

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA



ALMACENAMIENTO DE CARBONO DE LOS MANGLARES
DE LA COMUNA VALDIVIA Y LA COMUNA OLÓN PARA
SU VALORACIÓN BIOECONÓMICA.

AUTOR:

CRUZ ZAMBRANO MELANIE GYNETH

TUTOR:

Blga. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, Ph.D.

2022-2023

**UNIVERSIDAD ESTATAL
PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DEL MAR
CARRERA DE BIOLOGÍA**

**ALMACENAMIENTO DE CARBONO DE LOS MANGLARES
DE LA COMUNA VALDIVIA Y LA COMUNA OLÓN PARA
SU VALORACIÓN BIOECONÓMICA.**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
Previa a la obtención del Título de:**

BIÓLOGO

AUTOR:

CRUZ ZAMBRANO MELANIE GYNETH

DOCENTE:

Blga. MARÍA HERMINIA CORNEJO RODRÍGUEZ, Ph.D.

La Libertad - Ecuador

2022-2

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de investigación:

A Dios por acompañarme y bendecirme siempre, dándome salud, fuerza y sabiduría para alcanzar esta etapa tan anhelada y soñada a lo largo de mi vida.

A los motores de mi vida, mis queridos padres Leonel Cruz y Eva Zambrano, por apoyarme incondicionalmente a lo largo de mi formación como profesional. Por su amor y sus palabras que siempre me acompañaron e incentivaron. Mil gracias por hacer siempre lo imposible por verme progresar, este meta la alcance gracias a su gran esfuerzo y sacrificio.

A mis familiares y amigos que me apoyan y acompañan a cumplir cada sueño, gracias por los buenos momentos, por la ayuda que han aportado a formarme como persona y profesional.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi agradecimiento a Dios, a la vida y a mis padres por darme la oportunidad de estudiar, por su apoyo incondicional y confianza depositada en mí


A la Universidad Estatal Península de Santa Elena y a todas las autoridades por otorgarme todos los conocimientos y herramientas necesarias para poder alcanzar mis objetivos académicos.

A mi tutora de tesis Blga. María Herminia Cornejo, Ph.D por brindarme sus conocimientos y apoyarme en el desarrollo del presente trabajo y poder concluirlo exitosamente.

A todos los docentes con quienes compartí en las aulas, ellos que han estado siempre dispuestos a enseñarnos, resolver dudas y apoyarnos en nuestro desarrollo que se fue forjando día a día durante todo este tiempo de permanencia en la Universidad.

A mis amigos y compañeros que estuvieron presentes en toda mi carrera.


TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



Blgo. Richard Duque Marin, M.Sc

DECANO

FACULTAD CIENCIAS DEL MAR



Ing. Jimmy Villón Moreno, M.Sc

DIRECTOR


FACULTAD CIENCIAS DEL MAR



Blga. María Herminia Comejo

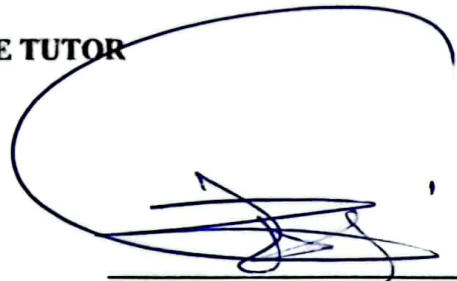
Rodríguez, Ph.D.

DOCENTE TUTOR



Blga. Yadira Solano Vera, Mgt,

DOCENTE DEL ÁREA



Abg. Luis Alberto Castro Martínez, Mgs.

SECRETARIO GENERAL

DECLARACIÓN EXPRESA

Yo, Cruz Zambrano Melanie Gyneth declaro bajo juramento que la responsabilidad por lo datos, ideas y resultados expuestos en este trabajo de integración curricular, corresponden exclusivamente al autor y el patrimonio intelectual de la misma y a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, por su reglamento y normativa vigente.



CRUZ ZAMBRANO MELANTE

Cd: 0927539353

INDICE GENERAL

| | | |
|--------|---|----|
| 1. | INTRODUCCIÓN | 5 |
| 2. | PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 8 |
| 3. | JUSTIFICACIÓN | 11 |
| 4. | OBJETIVOS | 13 |
| 4.1 | Objetivo general:..... | 13 |
| 4.2 | Objetivo específico | 13 |
| 5. | HIPÓTESIS..... | 14 |
| 6. | MARCO TEÓRICO..... | 15 |
| 6.1 | 6.1 Reserva Marina “El Pelado” | 15 |
| 6.2 | 6.2 El estuario El Azufre..... | 16 |
| 6.3 | 6.3 Características del manglar El Cangrejal | 16 |
| 6.4 | 6.4 Calentamiento global | 17 |
| 6.5 | Efecto Invernadero..... | 17 |
| 6.5 | 6.9 Definición de humedal | 18 |
| 6.10 | Importancia del manglar | 19 |
| 6.11 | 6.11 Realidad física del manglar en Ecuador..... | 21 |
| 6.12 | Efectos de la degradación ambiental de los ecosistemas de manglar | 22 |
| 6.12.1 | Reservorios de diversidad biológica | 22 |
| 6.12.2 | Son medios de vida | 22 |
| 6.12.3 | Un muro natural para defender las costas | 22 |

| | | |
|--------|---|----|
| 6.12.4 | Sin manglares, más grandes pérdidas..... | 23 |
| 6.12.5 | Permanecen desapareciendo a enorme rapidez | 23 |
| 6.13 | 6.13 Bioeconomía del manglar | 24 |
| 6.14 | 6.14 Perturbaciones causadas por el hombre al ciclo del carbono. Según la (FAO, 2020), los bosques juegan un papel crucial en el balance de carbono y representan casi las tres cuartas partes de todo el carbono en la atmósfera. | 25 |
| 6.15 | Marco legal | 26 |
| 6.15.1 | Ley de la Constitución de la República del Ecuador 2008 | 26 |
| 6.15.2 | Convenio sobre la Diversidad Biológica: 1992 | 29 |
| 6.15.3 | Convención relativa a los Humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, RAMSAR. | 30 |
| 7. | MARCO METODOLÓGICO..... | 31 |
| 7.1 | Estratificación del área..... | 31 |
| 7.1.1 | Delimitación y caracterización del sitio | 31 |
| 7.2 | Definición de parcelas..... | 33 |
| 7.3 | Medición del almacén y captura de carbono..... | 34 |
| 7.4 | Biomasa..... | 35 |
| 7.4.2 | Árboles adultos | 36 |
| 7.5 | Biomasa subterránea | 37 |
| 7.5.1 | Necromasa..... | 37 |
| 7.6 | Análisis estadístico..... | 38 |
| 7.6.1 | Altura del árbol: | 38 |

| | | |
|-------|---|----|
| 7.6.2 | Área basal del árbol: | 38 |
| 7.6.3 | Formula 1 | 38 |
| 7.6.4 | Volumen del árbol:..... | 39 |
| 7.6.5 | Biomasa total del fuste | 39 |
| 7.6.6 | Biomasa total | 40 |
| 7.6.7 | Estimación de carbono total almacenado en biomasa..... | 41 |
| 7.7 | Estimación de Carbono Orgánico | 42 |
| 7.7.1 | Carbono orgánico en suelo..... | 42 |
| 7.8 | Biomasa viva y necromasa..... | 43 |
| 7.8.1 | Estimación de biomasa en laboratorio | 43 |
| 7.9 | Carbono orgánico en suelo..... | 44 |
| 7.10 | Estimación del contenido de carbono (%): | 44 |
| 7.11 | Estadística descriptiva..... | 45 |
| 8. | ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS..... | 46 |
| 8.1 | Determinación de la cantidad de carbono capturado, mediante ecuaciones alométricas y caracterización de la biomasa del mangle (<i>Rhizophora mangle</i>) presente en el estuario el Azufre de Valdivia, y el manglar el cangrejal de la comuna Olón. | 46 |
| 8.1.1 | Área basal de los arboles m²/ha | 46 |
| 8.1.2 | Volumen..... | 50 |
| 8.1.3 | Biomasa total del fuste..... | 53 |
| 8.1.4 | Biomasa total (t/ha)..... | 56 |
| 8.1.5 | Carbono total..... | 58 |

| | | |
|-----|---|----|
| 8.2 | Comparación entre la Captura de Carbono del manglar el Azufre y el manglar el Cangrejal | 66 |
| 8.3 | Valoración bioeconómica del carbono en los manglares estudiados | 68 |
| 9. | DISCUSIÓN | 70 |
| 10. | CONCLUSIONES | 72 |
| 11. | RECOMENDACIONES | 73 |
| 12. | BIBLIOGRAFÍA | 74 |
| 13. | ANEXOS | 88 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | | |
|-----------|---|----|
| Figura 1. | Mapa de Santa Elena, con puntos de investigación, elaborado en QGIS. A. Mapa de Valdivia con los dos puntos de muestreos, Z1 Manglar Adultos, Z2 manglar en restauración. B. Mapa de Ólon, con la Zona de muestreo. | 32 |
| Figura 2. | Ejemplo de las parcelas. | 34 |
| Figura 3. | Tipos de muestras del suelo dependiendo la profundidad en la que se extraiga. (Cisneros, Herrera, Teutli, Ramírez, Moreno, Pérez, Canul, Mendoza, Montero, Paz, Cuesta, 2021) | 43 |

ÍNDICE DE TABLA

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Referencias para ejecutar metodologías con estándares internacionales para la medición de almacenes de Carbono en manglares maduros. Fuente: (Cisneros et al., 2021) | 34 |
| Tabla 2. Ecuación de biomasa total área en diferentes especies de manglar. Fuente (Ayala et al., 2014)..... | 40 |
| Tabla 3. Factor de conversión para ecuaciones de carbono según el componente. Fuente: (Cisneros et al., 2021) | 41 |
| Tabla 4. Resultados del área basal de los árboles de la zona 1 - Valdivia - sector de manglares Adultos..... | 47 |
| Tabla 5. Resultados del área basal de los árboles de la zona 2 - Valdivia - sector de reforestación o juveniles..... | 47 |
| Tabla 6. Resultados del área basal en la comuna Olón, zona 1- árboles adultos.. | 48 |
| Tabla 7. Resultado del Volumen de los árboles en la zona 1/ Valdivia - manglar Adulto..... | 50 |
| Tabla 8. Resultado del volumen de los árboles, de la zona 2/ Valdivia - manglares juveniles | 50 |
| Tabla 9. Resultados del volumen de los árboles en la zona 1/ Olón..... | 51 |
| Tabla 10. Resultado de la biomasa total del fuste, en la Zona 1/ Valdivia - Manglares adultos | 53 |
| Tabla 11. Resultados de la biomasa total del fuste, en la zona 2/ Valdivia - Manglares juveniles | 53 |
| Tabla 12. Resultados de la biomasa total del fuste, en la zona 1/ Olón..... | 54 |

| | |
|--|----|
| Tabla 13. Resultados de la biomasa total en la zona 1/ Valdivia - árboles adultos | 56 |
| Tabla 14. Resultados de la biomasa total, zona 2/ Valdivia, manglares juveniles | 56 |
| Tabla 15. Resultados de la biomasa total, zona 1/ Olón | 57 |
| Tabla 16. Resultados del carbono total, zona 1/ Valdivia - manglares adultos | 59 |
| Tabla 17. Resultados del carbono total, zona 2/ Valdivia - Manglares juveniles. | 59 |
| Tabla 18. Resultados del carbono total, zona 1/ Olón..... | 60 |
| Tabla 19. Estimado de Carbono Total Almacenado en el manglar El Azufre | 62 |
| Tabla 20. Estimado de Carbono Total Almacenado en el manglar El Cangrejal | 63 |
| Tabla 21. Resultados de las muestras en el laboratorio INIAP, para obtener CO | 65 |
| Tabla 22. Comparación de la biomasa del fuste, biomasa total, extensión de los manglares y carbono (ton/ha) total en el manglar el Azufre y El Cangrejal..... | 66 |
| Tabla 23. Valoración bioeconómica por hectárea en ambos manglares, manglares, El Azufre y El Cangrejal | 68 |

