arbóreas en La Sierra Nevada, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(5), Article 5. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263131167005>

Carrión, H. V. (2016). *Gestión y participación local para el aprovechamiento sostenible de desechos orgánicos del palo santo (Bursera graveolens), en el bosque seco semideciduo del sur occidente de la provincia de Loja, Ecuador* [Tesis de doctorado, Universidad de Jaén]. RUJA: Repositorio Institucional de Producción Científica. <https://ruja.ujaen.es/jspui/handle/10953/747>

Cartes, F. (2021). *Metodología para la estimación del precio social del carbono en Chile y los países de América Latina y el Caribe* [Documentos de Proyectos]. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

<https://www.cepal.org/es/publicaciones/46957-metodologia-la-estimacion-precio-social-carbono-chile-paises-america-latina>

Cartuche, K. y Feijoo, C. (2023). *Rasgos anatómicos de la madera de especies comunes de bosque seco en la Reserva Natural Laipuna al sur de Ecuador* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital Universidad Nacional de Loja. https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_04_Ch4_Forest_Land.pdf

Casanova, F., Caamal, J., Petit, J., Solorio, F. y Castillo, J. (2010). Acumulación de carbono en la biomasa de *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia* asociadas y en monocultivo. *Revista Forestal Venezolana*, 54(1), Article 1. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/31644>

Castillo, R., Bello, E., Loor, Y. y Ayón, C. (2022). Captura de carbono del arbolado de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Ecuador. *Revista Iberoamericana Ambiente y Sustentabilidad*, 5, Article 5. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9016362>

Castillo, R. J., Rodríguez, B. y Bravo, K. (2022). Fijación de carbono (co₂) del arbolado de los parques La Rotonda y La Madre, Manabí, Ecuador. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 6(10), Article 10. <https://doi.org/10.46296/yc.v6i10.0141>

Cedeño, M. y Alcívar, O. G. (2016). *Evaluación del desempeño de las variables del comportamiento organizacional a nivel organizacional en Lacycom comercializadora de productos lácteos del cantón Portoviejo*. [Tesis de

grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio Digital ESPAM.
<http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/345>

Celi, H. A. (2018). *Estructura y composición florística del bosque siempreverde montano bajo de la parroquia San Andrés, cantón Chinchipe, provincia de Zamora Chinchipe-Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital Universidad Nacional de Loja.
<https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/20384>

CeroCO₂, South Pole y Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. (2008). *Guía desarrollo limpio. Una introducción a los mercados de créditos de carbono y al mecanismo de desarrollo limpio*.
<https://ecodes.org/documentos-ecodes/category/13-informes-cambioclimatico-ecodes?download=6:gua-de-desarrollo-limpio>

Cervantes, F. D., León, D. B. y Imbaquingo, J. S. (2022). Valoración económica de los servicios ecosistémicos del bosque protector Cerro Blanco, Guayaquil Ecuador. *Revista Geoespacial*, 19(1), Article 1.
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-geoespacial/article/view/2612>

Chan, J., Jong, B., González, N., López, J., Morales, D., Venegas, J., Reyes, M. y Raj, D. (2022). Densidad de madera de especies arbóreas dominantes de la selva tropical subperennifolia de Calakmul, México. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(3 ((Septiembre-Diciembre))), 13.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8715864>

- Chávez, A. (2016). Efectos de la ganadería sobre algunos componentes del agroecosistema en la granja Maniabo. *La Técnica, Extra 1*, Article Extra 1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6216313>
- Chávez, J. P. (2018). *Captura y almacenamiento de carbono de los bosques estacionalmente secos de la costa norte (Lambayeque), como mitigación frente al cambio climático* [Tesis de grado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3346>
- Chisaguano, F. (2019). *Modelo de recuperación de servicios ecosistémicos de regulación y hábitats en la comunidad de Sigchocalle, provincia de Cotopaxi, periodo 2018—2019* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/5345/6/PC-000640.pdf>
- ClimeCo. (2024). *ClimeCo—Buy Carbon Offsets | Plastic Offsets*. ClimeCo. <https://shop.climeco.com/>
- Código Orgánico del Ambiente [COA], Pub. L. No. Ley 0, Registro Oficial Suplemento 983 (2017). https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/01/CODIGO_ORGANICO_AMBIENTE.pdf
- Constitución de la República del Ecuador [Const], Pub. L. No. Decreto Legislativo 0, Registro Oficial 449 (2008). https://www.defensa.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2021/02/Constitucion-de-la-Republica-del-Ecuador_act_ene-2021.pdf

- Contreras, J. L., Martínez, J., Cadena, J. y Fallas, C. (2020). Evaluación del carbono acumulado en suelo en sistemas silvopastoriles del Caribe Colombiano. *Agronomía Costarricense*, 44(1), Article 1. <https://doi.org/10.15517/rac.v44i1.39999>
- Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, Pub. L. No. GE.05-62220 (E) 200705, FCCC/INFORMAL/84* 24 (1992). <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>
- Coordinación de Comunicación ESPAM MFL. (2022). *Autoridades de la Institución realizan recorrido en CIIDEA*. <https://www.espam.edu.ec/web/informativo/noticia.aspx?key=10320>
- Díaz, G. (2012). El cambio climático. *Ciencia y Sociedad: República Dominicana*, 37(2), Article 2. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7415846>
- Díaz, M. C. (2016). Bonos de carbono: Un instrumento en el sistema financiero internacional. *Libre Empresa*, 13(1), Article 1. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6586760>
- Díaz, N. (2020). *Estimación de la fijación de carbono en un bosque de transición en la microcuenca Arroyohondo*. Universidad Autónoma de Occidente; Repositorio Educativo Digital Universidad Autónoma de Occidente. <https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/9586a178-ce05-445d-a7b4-cef2b3f987fc/content>

- Dirección de Presupuestos de Chile. (2020). *Metodología para la elaboración de matriz de marco lógico*. https://www.dipres.gob.cl/598/articles-140852_doc_pdf.pdf
- Discovery Communications. (2010). *Ciclo de carbono*. El ciclo del carbono. https://www.joliet86.org/assets/1/6/ciclo_de_carbono.pdf
- Domínguez, T., González, H., Gonzalo, R., Estrada, A., Cantú, I., Gómez, M. y Villarreal, J. (2013). Diversidad estructural del matorral espinoso tamaulipeco durante las épocas seca y húmeda. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 4(17), Article 17. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v4n17/v4n17a11.pdf>
- El Universo. (2019). *Ecuador es el país con la mayor tasa de deforestación de Latinoamérica en comparación con su tamaño, incluso más que Brasil*. El Universo. <https://www.eluniverso.com/noticias/2019/11/24/nota/7616396/estado-bosques-nativos-ecuador-deforestacion>
- Espinosa, C., De la Cruz, M., Luzuriaga, A. y Escudero, A. (2012). Bosques tropicales secos de la región Pacífico Ecuatorial: Diversidad, estructura, funcionamiento e implicaciones para la conservación. *Ecosistemas*, 21(1-2), Article 1-2. <https://www.redalyc.org/pdf/540/54026849013.pdf>
- Espinoza, B. y López, S. (2023). *Estimación del carbono capturado por las especies vegetales presentes en las riberas del río Burgay dentro de la zona urbana de la ciudad de Azogues—Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional Universidad Politécnica Salesiana.