ÍNDICE DE GRÁFICA

| | |
|---|----|
| Gráfica 1. Resultado final del área basal de los 3 puntos de investigación. | 49 |
| Gráfica 2. Resultados totales del volumen de los 3 puntos de investigación..... | 52 |
| Gráfica 3. Resultados totales de la biomasa del fuste en los 3 puntos de investigación. | 55 |
| Gráfica 4. Resultados totales de la biomasa, en los 3 puntos de investigación..... | 58 |
| Gráfica 5. Resultados del carbono total de los 3 puntos de investigación | 61 |
| Gráfica 6. Carbono total en el Estuario el Azufre..... | 62 |
| Gráfica 7. Carbono total en el manglar El Cangrejal. | 64 |

| | |
|---|----|
| Gráfica 8. Resultados de los análisis de laboratorio en el INIAP, total de carbono en las zonas de muestreo. | 65 |
| Gráfica 9. Comparación de los datos de ambos Manglares (El Azufre y El Cangrejal)..... | 67 |
| Gráfica 10. Dispersión y correlación de los datos de ambos manglares..... | 68 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Manglares Adultos del Estuario El Azufre..... | 88 |
| Anexo 3. Plántula de <i>Rhizophora mangle</i> | 88 |
| Anexo 2. Necromasa sobre el suelo del manglar. | 88 |
| Anexo 4. Probando profundidad requerida para el análisis | 89 |
| Anexo 5. Medida de ramas sobre el suelo que sean aptos para el análisis | 89 |
| Anexo 6. Muestra de hojas recolectadas del manglar | 90 |
| Anexo 7. Muestra de suelo de superficie <10cm | 90 |
| Anexo 8. Muestra de ramas sobre el suelo con un largo aproximado > 2.5 cm ... | 91 |
| Anexo 9. Rotulación de las muestras tomadas en las zonas de estudio. | 91 |
| Anexo 10. Toma de muestras para su posterior análisis en el laboratorio..... | 92 |
| Anexo 11. Tabla con datos de cada árbol, transecto 1/ Z1 Valdivia..... | 93 |
| Anexo 12. Tabla con datos de cada árbol, transecto 2/ Z1 Valdivia..... | 93 |
| Anexo 13, Tabla con datos de cada árbol, transecto 3/ Z1 Valdivia..... | 94 |
| Anexo 14. Tabla con datos de cada árbol, transecto 4/ Z1 Valdivia..... | 95 |
| Anexo 15. Tabla con datos de cada árbol, transecto 5/ Z1 Valdivia..... | 95 |
| Anexo 16. Tabla con datos de cada árbol, transecto 1/ Z2 Valdivia..... | 95 |
| Anexo 17. Tabla con datos de cada árbol, transecto 2/ Z2 Valdivia..... | 96 |

| | |
|--|-----|
| Anexo 18. Tabla con datos de cada árbol, transecto 3/ Z2 Valdivia..... | 96 |
| Anexo 19. Tabla con datos de cada árbol, transecto 4/ Z2 Valdivia..... | 97 |
| Anexo 20. Tabla con datos de cada árbol, transecto 5/ Z2 Valdivia..... | 97 |
| Anexo 21. Tabla con datos de cada árbol, transecto 1/ Z1 Olón | 98 |
| Anexo 22. Tabla con datos de cada árbol, transecto 2/ Z1 Olón | 98 |
| Anexo 23. Tabla con datos de cada árbol, transecto 3/ Z1 Olón | 99 |
| Anexo 24. Tabla con datos de cada árbol, transecto 4/ Z1 Olón | 100 |
| Anexo 25. Tabla con datos de cada árbol, transecto 5/ Z1 Olón | 100 |
| Anexo 26. Tabla con datos de árboles por zona. Z1/Valdivia, Z2/ Valdivia, Z1/ Olón..... | 104 |

Secuestro de carbono de los manglares de la comuna Valdivia y la comuna Olón para su valoración bioeconómica.

Autor: Cruz Zambrano Melanie Gyneth

Tutor: Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, Ph.D

RESUMEN

Durante años el problema del cambio climático ha sido discutido a nivel mundial con el fin de tomar acciones que reduzcan los desastres ambientales causados. Los manglares, aunque representan un pequeño porcentaje en comparación con los bosques terrestres, son importantes pulmones del planeta y brindan servicios ecosistemáticos, por lo tanto, este trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar la cantidad de carbono capturado mediante ecuaciones alométricas y análisis de laboratorio, en los manglares de la comuna Valdivia y de la zona de Olón para la valoración bioeconómica y conservación en los estuarios El Azufre y El Cangrejal de Olón. Los datos de campo se recolectaron mediante el método de zonas y transectos de 100 m x 20 m y de 50 m x 10 m. Se utilizó un método no destructivo basado en ecuaciones alométricas para determinar el contenido de carbono almacenado en la biomasa y para el suelo se determinó el contenido de carbono mediante análisis de laboratorio (necromasa y suelo < 10 cm). En base a los resultados obtenidos en cada zona, se estimó que había un almacenamiento de carbono de 84832.01 ton/ha con valor económico de 169.66 \$/ha en el manglar El Azufre y un total de 3623.31 ton/ha en el manglar el Cangrejal con valor de 159,85 \$/ha, mientras que las muestras de suelo y necromasa proporcionaron los siguientes datos: para hojas caídas, 38.99% en la zona 1/Valdivia, en la zona 2/Valdivia un 29.15% y en la zona de Olón un 47.58%, para ramas sobre el suelo, Z1/Valdivia obtuvo 37.08%, Z2/ Valdivia un 42.74% y Z1/ Olón un 53.42% y por último el suelo (< 10 cm) un 1.20% en Z1/ Valdivia y 2.04% en Z2/Valdivia y 1.10% en Z1/Olón, estos porcentajes y toneladas de carbono contribuyen al secuestro de CO en la atmósfera y positivamente al cambio climático y sus impactos.

Palabras claves: Secuestro de carbono, cambio climático, manglar, ecuaciones alométricas.

Carbon sequestration of the mangroves the Valdivia commune and the Olon commune for its bioeconomic valuation.

Author: Cruz Zambrano Melanie Gyneth

Tutor: Blga. María Herminia Cornejo Rodríguez, PH. D

ABSTRACT

For years the problem of climate change has been discussed worldwide in order to take actions to reduce the environmental disasters caused. Mangroves, although they represent a small percentage compared to terrestrial forests, are important lungs of the planet and provide ecosystem services, therefore, this research work was carried out with the objective of evaluating the amount of carbon accumulated in the mangroves of the Valdivia and Olón commune of the province of Santa Elena, through allometric equations and laboratory analysis for subsequent economic valuation. Field data were collected using the method of zones and transects of 100 m x 20 m and 50 m x 10m. A non-destructive method based on allometric equations was used to determine the carbon content stored in the biomass and for the soil the carbon content was determined by laboratory analysis (necromass and soil < 10 cm). Based on the results obtained in each zone, it was estimated that there was a carbon storage of 84832.01 ton/ha with an economic value of 169.66 \$/ha in El Azufre mangrove and a total of 3623.31 ton/ha in El Cangrejal mangrove with a value of 159.85 \$/ha, while the soil and necromass samples yielded the following data: for fallen leaves, 38.99% in zone 1/Valdivia, in zone 2/Valdivia 29.15% and in the Olon zone 47.58%, for branches on the ground, Z1/Valdivia obtained 37.08%, Z2/ Valdivia 42.74% and Z1/ Olon 53, 42% and finally the soil (< 10 cm) gave 1.20% in Z1/ Valdivia and 2.04% in Z2/Valdivia and 1.10% in Z1/Olón, these percentages and tons of carbon contribute to the sequestration of CO in the atmosphere and positively to climate change and its impacts.

Key words: Carbon sequestration, climate change, mangrove, allometric equations.

GLOSARIO

Ambiente: Es el conjunto de fenómenos o elementos naturales y sociales que rodean a un organismo a los cuales este responde de determinada manera. Estas condiciones naturales pueden ser otros organismos (ambiente biótico) o elementos no vivos (clima, suelo, agua).

Calentamiento Global: Es el cambio (aumento) de la temperatura del planeta, resultado de la intensa actividad humana durante los últimos 100 años. (Camacho y Ariosa, 2000)

Deforestación: Término para la creciente desaparición o reducción de áreas forestales a nivel mundial.

Método de ignición: El método Loss On Ignition -LOI se utiliza para estimar la materia orgánica del suelo (MOS), pero tiene ventajas y limitaciones en comparación con otros métodos que la calculan en función del carbono orgánico (CO) (Barrezueta et al., 2020).

Uso Sostenible: El uso por parte de los seres humanos de un ecosistema o especie de una manera que traerá los mayores beneficios duraderos a las generaciones actuales, preservando al mismo tiempo su potencial para satisfacer las necesidades y deseos de las generaciones futuras.

Vulnerabilidad: La medida en que un sistema es vulnerable o incapaz de resistir los impactos adversos del cambio climático, incluida la variabilidad climática y los eventos extremos.

SIMBOLOGÍA Y ABREVIATURAS

CAP Ancho del tallo

DAP Altura del diámetro tallo

LOI Método de pérdida por ignición

NOAA Administración Nacional Oceánica y Atmosférica

SNAP Sistema Nacional de Áreas Protegidas

CO Monóxido de carbono

Z Zona (Z1, Z2, Z3)

Ha Hectárea

Tn Tonelada (ton)

Cm Centímetros

m Metros

Corg Carbono orgánico

1. INTRODUCCIÓN

Los manglares son conocidos como “sumideros de carbono” de hecho, según la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica (NOAA), aunque estos pozos son pequeños, pueden secuestrar CO₂ más rápido que los bosques (los manglares pueden almacenar diez veces más que los bosques). Cuando estos sumideros de carbono azul, o sumideros de carbono natural, se alteran o dañan, gran parte del CO₂ almacenado allí se libera a la atmósfera y se suma a otras emisiones.

Consecuentemente, restaurar y proteger los hábitats costeros es una buena manera de mitigar el cambio climático. Esto se debe a que los hábitats costeros pueden servir para absorber y almacenar carbono azul (Fundación Aquae, 2020). Estos ecosistemas brindan servicios ambientales tales como protección contra inundaciones, secuestro de carbono, contribución en la nutrición de cuerpos de agua (Ortiz, 2021). En la actualidad al manglar le ha conferido un gran valor ecológico y se considera un ecosistema importante (Veracruz Gobierno del Estado, 2019).

En el Manual 18 de la Convención Ramsar (2010), se indica que los manglares son humedales con biomasa viva, y muerta en el suelo; el manglar absorbe el carbono costero que a menudo se denomina "carbono azul".

La Secretaría de la Convención de Ramsar acordaron en conjunto con la Asociación Internacional de Carbono Azul han propuesto realizar acciones de sensibilización e

intercambio de conocimiento entre los habitantes aledaños a los manglares, dado que los manglares son importantes áreas costeras, pues, almacenan grandes cantidades de nutrientes, secuestran dióxido de carbono y actúan como una barrera protectora para las costas. Además, los manglares contribuyen a la protección y restauración de los ecosistemas marinos costeros que captan el carbono azul (manglares y pastos marinos).

Estos beneficios pueden ser directos y estar vinculados con los servicios ecosistémicos (SE) de abastecimiento como son la recolección de productos forestales maderables y no maderables (potencial de productos farmacéuticos entre otros), así como la pesca de organismos utilizados para la alimentación. Otros servicios generados por los manglares son de un orden más indirecto y se relacionan especialmente con servicios de regulación y culturales (CATIE, s.f.); entre ellos se pueden mencionar: I. Refugio para el crecimiento de peces y crustáceos económicamente importantes, especialmente los camarones, así como hábitat para un gran número de moluscos, aves, insectos, mamíferos y reptiles; II. Filtrado y captura de los contaminantes del agua; III. Estabilización de los suelos costeros por captura de sedimentos y Protección contra el daño de tormentas.

Los servicios culturales de los manglares no han tenido la atención que merecen, pero de igual manera proporcionan bienestar, tales como: IV. Su valor estético, de recreación, ecoturismo; V. Su importancia en la biodiversidad y el funcionamiento

de ecosistemas, debido a su dinámica particular y más recientemente; VI. Su potencial de secuestro y almacenamiento de carbono atmosférico, que puede superar la capacidad de los bosques terrestres al almacenar hasta 5 veces más.

Por estas razones, es necesario realizar estudios acerca de la capacidad de retención o secuestro de carbono en los manglares del Ecuador, para así, realzar la importancia de los manglares en el cuidado del medio ambiente.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las comunidades aledañas a los manglares se benefician de los recursos que estos ofrecen, sin embargo, no todas estas comunidades cuidan de ellos y muchos de estos ecosistemas se han visto en una total destrucción, y ha contribuido a el cambio climático que es evidente,–una de las causas es el CO₂ en la atmósfera. La fragmentación de hábitats es la que conlleva a la pérdida de la diversidad de ecosistemas, y es un problema que no solo afecta a Ecuador, sino a otros países con ecosistemas costeros.

Las diversas actividades humanas han generado grandes cantidades de CO₂ y los efectos de los gases invernadero han ido en un aumento. Debido a esto es necesario cuidar y conservar a los manglares, puesto que, estos cumplen con la función de absorber CO₂ y además aportar otros beneficios a las comunidades, por ende, se podrían plantear propuestas que otorguen su valoración bioeconómica, para así tener un aprovechamiento sustentable y sostenible de los servicios ecosistemáticos que ofrece el manglar (Fundación Aquae, 2020) .

El carbono se divide en “dos tipos”, dependiendo de dónde y cómo queda atrapado en la atmósfera. El carbono verde es el carbono retenido por los bosques y, el carbono azul que es capturado por especies de plantas marinas que se encuentran en ecosistemas costeros como manglares, labinas y humedales. Esto es fundamental

para combatir los efectos del cambio climático (Fundación Aquae, 2020). Los ecosistemas acuáticos recogen CO₂ del agua procedente de la atmósfera y almacenan una parte en los sedimentos marinos.

Es un sistema de secuestro de carbono muy eficiente porque puede permanecer allí durante mucho tiempo. Esto se debe a que las condiciones bajas de oxígeno en los suelos de estos ecosistemas facilitan el secuestro de carbono a lo largo de los siglos. Por esto, los responsables políticos reconocen cada vez más el papel de los humedales costeros en el secuestro y almacenamiento de carbono 'azul' de la atmósfera y el océano.

En particular, en 2013, el Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC) proporcionó una guía metodológica para estimar las emisiones y las distancias de los ecosistemas de manglares, pastos marinos y marismas. Comúnmente conocidos como ecosistemas de carbono azul, estos tres tipos de humedales costeros ofrecen una gama completa de beneficios únicos de mitigación, adaptación y resiliencia para las comunidades de todo el mundo.

Dentro de las Comunas de Valdivia y Olón se encuentra un remanente de Manglar ambas con condiciones diferentes, que aportan beneficios en las comunidades, por esto se estimará la capacidad que tienen como sumideros de carbono para así establecer su valor bioeconómico (aporte de alimento como moluscos y crustáceos,

madera, turismo, etc.). En los manglares el almacenamiento de carbono orgánico (Corg), se puede analizar tanto en el componente aéreo (biomasa de árboles vivos y necromasa, propágulos, neumatóforos, raíces adventicias y ramas), como en el subterráneo (sedimento y la biomasa de raíces) (Herrera et al., 2016).

En diferentes partes del mundo la cantidad de carbono que los manglares pueden absorber varían de acuerdo a varios factores, como; la densidad de vegetación, o las especies vegetales presentes, entre otros factores, lo cual, genera la siguiente incógnita: ¿La cantidad de Carbono que captan los estuarios el Azufre en Valdivia y el Manglar de Olón diferirá dependiendo de su ubicación geográfica y sus componentes aéreo (biomasa de árboles vivos y necromasa, raíces adventicias y ramas) y subterráneo (sedimento y la biomasa de raíces)? ¿Cuáles son las diferencias entre las ecuaciones alométricas y resultados de laboratorio?

3. JUSTIFICACIÓN

Debido a su naturaleza los bosques de manglares han sido poco apreciados en todo el mundo durante muchos años con relación a su función como convertidores de CO₂, y han sido utilizados como tierras baldías, o como áreas propicias para la acuicultura que alteran a estos ecosistemas, cuando no son controladas establecen un alto índice de eutrofización a sus suelos y masas de agua (Evans, 2020).

Es importante medir el nivel de carbono de los manglares que permite conocer de manera más confiable el potencial de protección climático de un país y así, definir estrategias para potenciar la protección y mejoramiento de este tipo de ecosistema (PNUD, 2017).

Entonces ¿qué aportes útiles de obtendrán? ¿El manglar como sumidero de carbono es realmente eficaz? pues puede secuestrar gigantes porciones presente en el ambiente el cual es emitido a la atmosfera de forma natural y antropogénica, por esta razón se necesita calcular la proporción de carbono que retiene el manglar presente en las comunidades de Valdivia y Olón. Cabe recalcar que el manglar de Olón es un lugar turístico y se considera una zona de circulación abierta que se encuentra en constante intercambio de masas de agua con el mar, por ende, se asume que diferirá en relación con estuarios como “El Azufre” que es un ecosistema que solo en temporadas de lluvias recibe intercambio de aguas, por lo que, son aguas sin movimiento y con la posibilidad de eutrofización.

Por esto, en la presente investigación se realzará la importancia de los manglares como sumideros de carbono, y se establecerá un valor bioeconómico en base a la captura de carbono en cada zona, pues, es de trascendental importancia conocer las cantidades de CO₂ que pueden absorber, para así beneficiar tanto a las zonas aledañas, como al país al tener estimaciones que muestren grandes sumideros de carbonos en los ecosistemas, lo cual, a nivel mundial posee valor económico por hectárea.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

Evaluar la cantidad de carbono capturado mediante ecuaciones alométricas y análisis de laboratorio, en los manglares de la comuna Valdivia y de la zona de Olón para la valoración bioeconómica y conservación en los estuarios El Azufre y El Cangrejal de Olón.

4.2 Objetivo específico

- Determinar la cantidad de carbono capturado mediante análisis de laboratorio y ecuaciones alométricas.
- Comparar la cantidad de carbono capturado entre el manglar “el cangrejal” en Olón y el estuario “el Azufre” de la comuna Valdivia.
- Establecer una valoración bioeconomía del mangle del estuario el azufre con relación a los porcentajes de carbono azul presentes.

5. HIPÓTESIS

H1: La eficiencia como sumidero de carbono del manglar del estuario el azufre difiere en gran medida con el manglar del cangrejal en Olón.

6. MARCO TEÓRICO

6.1 6.1 Reserva Marina “El Pelado”

La Reserva Marina El Pelado (REMAPE) se incorporó al Sistema Nacional de Superficies Protegidas, SNAP, cuya categoría de funcionamiento la define como un área marítima que contiene masas de agua, fondo marino y subsuelo, predominantemente sistemas naturales no modificados que es objeto de ocupaciones de desempeño para asegurar la custodia y el mantenimiento de la biodiversidad a extenso plazo, simultáneamente de conceder un flujo sustentable de productos naturales, servicios y usos para beneficio de la sociedad (REMAPE, 2019)

La REMAPE constituye uno de los 5 bloques de máxima prioridad de conservación marino costera y funcionamiento según el análisis “Análisis de vacíos y superficies prioritarias para la conservación de la diversidad biológica en el Ecuador” e incluye: a) el islote El Pelado, b) un remanente de manglar en el estuario “El Azufre”, y c) una región marina costera adyacente formada por construcciones arrecifales rocosas y parches coralinos que son hábitat y refugio de una pluralidad de peces, mamíferos marinos, reptiles, aves marinas e invertebrados, entre los cuales figuran especies de elevado costo comercial para las pesquerías y el turismo de buceo. No obstante, esta área protegida, tiene una intensa participación antropogénica por la actividad pesquera regulada y no regulada, y la actividad turística (Plan de manejo REMAPE, 2014).

6.2 6.2 El estuario El Azufre

La Reserva Marina “El Pelado” ofrece sitios de visita terrestre en sus extensas playas y ocupaciones recreativas marinas, las cuales producen perturbación gracias a su débil ordenamiento.

Frente a las costas del continente ecuatoriano, en las provincias de Manabí y Santa Elena, existen varias islas que decoran el paisaje y al mismo tiempo son lugares ideales de refugio y preservación de aves marinas. Una es la isla de "El Pelado", ubicada frente a las costas de Ayangue. Estas condiciones, y el hecho de que varios estudios han demostrado la presencia de muchos peces e insectos exóticos en sus hábitats rocosos, llevaron a la selección de un ambiente marino. Hoy en día, esta zona se ha convertido en un importante destino para los buceadores y entusiastas de la vida marina (REMAPE, 2019).

6.3 6.3 Características del manglar El Cangrejal

El manglar en la zona de Olón es conocido como bosque protegido “El Cangrejal de Olón” con una superficie de 6.80 has. El acuerdo fue publicado en el Boletín Oficial N° 582 del 23 de mayo de 2002, para reconocer su importancia natural debido a los diferentes tipos de flora como el Algarrobo, Caña Brava (*Guadua spp*), Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), árboles de mangle negro (*Avicennia magerminans*) Mangle blanco (*Laguncularia racemosa*); y la fauna incluye pelícano (*Pelecanus rufescens*), Garceta (*Egretta alba*), Fragata (*Fregata magnificens*), cangrejo azul (*Cardisoma crassum*) entre muchos otros representantes de la flora y fauna (Orrala, 2017).

6.4 6.4 Calentamiento global

El calentamiento global, de conformidad con el artículo 1 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Calentamiento Global, se define como “un cambio climático atribuible directa o indirectamente a las actividades humanas que altera la estructura de la atmósfera universal y que aumenta la variabilidad natural del clima que ocurre durante un período comparable es periodos observados” (Alongi, 2009).

6.5 Efecto Invernadero

El término "efecto invernadero" se refiere al almacenamiento de calor del sol en la atmósfera terrestre por una capa de gas en la atmósfera. Sin ellos, la vida tal como la conocemos no sería posible porque el mundo podría ser bastante frío. Entre estos gases se encuentran el dióxido de carbono, el óxido nitroso y el metano emitidos por la industria, la agricultura y la quema de combustibles fósiles (Coppini, 2019).

6.6 Gases de efecto invernadero

Los gases de efecto invernadero, conocidos como GEI, son aquellos gases que se acumulan en la atmósfera terrestre y son capaces de absorber la radiación infrarroja del sol, aumentando y almacenando calor en la atmósfera. Los gases presentes en la atmósfera, que dan cabida al efecto invernadero de la radiación solar que llega al mundo, se reflejan en 1/3 hacia el espacio y el resto es absorbido por las diferentes capas del mundo (hidrosfera, litosfera, atmósfera). La radiación proveniente del sol es de onda larga, mientras que la reflejada por la tierra es de onda corta, de tipo infrarrojo (desprende calor); Parte de este calor es absorbido por ciertos gases de

efecto invernadero (GEI) críticos para el desarrollo de la vida en la Tierra (Abud et al., 2013).

6.7 Carbono azul

Es el carbono almacenado por ecosistemas marinos y costeros como el fitoplancton, macroalgas fotosintéticas, bacterias, fanerógamas, arrecifes de coral, marismas, praderas marinas, manglares y otros humedales que almacenan carbono por más tiempo y en mayor proporción (Otero et al., 2022).

6.8 Biomasa Forestal

La biomasa contiene todo un grupo heterogéneo de materia orgánica, tanto por su origen como por su naturaleza. En el contexto energético, el término biomasa se utiliza para denotar una fuente de energía renovable basada en la conversión de materia orgánica formada biológicamente o productos derivados de ella (Fernández, 2013).

6.5 6.9 Definición de humedal

Los humedales son áreas que se han inundado o que el suelo está saturado de agua durante un período prolongado de tiempo. Aunque el término abarca una amplia variedad de ecosistemas, todos los humedales comparten un atributo fundamental: el agua es un elemento clave que define sus características físicas, vegetales y animales y sus relaciones (Importancia de los humedales, 2020).

El agua puede provenir de océanos, ríos, agua de lluvia o agua subterránea. Los humedales también se caracterizan por las características especiales de sus suelos y

la presencia de plantas y animales adaptados a condiciones de inundación o alternancia de períodos de inundación y sequía. De esta forma, los humedales no son necesariamente una transición entre los sistemas acuático y terrestre, sino que tienen características estructurales y funcionales propias que los diferencian entre sí (humedales, 1999).

A nivel mundial, se estima que el área de los humedales es aproximadamente 12.1 millones de kilómetros cuadrados. Sin embargo, Global Wetlands estima que su rango ha disminuido rápidamente, con una pérdida del 35 por ciento desde 1970. (world wetlands day, 2019) Desde el año 1900 se estima que se ha perdido entre el 64 y el 71% de la superficie mundial de humedales naturales debido a la actividad humana. (UNESCO, 2018) Todos estos cambios han tenido importantes impactos negativos en la hidrología a escala local, regional y global Esta pérdida o degradación de los humedales tiene impactos negativos sobre la naturaleza y los seres humanos. Las principales presiones a las que se enfrentan los humedales están relacionadas con los cambios en el uso de la tierra, los cambios en la dinámica del agua, la extracción, la contaminación, la introducción de especies exóticas invasoras y el cambio climático (WildAid, 2018).

6.10 Importancia del manglar

Los manglares son ecosistemas de fundamental trascendencia para el medio ambiente y es a partir de 1965 que se toman en cuenta superficies de preservación persistente (CONACYT, 2018).

Los manglares son bosques que se encuentran en las regiones costeras tropicales y subtropicales. El término mangle significa “árbol curvado”. Estos ecosistemas costeros, tradicionales de las regiones tropicales y subtropicales, muestran una enorme riqueza de diversidad biológica. Explicado el sentido de manglar, es fundamental subrayar que hay diversos tipos de manglares (Gonzalez, 2018). Estos humedales son clave para la conservación de diversos especímenes (crustáceos, peces, aves, reptiles y mamíferos) y flora que requieren de dichos hábitats para lograr crecer y realizarse.

No solo poseen una funcionalidad de defensa de la vegetación y la fauna, además contribuyen a mitigar los efectos del calentamiento global al ser capaces de aspirar y guardar CO_2 en sus raíces, además ayudan a frenar el desgaste y la erosión de los suelos, evitando de esta forma que se acumulen sedimentos en las playas (AGEARTH, 2021).

En Ecuador dichos ecosistemas permanecen salvaguardados en el territorio a partir de 1994 se les conoce como las especies en las que está prohibida la tala, y se considera un sistema ambiental débil que el país debe proteger. A pesar de ello, en los últimos 40 años se ha perdido en Ecuador una superficie de árboles de mangle aproximadamente igual a la superficie de la gran ciudad de Quito (56.396 ha). Esta reducción es provocada por factores como la deforestación, la urbanización y la industrialización. (MAATE, 2017).

6.11 6.11 Realidad física del manglar en Ecuador.

La biota del manglar en la costa de Ecuador incluye 5 familias, 6 géneros y 7 especies arbóreas: *Rhizophoraceae Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *R. Harrisonii*, *Verbenaceae*, *Combretaceae Conocarpus erectus*, *Leguminosae Mora oleífera*, *Laguncularia racemosa* y *Theaceae Pelliciera Rhizophora* (Bodero, 2005).