<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/24359/1/UPS-CT010352.pdf>

Fajardo, V. y León, K. (2023). *Valoración económica de la captura de carbono de las especies Podocarpus sprucei, Oreocallis grandiflora, Alnus glutinosa y Oreopanax ecuadorensis en el ACMUS San Bartolomé—Sígsig—Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional Universidad Politécnica Salesiana.
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24360>

Flor, J. (2021). *Almacenamiento del carbono en biomasa aérea viva en un gradiente altitudinal de un bosque seco en Santa Ana, Manabí, Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM.
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3022/1/JUAN%20FLOR%20TESIS%20FIRMADA.pdf>

Galicia, L., Gamboa, A. M., Cram, S., Chávez, B., Peña, V., Saynes, V. y Siebe, C. (2016). Almacén y dinámica del carbono orgánico del suelo en bosques templados de México. *Terra Latinoamericana*, 34(1), Article 1.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstractypid=S0187-57792016000100001yInq=esynrm=isoytInq=es

Ganchozo, G. y Solórzano, A. (2022). *Captura de carbono como criterio para la conservación de la caoba (Swietenia macrophylla king) en el campus politécnico de la ESPAM-MFL* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López]. Repositorio Digital ESPAM.
https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/1944/1/TIC_IA34D.pdf

- García, M. E. (2016). La deforestación: Una práctica que agota nuestra biodiversidad. *Producción + Limpia*, 11(2).
<http://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/pl/article/view/1247>
- García, S. y Morán, J. (2023). Evaluación de diversidad florística del bosque seco de la comuna Agua Blanca, Parroquia Machalilla – Puerto López. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(6), 76-86.
<https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i6.839>
- García-Espinoza, G., Hernández, J., García, X., Delgado, P. y Rocha, M. (2020). Precisión de la fórmula de Pressler para la estimación del volumen de árboles en pie de *Pinus montezumae* Lamb. En Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán. *Ciencia Nicolaita*, 78, 87-101.
https://www.researchgate.net/profile/Jonathan-Hernandez-Ramos/publication/340285369_Precision_de_la_formula_de_Pressler_para_la_estimacion_del_volumen_de_arboles_en_pie_de_Pinus_montezumae_Lamb_en_Nuevo_San_Juan_Parangaricutiro_Michoacan/links/5e8266f3458515efa0bbffdb/Precision-de-la-formula-de-Pressler-para-la-estimacion-del-volumen-de-arboles-en-pie-de-Pinus-montezumae-Lamb-en-Nuevo-San-Juan-Parangaricutiro-Michoacan.pdf
- Garduño, G. y Madrigal, S. (2016). *Informe de consultoría sobre el marco lógico elaborado para la Dirección General de Corredores Biológicos*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO).
<https://www.biodiversidad.gob.mx/media/1/region/files/proforco/46-Informe-Marco-Logico.pdf>

- Gestión ambiental y forestal S.A.S. (2018). *Informe inventario forestal proyecto la Mirella ubicado en el municipio de San Ángel, departamento de Magdalena* [Informe de inventario forestal]. https://www.finagro.com.co/sites/default/files/appendice_1_inventario_vuelo_forestal_proyecto_la_mirella.pdf
- Gobierno Municipal del Cantón Bolívar. (2015). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial del cantón Bolívar, Manabí*. https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/1360000390001_DIAGNOSTICO%20DEL%20CANTON%20BOLIVAR%202014-2026_16-03-2015_15-39-33.pdf
- González, P. y Neri, L. (2015). El ecoturismo como alternativa sostenible para proteger el bosque seco tropical peruano: El caso de Proyecto Hualtaco, Tumbes. *Revista de turismo y patrimonio cultural*, 13(6), Article 6. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2015.13.100>
- Gordillo, F., Elsasser, P. y Günter, S. (2019). Willingness to pay for forest conservation in Ecuador: Results from a nationwide contingent valuation survey in a combined “referendum” – “Consequential open-ended” design. *Forest Policy and Economics*, 105, 28-39. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.05.002>
- GreenPeace. (2018). *Imágenes y datos: Así nos afecta el cambio climático* [Manual Especializado]. <https://es.greenpeace.org/es/wp-content/uploads/sites/3/2018/11/GP-cambio-climatico-LR.pdf>

- Guerra, F., García, A. y Martínez, M. (2020). Evaluación de la resiliencia ecológica de los bosques tropicales secos: Una aproximación multiescalar. *Madera y Bosques*, 26(3), Article 3. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61766268021>
- Gutiérrez, A., García, F., Rojas, S. y Castro, F. (2015). Parcela permanente de monitoreo de bosque de galería, en Puerto Gaitán, Meta. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 16(1), Article 1. https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num1_art:385
- Herkraht, A. (2022, octubre 14). *Mercado voluntario y mercado obligatorio de créditos de carbono*. Diario Responsable. <https://diariosresponsable.com/opinion/33995-mercado-voluntario-y-mercado-obligatorio-de-creditos-de-carbono>
- Hernández, J., Velázquez, A., Fierros, A., Gómez, A., Reyes, V. y Vera, J. (2020). Estimación de biomasa aérea y carbono, en rodales con y sin manejo forestal en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca. *Madera y Bosques*, 26(1), Article 1. <https://doi.org/10.21829/myb.2020.2611802>
- Hernández, N. y Garnica, J. (2015). Árbol de problemas del análisis al diseño y desarrollo de productos. *Conciencia Tecnológica*, 50, Article 50. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94443423006>
- Herrera, J., Calero, J., González, M., Collazo, M. y Travieso, Y. (2022). El método de consulta a expertos en tres niveles de validación. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 21(1), Article 1. <https://revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/4711>

- Horna, E. (2023). *Determinación de las propiedades físico mecánicas de la especie maderera Caesalpinia Spinosa (molina) Kuntze “guarango—Nativa del Ecuador* [bachelorThesis, Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo].
<http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/10606>
- Ibarra, D. y Escobar, L. (2008). Mercado de Bonos de Carbono. *Tiempo Económico*, 3(9), Article 9.
<http://www.tiempoeconomico.azc.uam.mx/index.php/categorias/finish/10-numero-9/70-mercado-de-bonos-de-carbono>
- Imaña, J., Jiménez, J., Rezende, V., Imaña, C., Santana, O. y Meira, M. (2014). Conceptos dasométricos en los inventarios fitosociológicos. En *Portal de Livros da UnB*. Portal de Livros da UnB.
<https://doi.org/10.26512/9788587599360>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. (2020). *Protocolo Inventario Forestal*.
[chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://repositorio.inta.gov.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/8147/INTA_CRChaco-Formosa_EEASaenzPe%C3%B1a_Kees_S_Protocolo_Inventario_Forestal.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.inta.gov.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/8147/INTA_CRChaco-Formosa_EEASaenzPe%C3%B1a_Kees_S_Protocolo_Inventario_Forestal.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2007). *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. contribution of working group ii to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (p. 976) [Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change]. Cambridge University

Press.