El valor e importancia de los manglares está relacionado con la forma de vida y su uso por parte de las personas que viven cerca de las zonas costeras, por ejemplo: pescado comercial; hábitat de especies relacionadas con los manglares, seguridad alimentaria y mejora de la calidad del agua, protección costera; La conservación de la biodiversidad y la belleza costera son características de los árboles de manglar (Solá, 2016).

El procesamiento de madera para combustible como el carbón vegetal y la construcción de viviendas es común en las áreas alrededor de los manglares, así como a lo largo de la costa donde se encuentran los manglares (Ernesto, 2019).

Obtienen los productos naturales como miel, cera, polen y animales marinos como peces, mariscos, moluscos del ecosistema de manglares y por otro lado hay desventajas.

Los ejemplos incluyen la tala para obtener agua de manantial, personas arraigadas, artes de pesca y madera para ahumar pescado, producción de tanino para curtir cuero, entre otros.

6.12 Efectos de la degradación ambiental de los ecosistemas de manglar

6.12.1 Reservorios de diversidad biológica

PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente) destaca que los bosques de mangles son ecosistemas ricos en diversidad biológica: funcionan como los lugares idóneos para el desove de peces (en ellos se desovan y se crían centenares de especies de peces pequeños). Estos ambientes son el hogar de moluscos y crustáceos; y la pista de aterrizaje y regiones de anidamiento de enorme proporción de aves. Sus raíces, además, son el refugio

6.12.2 Son medios de vida

Bastante más de 100 millones de individuos en las regiones tropicales e intertropicales de todo el mundo viven alrededor de manglares; y de estas, casi 30 millones viven en Latinoamérica y el Caribe. (Pardo, 2007)

En los manglares se ha observado una alta proporción de materia prima como madera de calidad para la obra de viviendas (su madera es resistente a las termitas). Además, es bastante estimada para la obra de barcos y muelles gracias a su densidad y resistencia a la putrefacción. Son sitios claves para el desarrollo de la pesca familiar y de la pesca a enorme escala (Reese, 2014).

6.12.3 Un muro natural para defender las costas

Los manglares son los únicos bosques de todo el mundo que representan una suerte de muro natural que encara a las tormentas. Si los manglares desaparecieran, las poblaciones costeras se quedarían sin una de las barreras naturales de defensa para mitigar la erosión del suelo.

Los expertos mencionan que kilómetros de bosques de manglares reducen los niveles de agua entre 5 y 50 cm durante las inundaciones, lo que puede significar una gran diferencia en daños a la propiedad y pérdida de vidas (Mundial, 2019).

6.12.4 Sin manglares, más grandes pérdidas

Sin los manglares, 18 millones más de individuos sufrirían todos los años los impactos de las inundaciones. Si los manglares desaparecieran, un 32% más de individuos se verían dañadas por las inundaciones (World Bank Group, 2019).

6.12.5 Permanecen desapareciendo a enorme rapidez

A pesar de su trascendencia, un 19% de los manglares de todo el mundo desaparecieron entre 1980 y 2005. Y el Programa de la ONU para el Medio Ambiente amonesta de que los manglares, amenazados por el desarrollo costero sin idealización, la tala y deforestación indiscriminada, la acuicultura sin controles, entre otros riesgos como vertidos petroleros o la desecación, permanecen siendo exterminados a un ritmo entre 3 y 5 meses por arriba del promedio de la deforestación universal (Julio, 2017).

La noticia alentadora de los últimos años nos menciona que algunas de estas zonas y otros países han decidido proteger los manglares y darles la importancia que les concierne. En marzo de este año, Brasil agregó 3.850,35 hectáreas de humedales amazónicos, y estos manglares están catalogados como sitios de la Convención Ramsar, una organización internacional que tiene como objetivo proteger diferentes tipos de humedales a nivel mundial. (Mundial, 2019). En Colombia, las regiones de Cabo Manglares, Bajo Mira y Frontera se declararon zonas protegidas.

6.136.13 Bioeconomía del manglar

Frente a estas tendencias, territorios como Ecuador, que se caracterizan por su alta diversidad biológica, han proclamado su riqueza biológica y genética como recurso estratégico, el cual se integra como un elemento fundamental a la matriz provechosa nacional.

Nuevos modelos económicos que prometen reducir la presión sobre los recursos naturales hay ciertos como: la economía circular, que es un plan con el objeto de minimizar tanto el acceso de los materiales como la producción de desperdicios, cerrando los flujos económicos y ecológicos de los recursos; o la bioeconomía, que se fundamenta en bienes y servicios biológicos, la sustitución de energías fósiles por energías renovables y el mejoramiento de la eficiencia en el aprovechamiento de los recursos naturales (Rodríguez & Ebertseder, 2019).

El cambio a dichos nuevos modelos de economía es un reto social y político fundamental, es decir, se trata de asegurar un abastecimiento sustentable de materias primas y de energía ante los escasos recursos, los elevados grados de contaminación y la creciente demanda de productos de consumo. La transición a dichos modelos, más que nada en la situación de la bioeconomía, está ligado sustancialmente con la innovación científica y tecnológica, sin embargo, su triunfo es dependiente básicamente de componentes sociales; combinar la innovación tecnológica con tácticas económicas y políticas (Miller, Vandome, McBrewster, 2010).

Por esta razón, la bioeconomía y en parte la economía circular, integran procesos de transformación que vinculan ecología, tecnología, economía y a la sociedad (De la Peña et al., 2010). Una de las tácticas, que Ecuador está aplicando para mantener su riqueza natural es, promocionar alternativas productivas para reducir la presión a los recursos naturales de, ejemplificando, zonas de conservación, e impulsar bioemprendimientos, para proporcionar a los recursos naturales costo añadido con el objetivo de mejorar las ganancias económicas de sus usuarios. De modo que, la Política Nacional de Bioeconomía, prevé aportes del sector, al Producto Interno Bruto ecuatoriano del 20% hasta el 2030 (Herrera Silveira et al., 2016).

6.146.14 Perturbaciones causadas por el hombre al ciclo del carbono.

Según la (FAO, 2020), los bosques juegan un papel crucial en el balance de carbono y representan casi las tres cuartas partes de todo el carbono en la atmósfera.

La quema de combustibles fósiles y los cambios en la estructura y distribución de la vegetación a través del cambio de uso de la tierra crean perturbaciones que afectan directamente el suministro de carbono nuevo al ciclo global del carbono activo (Kanninen, 2010).

La deforestación y el cambio de uso de la tierra tienen un impacto significativo en el carbono debido a la pérdida de la capacidad fotosintética de los árboles forestales y la liberación de grandes cantidades de carbono almacenado en el entorno forestal durante un largo período de tiempo. Por otro lado, debido a la destrucción de los bosques, cada año se liberan a la atmósfera 6 mil millones de toneladas de CO₂ (Merchán, 2017).

La deforestación y el cambio de uso de la tierra tienen un impacto significativo en el carbono debido a la pérdida de la capacidad fotosintética de los árboles forestales y la liberación de grandes cantidades de carbono almacenado en el entorno forestal durante un largo período de tiempo. Por otro lado, debido a la destrucción de los bosques, cada año se liberan a la atmósfera 6 mil millones de toneladas de CO₂ (FAO, 2020).

6.15 Marco legal

6.15.1 Ley de la Constitución de la República del Ecuador 2008

Título I: Elementos constitutivos del Estado

Capítulo segundo: Derechos del buen vivir

Sección segunda: Ambiente sano

Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, *sumak kawsay*. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.

Sección sexta: Hábitat y vivienda

Art. 31.- Las personas tienen derecho al disfrute pleno de la ciudad y de sus espacios públicos, bajos los principios de sustentabilidad, justicia social, respeto a

las diferentes culturas urbanas y equilibrio entre lo urbano y lo rural. El ejercicio del derecho a la ciudad se basa en la gestión democrática de esta, en la función social y ambiental de la propiedad y de la ciudadanía.

Título VII: Régimen del Buen Vivir

Capítulo segundo: Biodiversidad y recursos naturales

Sección primera: Naturaleza y ambiente

Art. 397.- En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental.

Para garantizar el derecho individual y colectivo a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a: Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

Sección segunda: Biodiversidad

Art. 400.- El Estado ejerce la soberanía sobre la biodiversidad, cuya administración y gestión se realizará con responsabilidad intergeneracional. Conforme al artículo 403, el Estado no se comprometerá en Convenios o Acuerdos de cooperación que incluyan cláusulas que menoscaben la conservación, el manejo sustentable de la biodiversidad, la salud humana y los derechos colectivos de la naturaleza.

Art. 404.- El patrimonio natural del Ecuador, único e invaluable comprende, entre otras, las formaciones físicas, biológicas y geológicas cuyo valor desde el punto de vista ambiental, científico o paisajístico exige su protección, conservación, recuperación y promoción. Su gestión se sujetará a los principios y garantías consagrados en la Constitución y se llevará a cabo de acuerdo con el ordenamiento territorial

Art. 405.- Es sistema nacional de áreas protegidas garantizará la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas. El sistema se integrará por los subsistemas estatal, autónomo descentralizado, comunitario y privado, y su rectoría y regulación será ejercida por el Estado.

El Estado 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. Las personas naturales o jurídicas extranjeras no podrán adquirir ningún título tierras o concesiones en las áreas de seguridad nacional ni en áreas protegidas, de acuerdo con la ley.

Art. 406.- El Estado regulará la conservación, manejo y uso sustentable, recuperación, y limitaciones de dominio de los ecosistemas frágiles y amenazados; entre otros, los parámetros, humedales, bosques nublados, bosques tropicales secos y húmedos y manglares, ecosistemas marinos y marinos- costeros.

Sección séptima: Biosfera, ecología urbana y energía alternativas

Art. 414.- El Estado adoptará medidas adecuadas y transversales para la mitigación del cambio climático, mediante la limitación de las emisiones de gases de efecto invernadero, de la deforestación y de la contaminación atmosférica; tomará medidas para la conservación de los bosques y la vegetación, y protegerá a la población en riesgo.

6.15.2 Convenio sobre la Diversidad Biológica: 1992

La República del Ecuador suscribió el Convenio sobre Diversidad Biológica, instrumento internacional cuyo “Programa de Trabajo sobre Áreas Protegidas” y el Mandato de Jakarta incluyen un eje dedicado a las áreas marinas y costeras protegidas, en el cual se reconoce la importancia de estos espacios y se promueve su manejo integral y sustentable con miras a crear y fortalecer sistemas nacionales y crear redes de conservación a nivel regional y global.

Su objetivo primordial es la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos. Manda a cada país miembro a establecer un sistema de áreas protegidas, ordenación de las áreas, desarrollo de zonas adyacentes y preservación y mantenimiento de conocimientos,

innovaciones y prácticas de las comunidades indígenas y locales que respeten estilos tradicionales de vida para la conservación y utilización sostenible de la biodiversidad

6.15.3 Convención relativa a los Humedales de importancia internacional, especialmente como hábitat de aves acuáticas, RAMSAR.

Publicado en el Registro Oficial No. 647 de 6 de marzo de 1995. En su Art. 1 se establece: “Los objetivos del presente Convenio, que se han de perseguir de conformidad con sus disposiciones pertinentes, son la conservación de la diversidad biológica, la utilización sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante, entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, teniendo en cuenta todos los derechos sobre esos recursos y a esas tecnologías, así como mediante una financiación apropiada.”

Firmada en la ciudad de Ramsar, Irán en 1971, fue ratificada por Ecuador el 7 de enero de 1994 (Registro Oficial No. 33 del 24 de septiembre de 1992). Persigue la conservación de los humedales como protección de los hábitats de especies bioacuáticas.

7. MARCO METODOLÓGICO

7.1 Estratificación del área.

7.1.1 Delimitación y caracterización del sitio

El área delimitada fue el mismo durante todo el proceso de investigación para evitar errores de estimación en las zonas. La investigación se ejecutó en los manglares de la zona de Valdivia, y la zona de Olón (Figura 1), se tomaron en cuenta los siguientes parámetros:

- **Espacio:** Para este estudio se determinaron dos lugares con presencia de manglares: Estuario “El Azufre” de la comuna Valdivia, a 4 kilómetros del cantón Santa Elena, los cuales fueron separados en dos zonas de muestreo. El manglar “Cangrejal de Olón” con una sola zona de muestreo, ubicado en la provincia de Santa Elena, parroquia Manglaralto en el sector de Olón en la parte noreste de la comunidad junto a la desembocadura del río Olón. El “Cangrejal de Olón” fue declarado en un Acuerdo del Ministerial No. 32 y publicado en el Registro Oficial No. 582 del 23 de mayo del 2002.
- **Tiempo:** El trabajo de investigación se realizó en el lapso de 3 meses donde se evaluó la cantidad de carbono que el manglar es capaz de capturar en los dos lugares de estudio.
- **Población:** En el estuario el azufre se encuentran especies de mangle rojo, negro y blanco. En la segunda zona de estudio “el cangrejal” se encuentran especies de mangle rojo (*Rhizophora mangle*), blanco (*Laguncularia racemosa*), negro (*Avicennia germinans*).