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf

International Business Machines Corporation. (2021). *Pruebas de muestras relacionadas de K: Tipos de prueba*. <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/beta?topic=sslvmb-subs-statistics-mainhelp-ddita-spss-base-tests-for-several-related-samples-test-types-html>

Jaramillo, N., Aguirre, Z. y Yaguana, C. (2018). Componente florístico del bosque seco, sector Bramaderos, parroquia Guachanama, cantón Paltas, suroccidente de la provincia de Loja, Ecuador. *Arnaldoa*, 25(1), Article 1. <https://doi.org/10.22497/arnaldoa.251.25105>

Jiménez, A. (2021). La diversidad mejora el almacenamiento de carbono en los bosques tropicales. *RECIMUNDO: Revista Científica de la Investigación y el Conocimiento*, 5(3), 316-323. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8056961>

Jiménez, A., Macías, Á., Ramos, M., Tapia, M., Rosete, S., Jiménez, A., Macías, Á., Ramos, M., Tapia, M. y Rosete, S. (2019). Indicadores de sostenibilidad con énfasis en el estado de conservación del bosque seco tropical. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 7(2), 197-211. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstractypid=S2310-34692019000200197yIngl=esynrm=isoytIngl=es

Jiménez, A., Pincay, F., Ramos, M., Mero, O. y Cabrera, C. (2017). Utilización de productos forestales no madereros por pobladores que conviven en el

- bosque seco tropical. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 5(3), Article 3. <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/264>
- Jumbo-Salazar, C., Arévalo, C. y Ramirez-Cando, L. (2017). Medición de carbono del estrato arbóreo del bosque natural Tinajillas-Limón Indanza, Ecuador. *La Granja*, 27(1), Article 1. <https://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.04>
- La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. (2024). *La Lista Roja de Especies Amenazadas de la UICN*. IUCN Red List of Threatened Species. <https://www.iucnredlist.org/es>
- Labandeira, X., León, C. y José, M. (2007). *Economía Ambiental*. PEARSON EDUCACIÓN, S.A.
- Linde plc. (2021). *Usos del Dióxido de carbono (CO2) y Dióxido de carbono en gas y líquido por industrias*. <https://www.linde.cl/gases/carbon-dioxide>
- López-Gómez, E. (2017). El método delphi en la investigación actual en educación: Una revisión teórica y metodológica. *Educación XX1*, 21(1), Article 1. <https://doi.org/10.5944/educxx1.20169>
- Luna, A., Sánchez, A., Maza, J. y Castillo, J. (2021). Biomasa forestal y captura de carbono en el bosque seco de la reserva ecológica Arenillas. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(2), Article 2.
- Mancera, M., Müller, T., Alonso, L., Vásques, O., Rojas, I., Rodríguez, E., Abe, E. y Soto, S. (2017). *Cambio climático. Lo que debes saber*.

- Marín, F., Pérez, J., Senior, A. y García, J. (2021). Validación del diseño de una red de cooperación científico-tecnológica utilizando el coeficiente K para la selección de expertos. *Información tecnológica*, 32(2), Article 2. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000200079>
- Martelo, R., Jiménez-Pitre, I. y Moncaris, L. (2017). Guía Metodológica para el Mejoramiento del Desarrollo de Software a través de la Aplicación de la Técnica Árboles de Problemas. *Información tecnológica*, 28(3), Article 3. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642017000300010>
- Martínez, A. (2023). *Ecuador Carbon Forum es la oportunidad para que más empresas incursionen en mercados de carbono – Metro Ecuador*. Metro Ecuador. <https://www.metroecuador.com.ec/comercial/2023/09/04/ecuador-carbon-forum-es-la-oportunidad-para-que-mas-empresas-incursionen-en-mercados-de-carbono/>
- Martínez, J. y Sánchez, J. (2016). *Georreferenciación de los ejemplares botánicos de la colección del herbario forestal (UDBC)*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas; Repositorio Institucional Universidad Distrital - RIUD. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/4188/Mart%C3%ADnezPulidoJuanAndr%C3%A9s%20y%20S%C3%A1nchezFern%C3%A1ndezJuanSebasti%C3%A1n2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Medina, C. E., Medina, Y. K. y Bocardo, E. F. (2020). Valoración económica del secuestro y almacenamiento de carbono en la puna seca del suroeste del Perú. *Bosque (Valdivia)*, 41(2), Article 2. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002020000200165>

- Medina, J. (2010). La Dieta del Dióxido de Carbono (CO₂). *Conciencia Tecnológica*, 39, Article 39. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94415753009>
- Mendoza, R., Dorantes, E., Cedillo, J. y Jasso, X. (2017). El método estadístico de análisis discriminante como herramienta de interpretación del estudio de adicción al móvil, realizado a los alumnos de la Licenciatura en Informática Administrativa del Centro Universitario UAEM Temascaltepec. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 7(14), Article 14. <https://doi.org/10.23913/ride.v7i14.282>
- Mendoza, S. (2012). *Criterio de expertos. Su procesamiento a través del método Delphy*.
http://www.ub.edu/histodidactica/index.php%3Foption%3Dcom_content%26view%3Darticle%26id%3D21:criterio-de-expertos-su-procesamiento-a-traves-del-metodo-delphy%26catid%3D11:metodologia-y-epistemologia%26Itemid%3D103
- Mercado Ambiental. (2023). *Ecuador Carbon Forum*. Ecuadorcarbon. <https://www.ecuadorcarbon.com/home>
- Mero, L. y Morán, J. (2024). Composición y diversidad florística en el bosque seco tropical del cantón Rocafuerte, Manabí. *Polo del Conocimiento*, 9(5), Article 5. <https://doi.org/10.23857/pc.v9i5.7191>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación. (2018). *Normativas para las mediciones a campo* [Manual de campo]. https://procurement-notices.undp.org/view_file.cfm?doc_id=138667

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2007). *Fondo de Áreas Protegidas (FAP) una estrategia para construir la sustentabilidad del Sistema Nacional de Áreas Protegidas del Ecuador*.
<https://static1.squarespace.com/static/57e1f17b37c58156a98f1ee4/t/5cf0418f8018e0000120fbe0/1559249298308/perfil-fondo-areas-protegidas-ecuador.pdf>

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2013). *Proyecto Socio Bosque de conservación, (un sistema de incentivos para protección de bosques, páramos y vegetación nativa para beneficiar a poblaciones indígenas y campesinas en la Costa, Sierra y Oriente)*. [Proyecto].
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/07/SOCIO-BOSQUE.pdf>

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2014). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP) del Ecuador—Subsistema de áreas protegidas privadas*.
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/10/MAE-Boleti%CC%81n-SOMOS-07-final.pdf>

Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2015). *Estadísticas-patrimonio natural. Datos de bosques, ecosistemas, especies, carbono y deforestación del Ecuador continental*.
<https://mluisforestal.wordpress.com/wp-content/uploads/2016/01/estadisticas-patrimonio-natural-mae.pdf>

- Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. (2021). *Programa Nacional de Reforestación con Fines de Conservación Ambiental, Protección de Cuencas Hidrográficas y Beneficios Alternos* [Proyecto].
<https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2020/04/REFORESTACION.pdf>
- Ministerio del Ambiente de Perú. (2019). *Línea de base de especies forestales (Pinus sp y Eucalyptus sp.) con fines de bioseguridad*.
https://bioseguridad.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2020/07/LB_-Forestales.pdf
- Mites, M. y Oña, E. (2018). Diversidad de Orquídeas de los Bosques Deciduo y Siempre Verde Estacional en Manabí, Ecuador. *Revista Científica Hallazgos21*, 3(2), Article 2.
<https://revistas.pucese.edu.ec/hallazgos21/article/view/278>
- Molina, Y. A. (2019). La reforestación como estrategia ambiental para la conservación de ríos y quebradas. *Revista Scientific*, 4(13), Article 13.
<https://www.redalyc.org/journal/5636/563659492010/html/>
- Mondragón, F. (2021). Ciclos del dióxido de carbono en la formación y utilización de combustibles fósiles y su efecto en el cambio climático. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 45(176), Article 176. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.1364>
- Morales, J. F. (2017). *Análisis de los discursos ambientales y su efecto en los procesos de formación de subjetividades campesinas en el Cantón Zapotillo, Parroquia Bolaspamba* [Tesis de grado, Universidad Técnica Particular de

Loja]. Repositorio Institucional de la UTPL.
<http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/20.500.11962/21376>

Morales, M. y Vásquez, M. (2019). *Valoración económica de la captura de carbono en las especies Podocarpus sprucei y Oreocallis grandiflora en el Bosque Protector Aguarongo* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional Universidad Politécnica Salesiana.
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16640/4/UPS-CT008067.pdf>

Morales-Trejo, J. y Arellano, L. (2024). *Los bosques tropicales secos y su contribución al bienestar humano*.
<https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/2017-06-26-16-35-48/17-ciencia-hoy/770los-bosques-tropicales-secos-y-su-contribucion-al-bienestar-humano>

Moreira, M. (2021). *Evaluación de la Composición y estructura del bosque seco tropical del sector Membrillar del valle Sancán* [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM.
<https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2942/1/MARYURI%20M OREIRA.pdf>

Moreno, C. (2001). *Métodos para medir la biodiversidad* (Primera edición, Vol. 1). MyT – Manuales y Tesis SEA.
<http://entomologia.rediris.es/sea/manytes/metodos.pdf>

Muñoz, J., Armijos, D. y Erazo, S. (2019). *Flora y Fauna del Bosque Seco de la provincia de Loja, Ecuador*. Ediloja.

https://unl.edu.ec/sites/default/files/archivo/2019-12/FLORA%20Y%20FAUNA%20DEL%20BOSQUE%20SECO_compressed_compressed.pdf

Muñoz, M. y Vásquez, E. (2020). *Estimaciones del potencial de captura de carbono en los parques urbanos y emisiones de CO₂ vehicular en Cuenca, Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18390/1/UPS-CT008694.pdf>

Natural Justice. (2014). *Serie de aprendizaje en línea sobre los marcos internacionales que dan apoyo a los pueblos indígenas, las comunidades locales, sus áreas y territorios.* https://naturaljustice.org/wp-content/uploads/2015/09/REDD_Spanish.pdf

Nature and Culture International. (2022). Nature and Culture International is Recognized as a Highly-Rated Environmental Non-Profit» Nature and Culture International. *Nature and Culture International.* <https://www.natureandculture.org/directory/highly-rated-environmental-nonprofit/>

Obando, M. (2010). *Condición silvicultural y propiedades físicas y generales de la madera de Enterolobium cyclocarpum y Samanea saman en plantaciones mixtas de 19 años con especies nativas, en la Estación Experimental Forestal Horizontes, Liberia, Guanacaste.* <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/5669>

- Olivo, M. de L. y Soto-Olivo, A. (2010). Comportamiento de los gases de efecto invernadero y las temperaturas atmosféricas con sus escenarios de incremento potencial. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 14(57), Article 57. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1316-48212010000400002&lng=es&synrm=1&isoytlng=es
- Ordóñez, B., Galicia, A., Venegas, N., Hernández, T., Ordóñez, M. de J. y Dávalos-Sotelo, R. (2015). Densidad de las maderas mexicanas por tipo de vegetación con base en la clasificación de J. Rzedowski: Compilación. *Madera y Bosques*, 21. <https://doi.org/10.21829/myb.2015.210428>
- Orellana, G., Sandoval, M., Linares, G. y García, N. (2012). Descripción de la dinámica de carbono en suelos forestales mediante un modelo de reservorios. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 3(1), Article 1. <https://www.redalyc.org/pdf/3236/323627685012.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas. (2018). *La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Una oportunidad para América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/cb30a4de-7d87-4e79-8e7a-ad5279038718/content>
- Organización de las Naciones Unidas. (2020). *Las emisiones de CO₂ rompen otro récord: Un calentamiento global catastrófico amenaza el planeta | Noticias ONU*. <https://news.un.org/es/story/2020/12/1485312>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2003). *Agroforestería para la producción animal en América Latina-II: memorias de*

la segunda conferencia electrónica: Agosto de 2000-marzo de 2001
(Segunda edición). <https://www.fao.org/4/y4435s/y4435s09.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2013).
Directrices sobre el cambio climático para los gestores forestales. Estudio
FAO: Montes. <https://www.fao.org/4/i3383s/i3383s.pdf>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y
Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2020). *El estado
de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las
personas*. FAO and UNEP. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>

Organización Internacional de las Maderas Tropicales. (2021). *Captura de carbono*.
https://www.itto.int/es/climate_change/carbon_sequestration/

Osorio, J. D. y Correa, F. (2004). Valoración económica de costos ambientales:
Marco conceptual y métodos de estimación. *Semestre Económico*, 7(13),
Article 13. <https://www.redalyc.org/pdf/1650/165013657006.pdf>

Paguay, M. (2018). *Inventario de diversidad florística en el ecosistema páramo
Machay del cantón Guano – provincia de Chimborazo* [Tesis de grado,
Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. DSpace ESPOCH.
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/9374/1/33T0190.pdf>

Paladines, R. (2003). Propuesta de conservación del Bosque seco en el Sur de
Ecuador. *Lyonia*, 4(2), Article 2.
[https://lyonia.org/Archives/Lyonia%204\(2\)%202003\(103-](https://lyonia.org/Archives/Lyonia%204(2)%202003(103-)

230)/Paladines%20P.,%20R.%3B%20Lyonia%204(2)%202003(183-186).pdf

Pardo-Reyes, P. S. y Cabrera, R. P. (2023). Diversidad arbórea y arbustiva del bosque seco tropical colonche – Santa Elena. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(3), Article 3. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i3.518>

Pazmiño, A. y Pinargote, M. (2018). *Evaluación de la captura de carbono como criterio para la conservación del ceibo (ceiba trichistandra) del jardín botánico de la utm* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Mnauel Félix López]. Repositorio Digital ESPAM. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/842/1/TTMA15.pdf>

Penna, J. y Cristeche, E. (2008). *La valoración de servicios ambientales: Diferentes paradigmas* [Informe técnico]. Repositorio Institucional del INTA. https://repositorio.inta.gob.ar/xmlui/bitstream/handle/20.500.12123/12305/INTA_IES_Penna_J_Valoracion_servicios_ambientales_diferentes_paradigmas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Perea, M. (2018). *Estimación de biomasa aérea y carbono con teledetección en bosques alto-andinos de Boyacá, Colombia. estudio de caso: Santuario de fauna y flora “Iguaque”* [Tesis de maestría, Universidad de Salzburg]. ePLUS. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.16518.01608>