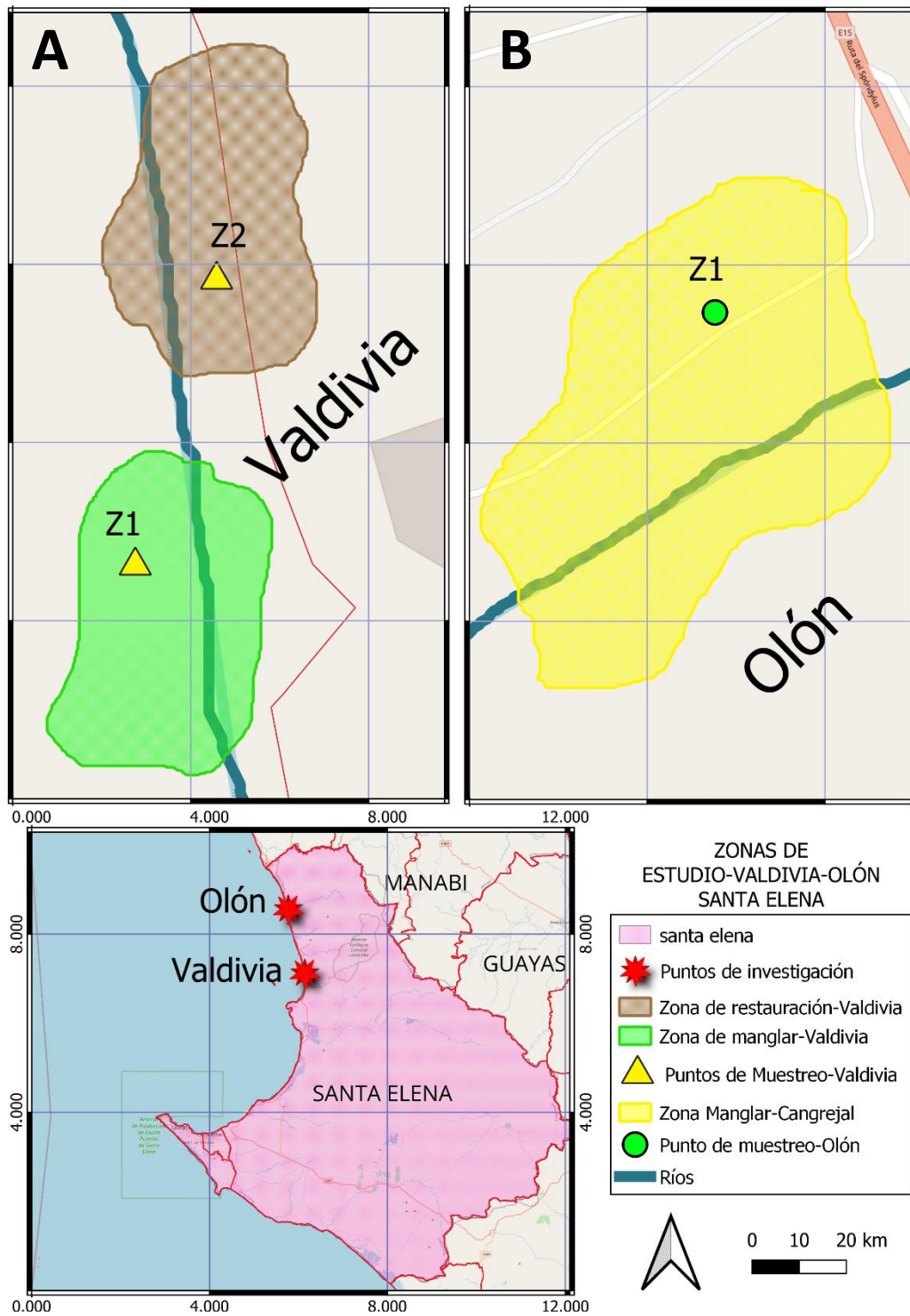


Figura 1. Mapa de Santa Elena, con puntos de investigación, elaborado en QGIS. A. Mapa de Valdivia con los dos puntos de muestreos, Z1 Manglar Adultos (COORDENADAS: -1.915833, -80.727240), Z2 manglar en restauración (COORDENADAS: -1.913881, -80.727551). B. Mapa de Olón, con la Zona de muestreo (COORDENADAS: -1.792452, -80.758772).

Los manglares poseen lugares heterogéneos donde sus procesos ecológicos varían dependiendo del espacio tiempo en el que se desarrollan los ecosistemas. Por ende, la estructura de vegetación fue importante en este trabajo de investigación para la estratificación del área estudiada y así aumenta la exactitud de la estimación de carbono en el manglar.

En el caso del estuario El azufre hay zonas de manglares maduros y zonas donde se están realizando reforestaciones de manglar, por lo cual, este factor va a depender de varias variables como condiciones hidrológicas y fisicoquímicas, mientras que el manglar El Cangrejal, es una zona de manglares maduros.

7.2 Definición de parcelas

Para la estratificación se establecieron unidades de muestreo, que permitieron extrapolar y tomar las muestras requeridas de los sumideros de carbono. En los lugares de reforestación, la mejor opción es establecer parcelas permanentes, y así tener mediciones directas.

Es recomendable trabajar con el programa de Sistema de información geográfica (SIG) para tener una mejor resolución espacial, las parcelas son “parcelas anidadas” las cuales son permanentes y con subparcelas dentro de esta. Las plántulas se miden con parcelas pequeñas de aproximadamente 1m x 1m y juveniles en parcelas de 5m x 5m, los árboles adultos en parcelas grandes de 10m x 10m (Figura 2) en el caso de este trabajo investigativo se utilizó cintas flagging para que sea más sencillo la identificación de transectos. (Salazar, 2018)

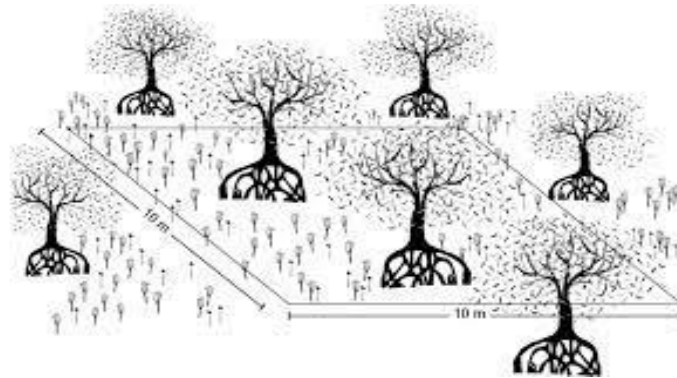


Figura 2. Diseño de parcelas.

7.3 Medición del almacén y captura de carbono

El trabajo en campo consiste principalmente en dos actividades: 1. Medición en la zona de estudio en campo para las medidas estructurales de los transectos, en las cuales se tomarán datos que se explicarán posteriormente (Observe tabla 1); 2. Colecta de muestras de las parcelas para su posterior análisis de carbono en el laboratorio.

Tabla 1. Referencias para ejecutar metodologías con estándares internacionales para la medición de almacenes de Carbono en manglares maduros. Fuente: (Cisneros et al., 2021)

| Componente | Metodología de referencia | |
|-----------------|---|------------------------|
| Árboles adultos | Kauffman et al., 2013 | |
| Mantillo | Yepes, 2016 | Howard et al., 2014 |
| Suelo | Cifuentes et al., 2018 | |
| Raíces | Adame, 2014, 2017 Hernández-Saavedra, 2011 | Rodríguez et al., 2018 |

7.4 Biomasa

7.4.1 Plántulas y juveniles

Las plántulas y los juveniles son individuos que aún no alcanzan la etapa de madurez. Las plántulas se identifican al tener menos de 50 cm de altura y los juveniles poseen una altura mayor a 50cm y un diámetro menor a 2.5 cm en el centro de la altura del espécimen (Cisneros et al., 2021).

A diferencia de los adultos, las plántulas y juveniles no poseen ecuaciones alométricas estándares y deben realizarse dependiendo del sitio, por ello, al momento de realizar ecuaciones alométricas se agrega la variabilidad del sitio. Las variables que se medirán dentro de este estudio son: composición de especies, densidad de individuos/área de la parcela, longitud total y diámetro del tallo. Estas variables permiten saber la tasa de crecimiento y supervivencia de individuos, así como estimar el incremento de biomasa en un intervalo de tiempo (Ayala et al., 2014); así, por ejemplo:

Composición de especies: especies observadas y su frecuencia (número de individuos en la subparcela).

Densidad de individuos: número de plántulas presentes en cada subparcela.

Longitud del tallo (cm): este se realiza con cinta métrica a nivel de suelo por un costado del individuo. La medición debe ser desde el comienzo del tallo hasta la última hoja.

Diámetro del tallo (cm): En su medición se usa un vernier. El diámetro del tallo se mide por encima del primer nudo de la plántula y en juveniles el tamaño se hace a la mitad de la distancia de su elevación (D).

Para la situación de especies con propágulo como *R. mangle* se toma una medición a medio propágulo y otra medición a medio tallo (Cisneros-De et al., 2018).

7.4.2 Árboles adultos

Todos los individuos adultos deben ser marcados para su seguimiento y las variables que se estudian dentro de la parcela son los siguientes:

Composición: Especie presente y su frecuencia de aparición.

Altura total: se mide la longitud desde el nivel del suelo hasta el ápice, puede ser con flexómetros o clinómetros digitales.

Diámetro normal: varía según el individuo y forma de crecimiento.

- Tipo arbustivo con un diámetro < 2m a 30 cm
- Tipo arbóreo > 2m – 1.30 m (DN)

Área de la copa: calcular el área y volumen de la copa.

7.5 Biomasa subterránea

7.5.1 Necromasa

a. Madera muerta en pie y caída

La medición de este elemento depende de las condiciones particulares y las metas de cada plan. La madera muerta en pie puede exponer diferentes grados de descomposición, los cuales tienen que ser considerados para la estimación de biomasa y carbono (Quiceno-Urbina et al., 2016). De forma general, la madera muerta caída se muestrea con el procedimiento de la intersección de las líneas.

Madera en pie: para determinar los datos se midió la altura y el diámetro, la integridad estructural debe estimar la biomasa, según corresponda en las ecuaciones.

Madera caída: se realiza el muestreo de intersección de líneas, donde se consideran las maderas caídas de un diámetro mayor a 2.5 cm.

b. Mantillo

Se refiere al material muerto que se encuentra sobre la superficie del suelo: hojas muertas, flores, frutos, propágulos, cortezas y maderas muertas. Las muestras colectadas se llevan en bolsas herméticas para su estudio de laboratorio y su estimación de biomasa (Cisneros-De et al., 2018).

7.6 Análisis estadístico

El estudio estadístico que se usó en esta indagación es detallado, al obtener medidas de concentración como: promedio, desviación estándar, coeficiente de alteración, máxima y mínima de las cambiantes área basal, volumen del árbol, biomasa total aérea, biomasa total del fuste y a los datos de carbono total logrados por medio del cálculo de las ecuaciones alométricas (Cisneros-De et al., 2018).

7.6.1 Altura del árbol: La altura se determina mediante un distanciómetro láser se sacó la altura del mangle en el área de estudio utilizando la función de medición indirecta con el teorema de Pitágoras.

7.6.2 Área basal del árbol: el área basal de un árbol se calculó con la siguiente fórmula propuesta por (Tapias, 1979).

Ecuación 1. Diámetro de altura pecho

$$DAP = \frac{CAP}{\pi}$$

Donde:

Dap: Diámetro altura pecho

Cap: Ancho del tallo

π : 3.1416

7.6.3 Formula 1

Ecuación 2. calcular área basal

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

Donde:

AB = Área basal (m^2)

π = 3,1416

DAP = Diámetro de altura al pecho

7.6.4 Volumen del árbol: para hallar el volumen del árbol se aplicó la siguiente fórmula según.

Fórmula 2

Ecuación 3. Volumen por árbol

$$V = AB * f * hV$$

Donde:

V = Volumen del árbol (m^3)

AB = Área basal (m^2)

f = Factor de forma (0.5)

h = Altura total (m)

7.6.5 Biomasa total del fuste

La biomasa total del fuste se obtuvieron calculando la suma de las diferentes biomazas: tronco, ramas aéreas. En esta especie de *Rizophora mangle* no se considera en los métodos de regresión a la biomasa de las hojas.

Fórmula 3

Ecuación 4. Biomasa total del fuste

$$B_{tf} = BT + BR + BA$$

Donde:

B_{tf} = Biomasa total del fuste (t/ha)

BT = Biomasa tronco = $6,73694 + 1,62817 * DAP$

BR = Biomasa ramas = $0,05620 + 4,38617 * DAP$

BA = Biomasa aérea = $6,15105 + 2,11882 * DAP$

7.6.6 Biomasa total

La biomasa total se obtuvieron con la siguiente formula donde la biomasa total del fuste obtenido en la fórmula 3 se multiplica con el factor de expansión de biomasa (1.75 ton/ha). En la tabla 2, se puede observar las diferentes ecuaciones para obtener biomasa según Zenteno (Ayala et al., 2014).