Pérez, R. (2006). *Evaluación de programas educativos* (La muralla, S.A). Editorial La Muralla.

https://books.google.es/books?id=7ZxSjk3KFMcCyprintsec=frontcoveryhhl=eysource=gbs_ge_summary_rycad=0#v=onepageyqyf=false

Pica-Téllez, A., Dittborn, R., Cid, F. y Frenette, E. (2024). *Estimación del precio social del carbono para la evaluación de la inversión pública en países de América Latina y el Caribe* [Informe Final: Cálculo del Precio Social del Carbono para el Perú]. https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/parametros_evaluacion_social/Precio_Social_Carbono.pdf

Pincay, S. (2021). *Determinación del grado de fragmentación del bosque seco tropical del Recinto Santa Rosa del Cantón Jipijapa, Manabí, Ecuador* [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2944/1/Sandra%20Pinca%20y.pdf>

Politi, N. y Rivera, L. (2019). Limitantes y avances para alcanzar el manejo forestal sustentable en las Yungas Australes. *Ecología Austral*, 29(1), Article 1. <https://doi.org/10.25260/EA.19.29.1.0.753>

Pontificia Universidad Católica de Chile. (2023). *Los beneficios económicos y ambientales de la ganadería regenerativa*. <http://www.uc.cl/noticias/los-beneficios-economicos-y-ambientales-de-la-ganaderia-regenerativa/>

Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (2024). *Libro rojo de las plantas endémicas del Ecuador*. <https://bioweb.bio/floraweb/librorojo/prologo/>

Pozo, K. (2021). *Composición, estructura y diversidad florística del bosque seco en la comuna Aguadita-San Marcos, de la provincia de Santa Elena* [Tesis de grado, Universidad Estatal Península de Santa Elena]. Repositorio Universidad Estatal Península de Santa Elena. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/6522/1/UPSE-TIA-2021-0129.pdf>

Proyecto Socio Bosque. (2011). *Socio Bosque*. <https://sociobosque.ambiente.gob.ec/>

Pyrooz, N., Andrade, J., Cerón, C., Luque, M. y Herbario Nacional del Ecuador. (2019). *Cordillera del Bálsamo, Bahía de Caráquez-Ecuador plantas del bosque seco*. <https://fieldguides.fieldmuseum.org/sites/default/files/rapid-color-guides-pdfs/497.pdf>

Quiceno, N.-J., Tangarife, G.-M. y Álvarez, R. (2016). Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el resguardo indígena Piapoco Chigüiro-chátare de Barrancominas, departamento del Guainía (Colombia). *Luna Azul*, 43, 171-202. <https://doi.org/10.17151/luaz.2016.43.9>

Quiñones, M., Espinoza, E., Yovera, F., Cuchilla, Y. y Castro, D. (2018). Identificación, georreferenciación y caracterización morfológica de árboles superiores de *Theobroma cacao* l. 1753 cultivar cacao blanco de Piura, Perú. *The Biologist*, 16(1), Article 1. <https://doi.org/10.24039/rtb2018161225>

Ramírez, E. y Pelaez, F. (2018). Modelo alométrico para estimar el potencial de captura de carbono en *Polylepis* spp en Poccrac, Ancash 2016. *Revista de*

- Investigaciones de la Universidad Le Cordon Bleu*, 5(1), Article 1.
<https://doi.org/10.36955/RIULCB.2018v5n1.008>
- Ramírez, W. y Ayoví, N. (2022). Estructura y composición arbórea del bosque seco tropical en el valle Sancán, Manabí, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 10(2), Article 2.
<https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/748>
- Ramírez, W. N., Geada, G., Sotolongo, R. y Ayoví, N. (2023). Estructura y diversidad en un fragmento de bosque seco deciduo asociado a comunidades humanas en Manabí, Ecuador. *Avances*, 25(3), Article 3.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9013539>
- Rebollo, N. (2012). *Ecoturismo* (Primera edición). RED TERCER MILENIO SC.
<https://www.academia.edu/40987983/Ecoturismo>
- Rendón, A., Dorantes, S., Mejía, S. y Alamilla, L. (2021). *Características macroscópicas, propiedades y usos de la madera de especies nativas y exóticas en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
https://cites.org/sites/default/files/timber_id_materials/files/Mexico_timber_macro_characteristics_2021.pdf
- Rendón, M. E., Villasís, M. Á. y Miranda, M. G. (2016). Estadística descriptiva. *Revista Alergia México*, 63(4), Article 4.
<https://www.redalyc.org/pdf/4867/486755026009.pdf>

- Revilla, J. M., Abanto, C., Guerra, W. F., García, D., Guerra, H., Domínguez, G. y Gabriel, I. L. (2021). Modelos alométricos para estimar el volumen de madera de Guazuma crinita en plantaciones forestales. *Scientia Agropecuaria*, 12(1), Article 1. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.003>
- Riofrio, I. (2018). *El bosque seco, una joya amenazada en el Ecuador*. Noticias ambientales. <https://es.mongabay.com/2018/07/ecuador-bosque-seco/>
- Riofrio, I. (2019). *Más de 200 000 árboles para conservar el bosque seco tumbesino del Ecuador*. <https://es.mongabay.com/2019/06/ecuador-bosque-seco-jorupe-reforestacion/>
- Rivas, C. A. (2022). *Teledetección y sistemas de información geográficos aplicados al seguimiento de procesos de deforestación en bosques secos de Ecuador* [Tesis de doctorado, Universidad de Córdoba]. UCOPress. <http://helvia.uco.es/xmlui/handle/10396/22340>
- Rodríguez, Á. (2022). *Mercados de carbono*. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/03/Mercados-de-Carbono-Libro-Minambiente.pdf>
- Rodríguez, A. y Pérez, A. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 82, Article 82. <https://doi.org/10.21158/01208160.n82.2017.1647>
- Rojas, J., Garrido, E., Rueda, V., Cárdenas, M., Pérez, I., Torres, A., Maquilon, P., Cabrera, I. y Mielles, D. (2020). ¿Cuán importantes son los bosques secos para las urbanizaciones? El caso de Daule, Ecuador. *Tecnociencia*, 22(2), Article 2. <https://doi.org/10.48204/j.tecno.v22n2a10>

- Rontard, B., Hernández, H. y Aguilar, M. (2020). Pagos por captura de carbono en el mercado voluntario en México: Diversidad y complejidad de su aplicación en Chiapas y Oaxaca. *Sociedad y Ambiente*, 22, Article 22. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455763085009>
- Rosete, S., Sáenz, R., Jiménez, A. y Pin, F. (2019). Fitorecursos de interés para el turismo en los bosques secos de la región costa, Jipijapa, Manabí, Ecuador. *Revista Cubana de Ciencias Forestales*, 7(2), Article 2. <https://cfores.upr.edu.cu/index.php/cfores/article/view/435>
- Ruiz, E. J. (2017). *Revisión de métodos para la estimación de captura de carbono almacenadas en bosques naturales*. <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/16394/Fen%C3%A1ndezLosadaMagdaYolima2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ruiz, I. R. y Tinoco, H. C. (2013). *Cuantificación de las reservas de carbono en bosque seco dentro de tres áreas de conservación del programa socio bosque en el cantón Zapotillo, provincia de Loja*. [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital Universidad Nacional de Loja. <https://dspace.unl.edu.ec//handle/123456789/11390>
- Ruíz, J. y Alberca, S. (2023). *Estimación de la captura de carbono almacenado en la biomasa aérea del bosque seco de Bellavista – Jaén – Cajamarca* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Jaén]. Repositorio Institucional Digital Universidad Nacional de Jaén. <http://repositorio.unj.edu.pe/handle/UNJ/565>
- Salas, C. y Jones, G. (2019). Manejo forestal sostenible del bosque y monitoreo ecológico en dos bosques muy húmedos tropicales de Zona Norte de Costa

Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 16(39), Article 39.
<https://doi.org/10.18845/rfmk.v16i39.4408>

Salmerón, A., Geada, G. y Fagilde, M. (2017). Propuesta de un índice de diversidad funcional: Aplicación a un bosque semideciduo micrófilo de Cuba Oriental. *Bosque (Valdivia)*, 38(3), 457-466. <https://doi.org/10.4067/S0717-92002017000300003>

Samayoa, S. (2011). *Mercado de carbono oportunidades para proyectos de pequeña escala* [Guía de orientaciones]. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/CF1F3D1F3D8BBADB05257C290072D01F/\\$FILE/Mercado_de_carbono_oportunidades_para_proyectos.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/CF1F3D1F3D8BBADB05257C290072D01F/$FILE/Mercado_de_carbono_oportunidades_para_proyectos.pdf)

Sarango, F. y Tenempaguay, W. (2020). *Estimación del carbono almacenado en la biomasa aérea, necromasa (hojarasca) y en el suelo en un bosque de pino en la comuna Paquizhapa (provincia de Loja)* [Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/19153/1/UPS-CT008822.pdf>

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. (2010). *La diversidad biológica forestal. El tesoro viviente de la Tierra*. <https://www.cbd.int/idb/doc/2011/idb-2011-booklet-es.pdf>

Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *Plan de Creación de Oportunidades 2021-2025*. <https://www.planificacion.gob.ec/wp->

content/uploads/2021/09/Plan-de-Creacio%CC%81n-de-Oportunidades-2021-2025-Aprobado.pdf

Sendeco2. (2024). *Sendeco2*. <https://www.sendeco2.com/es/>

Seoane, T., Martín, J. L. R., Martín-Sánchez, E., Lurueña-Segovia, S. y Alonso, F. J. (2007). Estadística: Estadística descriptiva y estadística inferencial. *SEMERGEN - Medicina de Familia*, 33(9), Article 9. [https://doi.org/10.1016/S1138-3593\(07\)73945-X](https://doi.org/10.1016/S1138-3593(07)73945-X)

Sierra, R., Calva, O. y Guevara, A. (2021). *La Deforestación en el Ecuador, 1990-2018. Factores promotores y tendencias recientes*. https://www.researchgate.net/profile/Rodrigo-Sierra-6/publication/356443073_La_Deforestacion_en_el_Ecuador_1990-2018_Factores_promotores_y_tendencias_recientes/links/62f3dae879550d6d1c6fd596/La-Deforestacion-en-el-Ecuador-1990-2018-Factores-promotores-y-tendencias-recientes.pdf

Silva, E., Aguirre, O., Alanís, E., González, M., Treviño, E. y Corral, J. (2022). Evaluación del aprovechamiento forestal en la diversidad y estructura de un bosque templado en Durango. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 13(71). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v13i71.1017>

Silva, E., Aguirre, O., Treviño, E., Alanís, E. y Corral, J. (2021). Efecto de tratamientos silvícolas en la diversidad y estructura forestal en bosques templados bajo manejo en Durango, México. *Madera y Bosques*, 27(2), Article 2. <https://doi.org/10.21829/myb.2021.2722082>

- Solano, D., Vega, C., Eras, V. y Cueva, K. (2014). Generación de modelos alométricos para determinar biomasa aérea a nivel de especies, mediante el método destructivo de baja intensidad para el estrato de bosque seco pluviestacional del Ecuador. *CEDAMAZ*, 4(1), Article 1. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/227>
- Solorio, F. J. (2022). *Programa de capacitación para impulsar prácticas de ganadería bovina con enfoque regenerativo o sostenible y sistemas agroforestales en Chiapas, Chihuahua, Jalisco y Veracruz* [Proyecto “La ganadería regenerativa como herramienta para la conservación de la biodiversidad (GANARE)”]. <https://fmcn.org/uploads/publication/file/pdf/GANARE/Informe%20Final%20FMCN%20Programa%20de%20Formacion%20julio%202022.pdf>
- SRradio. (2023). *Ecuador y su apuesta por los mercados de carbono para un futuro sostenible*. <https://srradio.com.ec/ecuador-y-su-apuesta-por-los-mercados-de-carbono-para-un-futuro-sostenible/>
- Tamayo, F. (2008). *Estudio anatómico de 16 especies arbóreas de la parte alta de la reserva natural Laipuna* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Digital Universidad Nacional de Loja. <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/5856>
- Tarazona, R., Espinoza, L. y Valdez, R. (2022). Leguminosas forestales. En *Las leguminosas y su microbioma en la agricultura sostenible* (Primera edición, pp. 97-110). Universidad Nacional de Barranca.

https://www.researchgate.net/publication/358543785_Leguminosas_forestales

Torres, J., Mena, V. y Álvarez, E. (2017). Carbono aéreo almacenado en tres bosques del Jardín Botánico del Pacífico, Chocó, Colombia. *ENTRAMADO*, 13(1), Article 1. <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25110>

Trinidad, C. y Ortiz, E. (2019). Precio al carbono en el Perú: Transición energética y justicia climática. En *Precio al carbono en América Latina: Tendencias y oportunidades*. Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú. https://www.researchgate.net/profile/Carlos-Trinidad-Alvarado/publication/337447336_Precio_al_carbono_en_el_Peru_transicion_energetica_y_justicia_climatica/links/5dd81bce458515dc2f43a066/Precio-al-carbono-en-el-Peru-transicion-energetica-y-justicia-climatica.pdf

Universidad EIA. (2014a). *Cedro amarillo, iguamarillo (Albizia guachapele)*. Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá. <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/204>

Universidad EIA. (2014b). *Ciruelo (Spondias purpurea)*. Catálogo virtual de flora del Valle de Aburrá. <https://catalogofloravalleaburra.eia.edu.co/species/103>

Valladolid, J., León, Á. y Paredes, D. (2017). Selección de árboles semilleros en plantaciones forestales de la península de Santa Elena. Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 4(2), Article 2. <https://doi.org/10.26423/rctu.v4i2.261>

- Velasco, N. y Espinoza, R. (2011). *Conservación sustentable de los bosques de la hacienda Jubal en la provincia del Chimborazo* [Tesis de maestría, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Repositorio de ESPOL. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/30439>
- Ventura, P. D. (2014). *Contenido del carbono almacenado en la especie. De algarrobo (*Prosopis juliflora*) a través del método no destructivo en el valle del río Buena Vista del Cantón Puerto López* [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/109>
- Vera, M., Naranjo, J., Calle, M. y Pino, A. (2021). Evaluación ecológica rápida para un ciclismo de montaña responsable en el bosque seco tropical, Guayaquil, Ecuador. *Ecuadorian Science Journal*, 5(3), Article 3. <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.139>
- Yáñez, P. (2016). Las Áreas Naturales Protegidas del Ecuador: Características y problemática general. *Qualitas*, 11, 41-55. https://www.researchgate.net/publication/303444901_Las_Areas_Naturales_Protegidas_del_Ecuador_caracteristicas_y_problematika_general
- Zambrano, J. E. (2021). *Cobertura arbórea y suelo del bosque seco tropical del sector Las Mercedes, comuna Sancán*. [Tesis de grado, Universidad Estatal del Sur de Manabí]. Repositorio Digital UNESUM. <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/3099/1/JOSE%20ZAMBANO.pdf>

- Zartha, J., Montes, J., Toro-Jaramillo, I., Hernández, R., Samuel, H. y Hoyas, J. (2017). Método Delphi en estudios de prospectiva tecnológica: Una aproximación para calcular el número de expertos y aplicación del coeficiente de competencia experta "K". *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15(1), 105. [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)105-115](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)105-115)
- Zilio, M. (2008). Emisiones de dióxido de carbono en América Latina. Un aporte al estudio del cambio climático. *Economía y Sociedad*, 14(22), 133-161. <https://www.redalyc.org/pdf/510/51002207.pdf>
- Zuluaga, L. y Castro, E. (2018). Valoración De servicios ambientales por captura De Co2 en un ecosistema De bosque seco tropical en el municipio de El Carmen De Bolívar, Colombia. *Luna Azul*, 47, Article 47. <https://doi.org/10.17151/luaz.2019.47.1>

ANEXOS

ANEXO 1. FORMULARIO PARA LOS DATOS DE LOS EXPERTOS



ESPAMMFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CARBONO POR ESPECIES FORESTALES EN EL LOTE 1 DE CIIDEA EN LA ESPAM-MFL.

Las preguntas que se presentarán a continuación tienen como objetivo obtener la evaluación de un panel de expertos sobre las estrategias de conservación implementadas en el lote 1 de CIIDEA. Estas propuestas fueron diseñadas tomando como referencia la información recopilada durante el Trabajo de Integración Curricular (TIC) acerca de la "Valoración Económica del Servicio de Captura de Carbono por Especies Forestales en el Lote 1 de CIIDEA en la ESPAM-MFL".

odalis.indio@espam.edu.ec [Cambiar cuenta](#)



No compartido

INFORMACIÓN SOBRE EL PANEL DE EXPERTOS

Nivel Académico

- Educación Básico
- Técnico
- Universitaria
- Post Grado
- Doctoral
- Otros: _____

¿cuál es su título académico o profesional?

- Ingeniero (a) Ambiental
- Ingeniero (a) Agrónomo
- Biólogo (a)
- Ninguna
- Otros: _____

Años de Experiencia

- 0-1 año
- 1-3 años
- 3-5 años
- 5-10 años
- 10-20 años
-

ANEXO 2. FORMULARIO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE CONOCIMIENTO



ESPAMMFL

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CARBONO POR ESPECIES FORESTALES EN EL LOTE 1 DE CIIDEA EN LA ESPAM-MFL.

odalis.indio@espam.edu.ec [Cambiar cuenta](#)
🌐

🔒 No compartido

FORMULARIO PARA EL CONSENSO DE LOS EXPERTOS

A continuación, se abordarán temas vinculados a las estrategias de conservación. Donde evaluarán su nivel de conocimiento en esta área mediante una escala del 0 al 10. Se precisa que el 0 indica un desconocimiento absoluto, mientras que el 10 implica un conocimiento integral y completo del tema.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Conservación de Bosque Seco Tropical	<input type="radio"/>								
Estrategias de Conservación de Bosque Seco Tropical	<input type="radio"/>								
Biodiversidad	<input type="radio"/>								
Especies Forestales de Bosque Seco Tropical	<input type="radio"/>								
Deforestación de Bosque	<input type="radio"/>								

◀ ▶

ANEXO 3. FORMULARIO PARA DETERMINAR EL COEFICIENTE DE ARGUMENTACIÓN



ESPAM MFL
 ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA
 AGROPECUARIA DE MANABÍ MANUEL FÉLIX LÓPEZ

VALORACIÓN ECONÓMICA DEL SERVICIO DE CAPTURA DE CARBONO POR ESPECIES FORESTALES EN EL LOTE 1 DE CIIDEA EN LA ESPAM-MFL.

El siguiente cuestionario tiene como objetivo realizar la identificación del grupo focal para la valoración de expertos.

odalis.indio@espam.edu.ec [Cambiar cuenta](#)



No compartido

A continuación, se expondrán los criterios que serán utilizados para la valoración de expertos que serán los encargados de evaluar las estrategias de conservación de las especies forestales en el lote I. En relación con cada criterio, se le solicitará que indique si su conocimiento sobre el tema es alto, medio o bajo.

	Alto	Medio	Bajo
Análisis teórico realizado por usted con relación a estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Experiencia obtenida en creación de estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Revisión de trabajos investigativos de autores nacionales que aborden estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Revisión de trabajos investigativos de autores internacionales que aborden estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Su propio conocimiento del estado actual de estrategias de conservación de especies forestales en el bosque seco	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Su intuición con respecto a esta investigación.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Estrategias para la conservación de las especies forestales en el Lote I de CIIDEA de la ESPAM-MFL