Tabla 2. Ecuación de biomasa total área en diferentes especies de manglar. Fuente (Ayala et al., 2014)

| Especie | Ecuación | Literales de la fórmula | Referencia |
|--------------------|---------------------------|-------------------------|-----------------------|
| <i>R. mangle</i> | $B = 0.3026 (D) - 6.032$ | D= Diámetro | |
| <i>A germinans</i> | $B = 0.1017 (D) - 1.1765$ | D= Diámetro | Zenteno, et al., 2016 |
| <i>L. racemosa</i> | $B = 0.9256 (D) - 1.671$ | D= Diámetro | |

Fórmula 4

Ecuación 5. Biomasa total

$$Bt = Btf * Fe$$

Donde:

Btf = Biomasa total del fuste (t/ha)

Feb = Factor de expansión de biomasa (1,75 ton/ha)

7.6.7 Estimación de carbono total almacenado en biomasa

Mediante los datos que se obtuvo en las fórmulas anteriores se calculó la estimación de carbono total almacenado por el mangle multiplicando la biomasa total en ton/ha por la fracción de carbono en biomasa que es dependiendo de la muestra.

La tabla 3 representa los factores de conversión para cada componente del manglar a estudiar.

Tabla 3. Factor de conversión para ecuaciones de carbono según el componente. Fuente: (Cisneros et al., 2021)

| | Componente | Factor de conversión |
|---------------------------|---------------------------------|-----------------------------|
| Biomasa viva aérea | Plántulas | 0.45 – 0.5 |
| | Árboles juveniles y adultos | 0.46 – 0.5 |
| | Neumatóforos | 0.39 |
| Necromasa | Hojarasca (mantillo) | 0.45 |
| | Madera muerta en caída o en pie | 0.5 |

| | | |
|-------------------------------------|--------|------|
| Biomasa viva subterránea | Raíces | 0.39 |
|-------------------------------------|--------|------|

Fórmula 5

Ecuación 6. Carbono total

$$CT = Bt * Ft$$

Donde:

CT = Carbono total (t)

Bt = Biomasa total (t/ha)

Fc = Fracción de carbono en biomasa (0.5)

7.7 Estimación de Carbono Orgánico

7.7.1 Carbono orgánico en suelo

El suelo es uno de los grandes almacenadores de carbono azul, en especial en los manglares, la cantidad de carbono es distinta gradualmente porque puede disminuir, lo que permitió tomar las muestras.

Las muestras son colectadas de una longitud de 5 - 15 cm de la parte media del intervalo (observe figura 3, donde indica las diferentes profundidades de suelo en que se pueden utilizar para los análisis de laboratorio), según el grosor del intervalo

y transportarse en bolsas herméticas en frío y fueron analizadas en el laboratorio.

Se realizará lo siguiente:

- Extracción del núcleo en sitios libres de estructuras vivas o material depositado
- Cuidar de no compactar el sedimento



Figura 3. Tipos de muestras del suelo dependiendo la profundidad en la que se extraiga. (Cisneros, Herrera, Teutli, Ramírez, Moreno, Pérez, Canul, Mendoza, Montero, Paz, Cuesta, 2021)

7.8 Biomasa viva y necromasa

7.8.1 Estimación de biomasa en laboratorio

Para la obtención de biomasa en el laboratorio, las muestras colectadas de cada elemento: se secaron en una estufa a 60 °C entre 48 - 72 horas hasta obtener

peso constante, el costo de peso seco obtenido va a ser equivalente a la biomasa. En la situación de las plántulas, juveniles y neumatóforos el costo se obtuvo por los individuos, especie y zona. Para el mantillo, se obtuvo el costo por la zona muestreada conforme el caso.

7.9 Carbono orgánico en suelo

Las muestras se colocaron en charolas previamente etiquetadas.

Se secan a 60° C (48-72 hrs.) para obtener el peso seco. Macerar y tamizar hasta obtener un polvo fino.

7.10 Estimación del contenido de carbono (%):

- Autoanalizador elemental
- Método de pérdida por ignición (LOI)

Las submuestras de los núcleos de suelo colectados tanto en los sitios de restauración como en los sitios de referencia se caracterizan en el laboratorio donde se obtuvieron el % de Corg de la muestra de cada intervalo por núcleo.

- Para calcular el carbono total del suelo dentro del área del plan además del Corg del suelo, se debería obtener la densidad aparente (DA), calculada como el cociente entre el peso seco (g) y el volumen de sedimento que fue colectado (cm³) en cada intervalo. Macerar y obtener un polvo fino de cada muestra.
- Peso de la muestra Medición del Corg (%) en el Autoanalizador elemental
- Encapsulado en cápsulas de estaño

7.11 Estadística descriptiva

- La estadística descriptiva fue obtenida por cada transecto de muestreo, punto de muestreo, profundidad de muestreo y estación del año en que se realizó el estudio. Los valores medios de las variables físicas y químicas van a ser estimados y comparados, entre los manglares de Olón y el estuario de Valdivia.

La información anterior permitió establecer una valoración bioeconómica del mangle de El Azufre y el Cangrejal de Olón en relación con los porcentajes de carbono azul presentes.

8. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

8.1 Determinación de la cantidad de carbono capturado, mediante ecuaciones alométricas y caracterización de la biomasa del mangle (*Rhizophora mangle*) presente en el estuario el Azufre de Valdivia, y el manglar el cangrejal de la comuna Olón.

En base al análisis y la recopilación de la información se lograron obtener los resultados de la investigación por medio de la densidad poblacional, biomasa total, biomasa del fuste, altura total, volumen y área basal, de la especie de Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mediante las ecuaciones alométricas para la estimación del potencial de captura de carbono presente en el estuario el Azufre de Valdivia, con dos zonas de muestreo, cada zona con transectos de 10 m x 50 m, y el manglar el cangrejal de la comuna Olón con una zona con transectos de 20 m x 100 m.

Durante el estudio se realizó el muestreo de 93 árboles de mangle rojo distribuidos en 3 Zonas donde se obtuvo valores de altura y DAP (Diámetro de altura pecho). En base a los valores obtenidos se utilizaron las fórmulas descritas en la metodología y se obtuvieron los siguientes resultados para cada una de las variables.

8.1.1 Área basal de los arboles m²/ha

Por cada recorrido realizado en las 3 zonas dentro de las áreas de investigación, 2 zonas fueron establecidas en Valdivia cada una con 5 transectos, así mismo se tomó datos de 1 zona en Olón. Los datos respectivos de cada árbol, el diámetro, altura, pecho que sirvieron para determinar el área basal. A continuación, se presentan las tablas de las 3 zonas muestreadas.

Tabla 4. Resultados del área basal de los árboles de la zona 1 - Valdivia - sector de manglares Adultos.

| ZONA 1/ Área basal | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| N° de árb. | 5 | 7 | 9 | 6 | 4 | 31 |
| Prom. | 0.00254 | 0.00625 | 0.00696 | 0.00697 | 0.004955 | 0.005536 |
| Dev. Est. | 0.001152 | 0.00322 | 0.00354 | 0.004063 | 0.002791 | 0.002955 |
| Máxima | 0.0035 | 0.0108 | 0.011 | 0.0121 | 0.00814 | 0.009108 |
| Mínima | 0.0011 | 0.00179 | 0.00203 | 0.00203 | 0.00134 | 0.001658 |
| Co. Var | 45.37% | 51.64% | 50.85% | 58.30% | 56.35% | 52.50% |

El promedio del área basal total más alto en la Zona 1/ Valdivia (Tabla 4) se encuentra en el transecto 4 con 0.006 m²/ha con un coeficiente de variación de 58.30%, y el más bajo es el transecto 1 con un valor de 0.002 m²/ha y con una variabilidad de 45.37%, la máxima más alta entre las diferentes áreas basales es de 0.01m²/ha en el transecto 4 y la mínima más baja está representada por el transecto con el 0.001 m²/ha.

Tabla 5. Resultados del área basal de los árboles de la zona 2 - Valdivia - sector de reforestación o juveniles.

| ZONA 2/ Área basal | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| N° de árb. | 4 | 5 | 3 | 3 | 2 | 17 |
| Prom. | 0.00346 | 0.00052 | 0.00052 | 0.00104 | 0.001292 | 0.001371 |
| Dev. Est. | 0.00409 | 0.000197 | 0.000118 | 0.000367 | 0.000704 | 0.001096 |
| Máxima | 0.0096 | 0.00079 | 0.00064 | 0.00135 | 0.00179 | 0.002836 |
| Mínima | 0.00114 | 0.000286 | 0.000408 | 0.000642 | 0.000794 | 0.000654 |
| Co. Var | 118.16% | 37.38% | 22.76% | 35.04% | 54.51% | 53.57% |

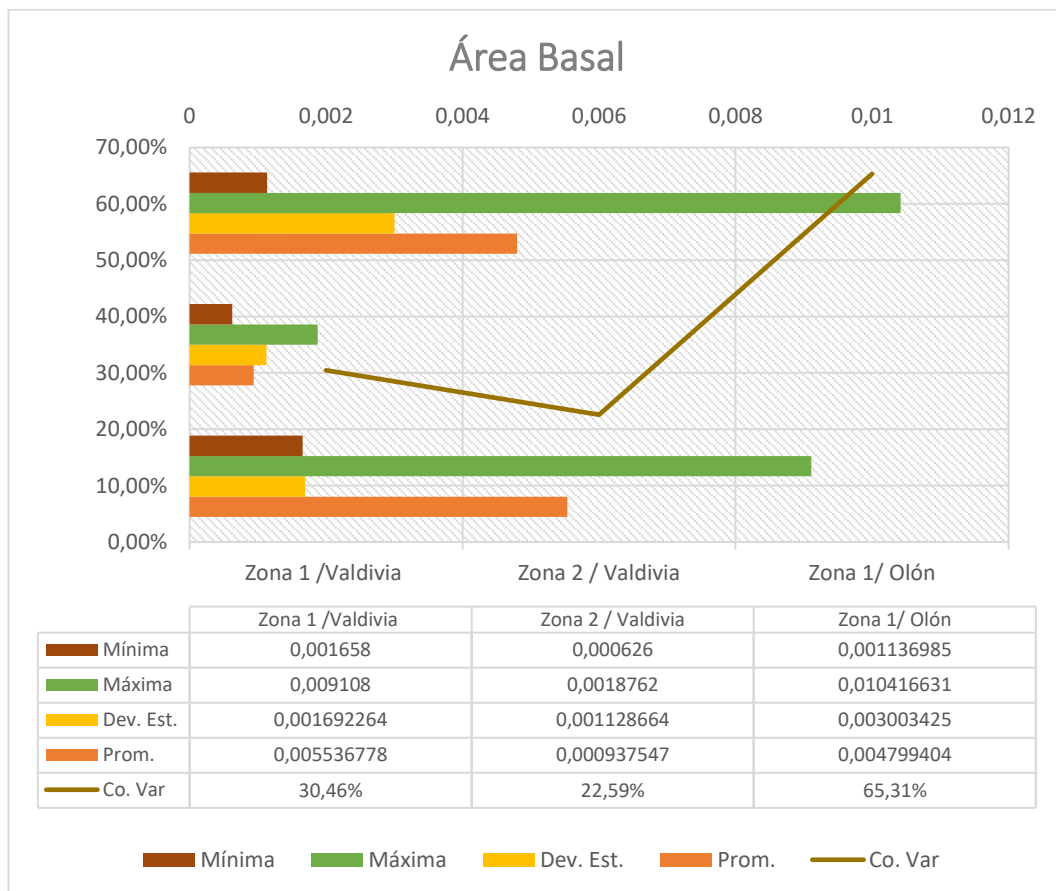
El promedio del área basal total más alto en la Zona 2/ Valdivia (tabla 5) se encuentra en el transecto 1 con 0.003 m²/ha en el promedio y con el coeficiente de variación 118.16%, el más bajo es el transecto 2 y 3 con el mismo valor de 0.0005

m²/ha, solo que se diferencian por el coeficiente de variabilidad, al ser mayor el coeficiente del transecto 2 con 37.38%, lo que indica que existe mayor dispersión entre los datos de este transecto, mientras que el transecto 3 tiene un coeficiente de 22.76%, por otro lado la máxima más alta entre los transectos es de 0.009 m²/ha en el transecto 1 y la mínima más baja está representada por el transecto 2 con el 0.0002 m²/ha.

Tabla 6. Resultados del área basal en la comuna Olón, zona 1- árboles adultos.

| ZONA 1/ Área basal | | | | | | |
|---------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| N° de árb. | 8 | 9 | 10 | 12 | 6 | 45 |
| Prom. | 0.006302 | 0.004181 | 0.004148 | 0.003551 | 0.005812 | 0.004799 |
| Dev. Est. | 0.002813 | 0.003029 | 0.002934 | 0.002866 | 0.003373 | 0.003003 |
| Máxima | 0.010296 | 0.011394 | 0.010880 | 0.009198 | 0.010312 | 0.010416 |
| Mínima | 0.001555 | 0.001344 | 0.000644 | 0.000795 | 0.001344 | 0.001136 |
| Co. Var | 44.64% | 72.45% | 70.72% | 80.72% | 58.04% | 65.31% |

El promedio más alto en la Zona 1/ Olón (Tabla 6) se encuentra en el transecto 1 con 0.006 m²/ha y con un coeficiente de variación de 44.64%, mientras que el transecto 4 es el más bajo con un valor de 0.003 m²/ha y con el coeficiente de 80.72%, la máxima más alta entre los datos pertenece al transecto 2 con 0.01 m²/ha y la mínima más baja está representada por el transecto 3 con el 0.0006 m²/ha.



Gráfica 1. Resultado final del área basal de los 3 puntos de investigación.

Los datos de los tres puntos de investigación que se pueden observar en la gráfica 1, dan una idea de cómo difieren las áreas basales de los árboles en cada zona de muestro. El promedio mayor del BA se encuentra en la zona 1/ Valdivia, con 0.005 m²/ha que también posee un coeficiente de variación de 30.46% y el transecto 2 posee el promedio menor con 0.0009 m²/ha, y el menor coeficiente de dispersión con 22.46% lo que nos indica que los datos de esta zona no se encuentran tan dispersos entre sí, por otra parte la máxima más alta es 0.01 m²/ha en la zona de Olón y la mínima más baja es 0.0006 m²/ha en la zona 2 de Valdivia donde se encuentran los manglares juveniles.

8.1.2 Volumen

La variable volumen fue determinada mediante los datos de altura obtenidos en conjunto a el factor de forma estándar (0.5).

Tabla 7. Resultado del Volumen de los árboles en la zona 1/ Valdivia - manglar Adulto

| ZONA 1/ Volumen | | | | | | |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| Nº de árb. | 5 | 7 | 9 | 6 | 4 | 31 |
| Prom. | 0.00314 | 0.007608 | 0.009834 | 0.00918 | 0.00897 | 0.00774 |
| Dev. Est. | 0.001852 | 0.004567 | 0.006546 | 0.006329 | 0.005073 | 0.004874 |
| Máxima | 0.0048 | 0.01325 | 0.01914 | 0.01827 | 0.0122 | 0.013532 |
| Mínima | 0.001 | 0.00167 | 0.00185 | 0.00141 | 0.00141 | 0.001468 |
| Co. Var | 59.01% | 60.03% | 66.57% | 68.95% | 56.55% | 62.22% |

En la tabla 7, se puede observar que se registró en el transecto 3 el mayor promedio con respecto al volumen de los árboles con un valor representativo de 0.009 m³/ha y el promedio mínimo en el transecto 1 con 0.003 m³/ha mientras que los porcentajes de variabilidad de cada uno respectivamente fueron de 66.57% y 59.01%, de la misma forma sucede con sus valores máximos de 0.01 m³/ha para el transecto 3 y un valor mínimo de 0.001 m³/ha para el transecto 1.

Tabla 8. Resultado del volumen de los árboles, de la zona 2/ Valdivia - manglares juveniles

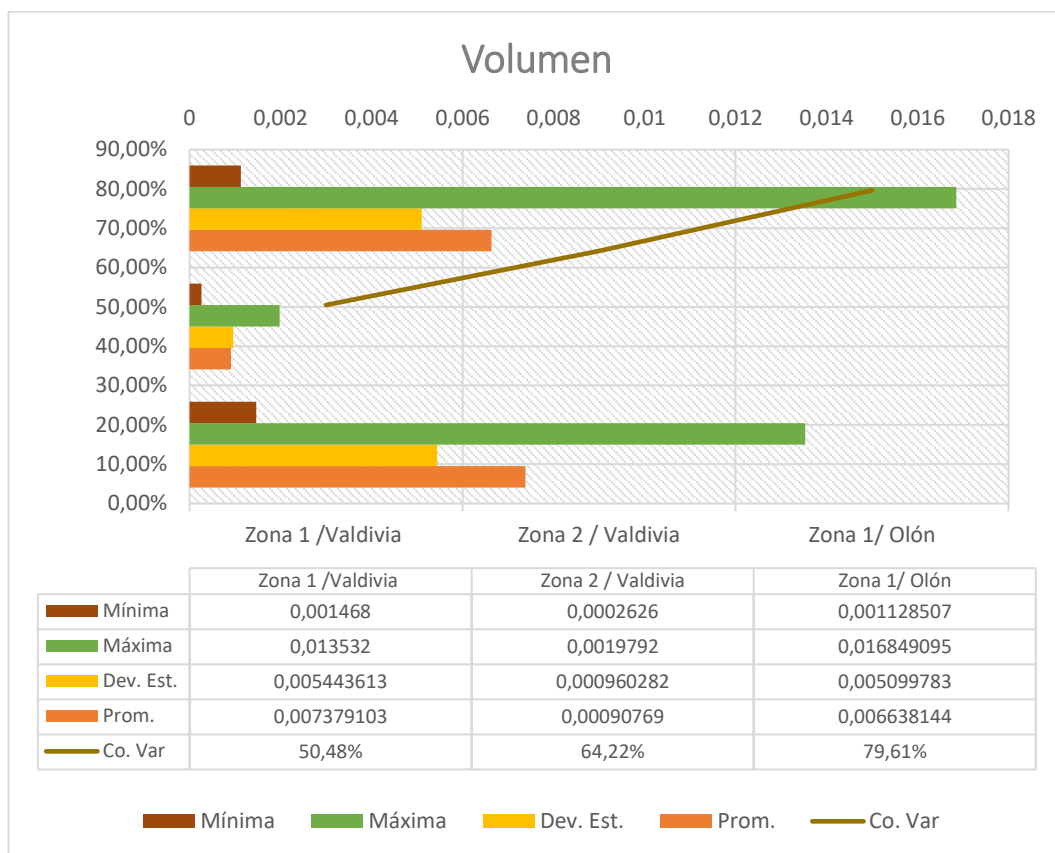
| ZONA 2/ Volumen | | | | | | |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| Nº de árb. | 4 | 5 | 3 | 3 | 2 | 17 |
| Prom. | 0.000653 | 0.000284 | 0.0002616 | 0.00266733 | 0.0006715 | 0.000907 |
| Dev. Est. | 0.000190 | 0.000120 | 0.00008 | 0.00393855 | 0.0004674 | 0.000960 |
| Máxima | 0.00091 | 0.00042 | 0.000354 | 0.00721 | 0.001002 | 0.00197 |
| Mínima | 0.00045 | 0.000127 | 0.000187 | 0.000208 | 0.000341 | 0.000262 |
| Co. Var | 29.14% | 42.25% | 32.44% | 147.66% | 69.61% | 64.22% |

El mayor promedio del volumen que se registró en la zona 2/ Valdivia (tabla 8) fue el transecto 4 con un valor representativo de 0.00266 m³/ha y el promedio mínimo en el transecto 3 con un 0.000261 m³/ha y sus coeficientes de variabilidad fueron de 147.66% y 32.44% respectivamente siendo también ambos el mayor y el menor de los porcentajes, el 4 transecto posee una alta dispersión en cuanto a los datos registrados mientras que el 3 transecto es menos disperso. La máxima mayor es 0.001002 m³/ha para el transecto 5 y un valor mínimo de 0.00045 m³/ha para el transecto 1.

Tabla 9. Resultados del volumen de los árboles en la zona 1/ Olón

| ZONA 1/ Volumen | | | | | | |
|------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| N° de árb. | 8 | 9 | 10 | 12 | 6 | 45 |
| Prom. | 0.00891 | 0.006061 | 0.005964 | 0.0050086 | 0.007240 | 0.006638 |
| Dev. Est. | 0.005305 | 0.004963 | 0.005471 | 0.004901 | 0.004856 | 0.005099 |
| Máxima | 0.01776 | 0.017832 | 0.019965 | 0.015729 | 0.012956 | 0.016849 |
| Mínima | 0.001508 | 0.001291 | 0.000412 | 0.000736 | 0.0016945 | 0.001128 |
| Co. Var | 59.51% | 81.89% | 91.73% | 97.86% | 67.08% | 79.61% |

En la tabla 9, de la zona 1 de Olón, el transecto 1 se registró un mayor promedio de volumen con un valor representativo de 0.008 m³/ha y el promedio mínimo en el transecto 4 con un 0.005 m³/ha mientras que sus porcentajes de variabilidad fueron de 59.51% y 97.86% los valores máximos y mínimo se encuentran en el mismo transecto 3 registrados con un 0.2632 m³/ha y un mínimo de 0.0174 m³/ha.



Gráfica 2. Resultados totales del volumen de los 3 puntos de investigación.

En la gráfica 2 se observan las 3 zonas de muestreos, donde el volumen promedio mayor se encuentra en la zona 1/ Valdivia con $0.007\text{m}^3/\text{ha}$, y un promedio menor en la zona 2/ Valdivia con $0.0009\text{ m}^3/\text{ha}$, los porcentajes de variación de estas zonas son 50.48% y 64.22% respectivamente, siendo Z1/ Valdivia el punto con menor dispersión en los datos, al tener el menor porcentaje de coeficiente de variación. La máxima del volumen se encuentra en Z1/ Olón así mismo la mínima que se presentan respectivamente en $0.01\text{ m}^3/\text{ha}$ y $0.0002\text{ m}^3/\text{ha}$.

8.1.3 Biomasa total del fuste.

Para encontrar esta variable, el valor de la biomasa del tronco, la biomasa de las ramas y la biomasa sobre el suelo, se obtuvieron de las ecuaciones alométricas, presentadas con anterioridad (ecuación 4), para obtener la biomasa total del fuste.

Tabla 10. Resultado de la biomasa total del fuste, en la Zona 1/ Valdivia - Manglares adultos

| ZONA 1/ Biomasa total del Fuste | | | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| N° de árb. | 5 | 7 | 9 | 6 | 4 | 31 |
| Prom. | 13.39953 | 13.54886 | 13.69170 | 13.67748 | 13.622800 | 13.58807 |
| Dev. Est. | 0.110723 | 0.310857 | 0.209589 | 0.244198 | 0.2446061 | 0.223995 |
| Máxima | 13.48781 | 13.90146 | 13.92748 | 13.95355 | 13.821758 | 13.81840 |
| Mínima | 13.25479 | 13.01925 | 13.35816 | 13.35816 | 13.280089 | 13.25409 |
| Co. Var | 0.83% | 2.29% | 1.53% | 1.79% | 1.80% | 1.65% |

El promedio con mayor resultado en la Zona 1/ Valdivia (Tabla 10) fue el transecto 3 con 13.69 ton/ha, una desviación estándar de 0.20 y un coeficiente de variación del 1.53% siendo uno de los más bajos seguido por el transecto 1 que es el que posee menos dispersión de datos al solo tener un 0.83% de variación, y un promedio menor de 1.39 ton/ha. El valor máximo de biomasa total de fuste está en el transecto 4 con 13,95355 ton/ha y el valor mínimo en el transecto 2 con 13,01 ton/ha.

Tabla 11. Resultados de la biomasa total del fuste, en la zona 2/ Valdivia - Manglares juveniles

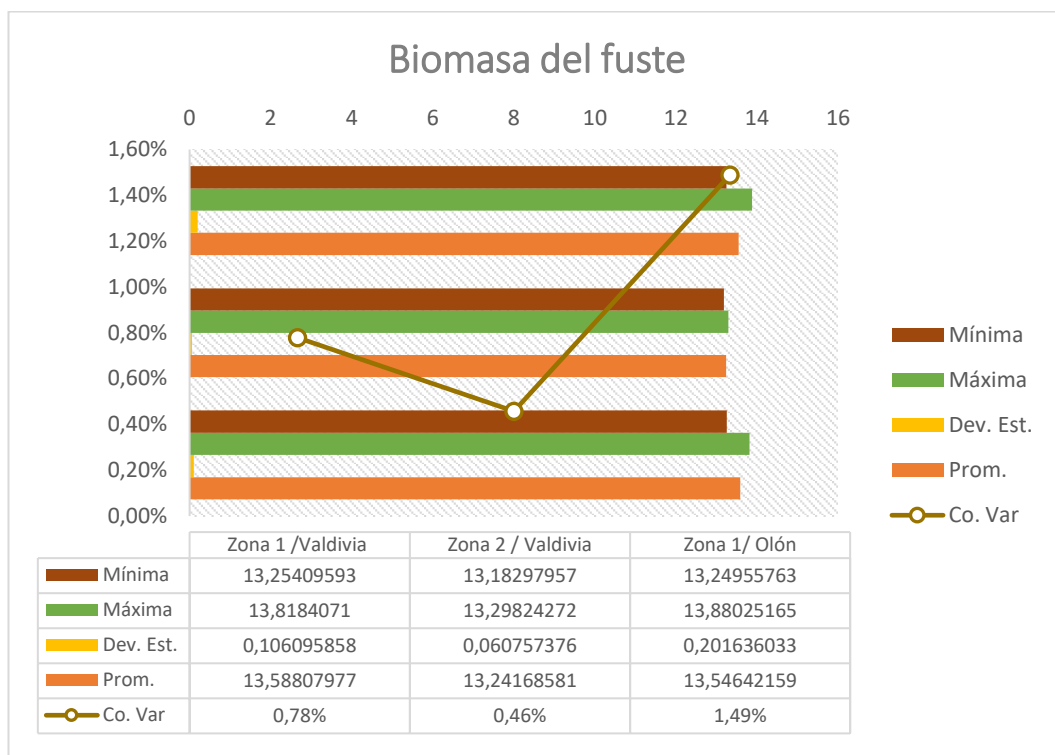
| ZONA 2/ Biomasa total del Fuste | | | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| N° de árb. | 4 | 5 | 3 | 3 | 2 | 17 |
| Prom. | 13.39696 | 13.15422 | 13.15277 | 13.23698 | 13.26748 | 13.2416 |
| Dev. Est. | 0.090968 | 0.043921 | 0.023733 | 0.053721 | 0.091441 | 0.06075 |
| Máxima | 13.48781 | 13.21404 | 13.17712 | 13.28008 | 13.33214 | 13.2982 |
| Mínima | 13.30611 | 13.09945 | 13.12970 | 13.17679 | 13.20282 | 13.18297 |
| Co. Var | 0.68% | 0.33% | 0.18% | 0.41% | 0.69% | 0.46% |

En la tabla 11, el resultado más alto del promedio fue obtenido en el transecto 1 con un valor de 13.39 ton/ha con una desviación estándar de 0.09 y un coeficiente de variación del 0.68% mientras que el transecto 3 presenta el coeficiente de variación más bajo con un valor de 0.18% aunque solo presenta un promedio de 13.15 ton/ha. El valor máximo y el valor mínimo de biomasa total de fuste se encuentra en el transecto 1 y 2, con 13.48 ton/ha y 13.09 ton/ha respectivamente.