OBJETIVO	DESCRIPCIÓN	ACTIVIDAD	INDICADOR	RESPONSABLE
Fomentar la continua investigación científica sobre el bosque seco del lote 1 de CIIDEA.	<p>A través de la investigación se puede explorar o abrir otros mercados de carbonos que brindan otros beneficios que los propuestos en esta investigación (SendeCO2 y CarbonFund).</p> <p>La participación en iniciativas de carbono neutro como "Ecuador Carbon Forum" es fundamental porque ayudan a la creación de mercados de carbonos para el país, de manera que serán proyectos pioneros en Ecuador, sobre la conservación de especies forestales y generación de ingresos obtenidos en mercados de carbono.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Fomentar la continua investigación científica, y participación en proyectos de carbono neutro. Colaborar con organismos nacionales e internacionales interesados o relacionados con la disminución de GEI. 	<ul style="list-style-type: none"> Número de proyectos que participen en iniciativas de "carbono neutro". 	ESPAM MFL en cooperación con otros actores como el GAD del Bolívar o Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
Establecer programas de prácticas sostenibles ganaderas.	<p>Promover la participación activa a programas de carbono voluntario enfocado en prácticas sostenibles, a propietarios de fincas intervenidas como no intervenidas dedicadas a la ganadería. De manera que se incluya la implementación de medidas para reducir emisiones de GEI asociadas a la ganadería, resultando en créditos de carbono adicionales.</p> <p>Mejores precios para el valor de la carne o leche del ganado, al obtener un certificado de "Carbono Neutro", a través de prácticas ganaderas sostenibles respaldadas por mercados de carbonos. De manera que mejore la imagen de las operaciones ganaderas ante consumidores, ya que el producto será un referente de calidad en el mercado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Realizar capacitaciones sobre prácticas ganaderas sostenibles. Implementar prácticas de ganadería regenerativa en el Lote I. Diagnóstico inicial y final de la implementación de prácticas ganaderas sostenibles. 	<ul style="list-style-type: none"> Periodicidad de las capacitaciones. Número de hectáreas con prácticas de manejo sostenible. Tiempo destinado a las nuevas prácticas sostenibles con respecto a las acciones anteriores. 	ESPAM MFL en cooperación con otros actores como el GAD del Bolívar o Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
Realizar un programa de divulgación, con tema: "Importancia de la conservación del bosque seco con enfoque de captura de carbono".	<p>La divulgación del programa, "Importancia de la conservación del bosque seco" se realizará a través de talleres educativos enfocados en los beneficios de la valoración económica de los servicios, como captura de carbono por las especies forestales, teniendo de referencia a la especie <i>Geoffroea spinosa</i>, con 16 individuos generan 42.73 t/ha, por conservar solo estos individuos se puede tener ingresos de 1,958.38 USD y 13,100.76 USD anuales.</p> <p>Además de tratar otros servicios como regulación del clima, hábitat de vida silvestre, ciclo del agua, polinización, entre otros.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Realizar talleres educativos sobre la importancia de conservar el bosque seco con enfoque de captura de carbono. Promover y desarrollar actividades de ecoturismo educativo, las cuales fomenten la importancia de conservar e integren a la sociedad con la naturaleza. Diagnóstico inicial y final del conocimiento sobre la importancia de conservar el bosque seco. 	<ul style="list-style-type: none"> Periodicidad de los talleres. Evaluación del estado actual de conocimiento con respecto al anterior. 	ESPAM MFL en cooperación con otros actores como el GAD del Bolívar o Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
Implementar programas de reforestación de las áreas intervenidas.	<p>La reforestación se debe realizar con especies forestales nativas del bosque seco, puesto que en su hábitat natural desempeñan mejor sus funciones ecosistémicas.</p> <p>Se recomienda utilizar especies con mayor capacidad de captura de carbono como <i>Guazuma ulmifolia</i> y <i>Samanea saman</i>, que ayuden a generar ingresos económicos a través de su reforestación, como en el caso de la empresa CarbonFund que entrega incentivos por la siembra y conservación de un árbol.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Seleccionar y reproducir las especies nativas del bosque seco, acorde a lo obtenido en el presente estudio. Realizar la siembra de las especies forestales. Realizar un mapa de georeferenciación con las especies reforestadas. Diagnóstico inicial y final de la reforestación de las áreas intervenidas. 	<ul style="list-style-type: none"> Producción de informes de monitoreo con regularidad. Porcentaje de recuperación de áreas intervenidas. 	ESPAM MFL en cooperación con otros actores como el GAD del Bolívar o Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.
Fomentar incentivos económicos alternos para la conservación del bosque seco.	<p>La fomentación de los incentivos económicos para la conservación del bosque seco, se obtienen realizando actividades como: ecoturismo, pago por experiencia cultural, pago por uso del centro de interpretación, y captura de carbono, entre otros.</p> <p>Se recomienda la aplicación de métodos de valoración económica como Disposición a pagar (DAP), a través de esto se conoce el valor que la población está dispuesta a pagar para conservar un área natural que, de acuerdo a las actividades propuestas en los incentivos les ayudará a generar ingresos económicos a los pobladores.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Investigar y analizar incentivos económicos existentes para la conservación del bosque seco. Facilitar sesiones de diseño participativo con las distintas carreras de las ESPAM-MFL para idear incentivos económicos. Evaluar la viabilidad técnica y económica de cada incentivo propuesto. Elaborar propuestas detalladas para cada incentivo económico. Desarrollar campañas de difusión y sensibilización para informar sobre los nuevos incentivos y fomentar su participación 	<ul style="list-style-type: none"> Informe detallado de la implementación de incentivos económicos alternos. Número de campañas de difusión y sensibilización realizadas. Periodicidad de las campañas de difusión y sensibilización realizadas. 	ESPAM MFL en cooperación con otros actores como el GAD del Bolívar o Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica.

CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DEL EXPERTO SOBRE LAS ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN

A continuación, se presentarán seis criterios que facilitarán la evaluación del experto respecto a las estrategias de conservación propuestas. El experto asignará una calificación del uno al cinco, dependiendo de su percepción sobre la presencia de cada criterio en las estrategias.

	1 (Nula presencia)	2 (Baja presencia)	3 (Presencia moderada)	4 (Fuerte presencia)	5 (Alta presencia)
Impacto	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Conceptualización	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Pertinencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aplicabilidad	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Adecuación	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eficiencia	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

[Atrás](#)
[Enviar](#)
[Borrar formulario](#)

ANEXO 5. REGISTRO FOTOGRÁFICO



5-A Colocación de cinta de acuerdo al CAP de cada árbol.



5-B Cinta de colores con datos de la especie forestal.



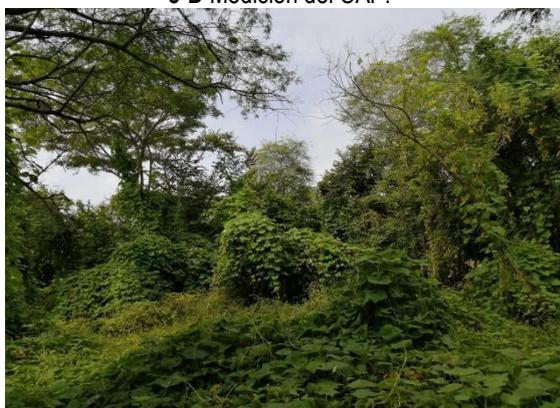
5-C Identificación de la especie forestal.



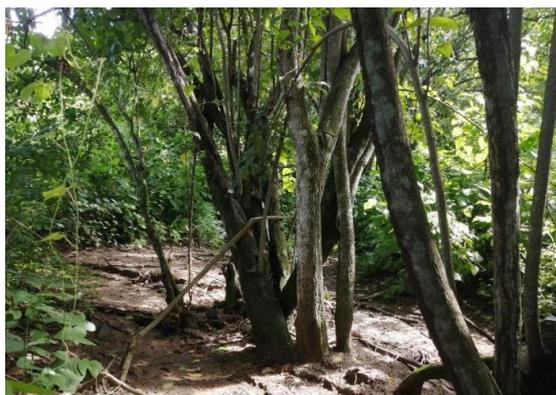
5-D Medición del CAP.



5-E Limpieza del camino.



5-F Vegetación abundante en la zona de estudio.



5-G *Guazuma ulmifolia*



5-H Diferencia entre *Pseudosamanea guachapele* y *Geoffroea spinosa*.



5-I Bosque del Lote I en época lluviosa.



5-J Bosque del Lote I en época Seca.



5-K Pasantes de la carrera de Ingeniería Ambiental.



5-L Camino para el Lote I en época lluviosa.



5-M Bosque Seco del Lote I como hábitat de diversas especies.



5-N Bosque Seco del Lote I como hábitat de diversas especies.



5-O Bosque Seco del Lote I como hábitat de diversas especies.



5-P Bosque Seco del Lote I como hábitat de diversas especies.



5-Q Vista del humedal en el Lote I.