Tabla 12. Resultados de la biomasa total del fuste, en la zona 1/ Olón

| ZONA 1/ Biomasa total del Fuste | | | | | | |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| N° de árb. | 8 | 9 | 10 | 12 | 6 | 45 |
| Prom. | 13.65271 | 13.5096 | 13.5035 | 13.45329 | 13.61294 | 13.54642 |
| Dev. Est. | 0.181441 | 0.191193 | 0.201538 | 0.208663 | 0.225343 | 0.201636 |
| Máxima | 13.87543 | 13.92382 | 13.90146 | 13.82436 | 13.87616 | 13.88025 |
| Mínima | 13.30611 | 13.28074 | 13.17712 | 13.20306 | 13.28074 | 13.24955 |
| Co. Var | 1.33% | 1.42% | 1.49% | 1.55% | 1.66% | 1.49% |

El resultado de promedio mayor en la biomasa de fuste de la tabla 12, se encuentra en el transecto 1 con un valor de 13.65 ton/ha con una desviación estándar de 0.18 y un coeficiente de variación del 1.33%, siendo este el menor coeficiente entre los 5 transectos de la Z1/ Olón, mientras que el transecto 4 presenta el promedio más bajo con un valor 13.45 ton/ha, una desviación estándar de 0.20 y un coeficiente con 1.55%. El valor máximo se encuentra en el transecto 1 con 13.30 ton/ha y el valor mínimo en el transecto 4 con 13.20 ton/ha.



Gráfica 3. Resultados totales de la biomasa del fuste en los 3 puntos de investigación.

En la gráfica 3, se observan los diferentes datos de la biomasa total del fuste en cada zona de muestreo. Donde la zona 1/ Valdivia tiene el mayor promedio de fuste con 13.58 ton/ha y una desviación estándar de 0.10 que indica una dispersión de los datos, lo cual es confirmado por el coeficiente de 0.78%, aunque es una dispersión pequeña (datos casi compactos), en comparación con la zona 1/Olón que tiene un coeficiente de 1.49% y la máxima de 13.8802 t/ha. Cabe mencionar que la zona 2/Valdivia tiene la mínima de 13.18 ton/ha y el menor coeficiente de variación entre las 3 zonas con 0.46%.

8.1.4 Biomasa total (t/ha)

Para determinar la biomasa total se aplicó la (Ecuación 5) en donde los resultados son la biomasa total de fuste por el factor de expansión de biomasa para la especie *Rhizophora mangle* que es de 1.75 ton/ha.

Tabla 13. Resultados de la biomasa total en la zona 1/ Valdivia - árboles adultos

| ZONA 1/ Biomasa total | | | | | | |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| N° de árb. | 5 | 7 | 9 | 6 | 4 | 31 |
| Prom. | 23.4491 | 23.71051 | 23.96049 | 23.93560 | 23.83990 | 23.77913 |
| Dev. Est. | 0.193766 | 0.544001 | 0.366781 | 0.427346 | 0.428060 | 0.391991 |
| Máxima | 23.60366 | 24.32756 | 24.37310 | 24.41865 | 24.18807 | 24.18221 |
| Mínima | 23.19589 | 22.78370 | 23.37679 | 23.37679 | 23.24015 | 23.19466 |
| Co. Var | 0.83% | 2.29% | 1.53% | 1.79% | 1.80% | 1.65% |

En la biomasa total de la zona 1/Valdivia (Tabla 13) se presentó 2 promedios altos, entre el transecto 3 y 4, con valores de 23.96 ton/ha y 23.93 ton/ha respectivamente. Se presentaron valores de variabilidad no mayores al 2.29% que determina que en cada uno de los transectos la muestra fue compacta, el porcentaje más bajo está presente en el transecto 1 con un 0.83% de variabilidad. El valor máximo de esta variable registrado fue de 24.41 ton/ha correspondiente al transecto 4 y el valor mínimo de 22.78 ton/ha se presentó en el transecto 2.

Tabla 14. Resultados de la biomasa total, zona 2/ Valdivia, manglares juveniles

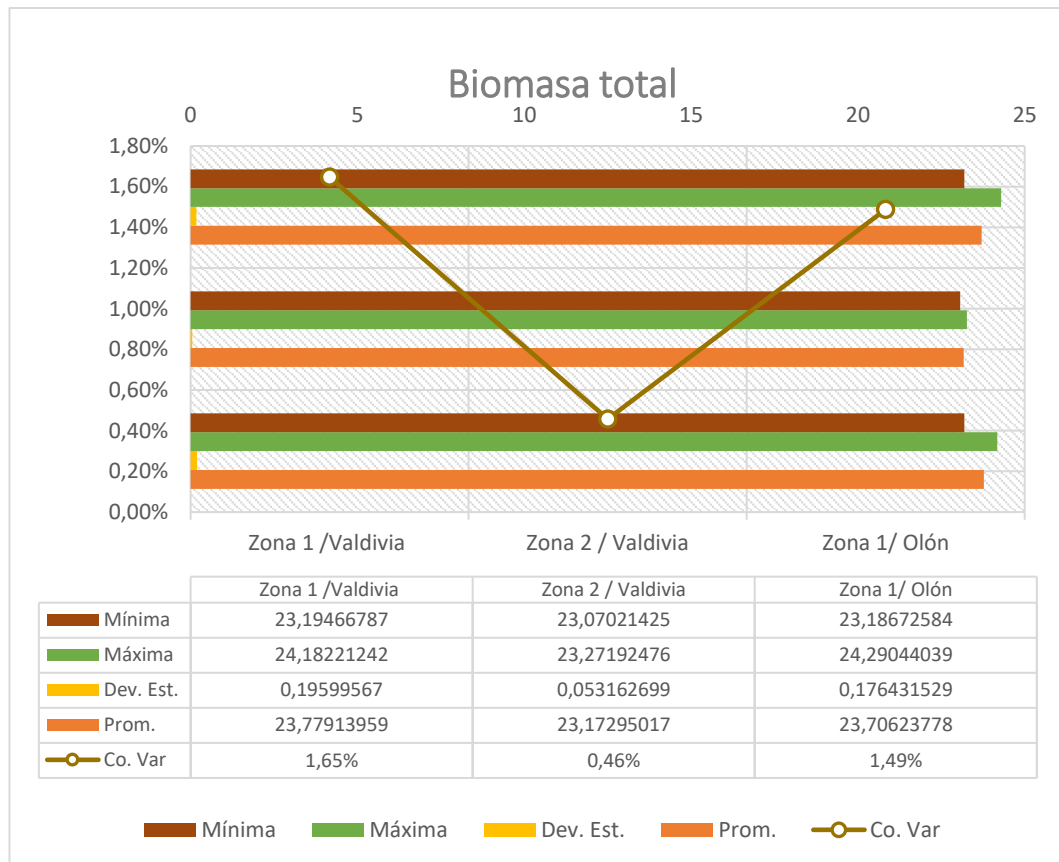
| ZONA 2/ Biomasa total | | | | | | |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| N° de árb. | 4 | 5 | 3 | 3 | 2 | 17 |
| Prom. | 23.4446 | 23.01988 | 23.01736 | 23.1647 | 23.21809 | 23.17295 |
| Dev. Est. | 0.159195 | 0.076862 | 0.041534 | 0.094013 | 0.160021 | 0.106325 |
| Máxima | 23.60366 | 23.12458 | 23.05996 | 23.24015 | 23.33124 | 23.27192 |
| Mínima | 23.28570 | 22.924041 | 22.97698 | 23.05939 | 23.10494 | 23.07021 |
| Co. Var | 0.68% | 0.33% | 0.18% | 0.41% | 0.69% | 0.46% |

En esta variable (Tabla 14) se obtuvieron valores de promedios más alto y bajo para los transectos 1 y 3 con un 23.44 ton/ha y 23.019 ton/ha respectivamente. Su coeficiente de variación no fue mayor a 0.18 % dando a entender que la dispersión de datos entre estos transectos no varía, por otro lado, el valor máximo de esta variable se encuentra dentro del primer transecto con un valor de 23.60 ton/ha y el valor mínimo de 22.92 ton/ha se presentó en el transecto 2.

Tabla 15. Resultados de la biomasa total, zona 1/ Olón

| ZONA 1/ Biomasa total | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| N° de árb. | 8 | 9 | 10 | 12 | 6 | 45 |
| Prom. | 23.89224 | 23.64183 | 23.63117 | 23.54327 | 23.82266 | 23.70623 |
| Dev. Est. | 0.317522 | 0.334588 | 0.352692 | 0.365160 | 0.394351 | 0.352863 |
| Máxima | 24.28201 | 24.36670 | 24.32756 | 24.19263 | 24.28329 | 24.29044 |
| Mínima | 23.28570 | 23.24129 | 23.05996 | 23.10536 | 23.24129 | 23.18672 |
| Co. Var | 1.33% | 1.42% | 1.49% | 1.55% | 1.66% | 1.49% |

En esta variable (Tabla 15) se obtuvieron valores de promedio más alto y bajo para los transectos 1 y 5 con un 23.89 ton/ha y 23.54 ton/ha respectivamente. Su coeficiente de variación no fue mayo a 1.66% dando a entender que la dispersión de datos entre estos transectos no varía, por otro lado, el porcentaje más bajo está presente en el transecto 1 con un 1.33% de variabilidad. El valor máximo de esta variable se encuentra dentro del segundo transecto con un valor de 24.36 ton/ha y el valor mínimo de 23.05 ton/ha se presentó en el



Gráfica 4. Resultados totales de la biomasa, en los 3 puntos de investigación.

En gráfico 4, muestra la biomasa total de las 3 zonas de muestreo, donde la Zona 1/ Valdivia posee un promedio mayor con 23.77 ton/ha, y el 1.65% del coeficiente de variabilidad, mientras que el promedio mínimo está en la zona 1/Olón con un valor de 23.70 ton/ha, y el 1.49% de variabilidad.

8.1.5 Carbono total

La estimación de carbono presente en los árboles de mangle rojo en los manglares de Valdivia y Olón se calculó aplicando la fórmula 5 detallada anteriormente, donde se multiplico el valor de biomasa total del aérea por fracción de carbono en biomasa correspondiente al 0.5.

Tabla 16. Resultados del carbono total, zona 1/ Valdivia - manglares adultos

| ZONA 1/ Carbono total | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| N° de árb. | 5 | 7 | 9 | 6 | 4 | 31 |
| Prom. | 11.7245 | 11.85525 | 11.98024 | 11.96780 | 11.9199 | 11.88956 |
| Dev. Est. | 0.096883 | 0.27200 | 0.183390 | 0.213673 | 0.21403 | 0.195995 |
| Máxima | 11.80183 | 12.1637 | 12.18655 | 12.20932 | 12.0940 | 12.09110 |
| Mínima | 11.5979 | 11.39185 | 11.68839 | 11.68839 | 11.62007 | 11.59733 |
| Co. Var | 0.83% | 2.29% | 1.53% | 1.79% | 1.80% | 1.65% |

El promedio mayor (tabla 16) se presentó en el transecto 3 con un valor de 11.98 ton esto se debe a su mayor contenido de árboles mientras que el promedio más bajo se presenta en el transecto 1 con 11.72 ton, los transectos presentan una variabilidad no mayor a 1.53% siendo la más baja de 0.83%. No obstante, cabe indicar que el valor máximo de carbono almacenado se registró en transecto 4 con un 11.68 ton y un valor mínimo de 11.39 ton en el transecto 2.

Tabla 17. Resultados del carbono total, zona 2/ Valdivia - Manglares juveniles.

| ZONA 2 / Carbono total | | | | | | |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| N° de árb. | 4 | 5 | 3 | 3 | 2 | 17 |
| Prom. | 11.72234 | 11.50994 | 11.50868 | 11.58236 | 11.60904 | 11.58647 |
| Dev. Est. | 0.079597 | 0.038431 | 0.020768 | 0.047006 | 0.080010 | 0.053162 |
| Máxima | 11.80183 | 11.56229 | 11.52998 | 11.62007 | 11.66562 | 11.63596 |
| Mínima | 11.64285 | 11.46202 | 11.48849 | 11.52969 | 11.55247 | 11.53510 |
| Co. Var | 0.68% | 0.33% | 0.18% | 0.41% | 0.69% | 0.46% |

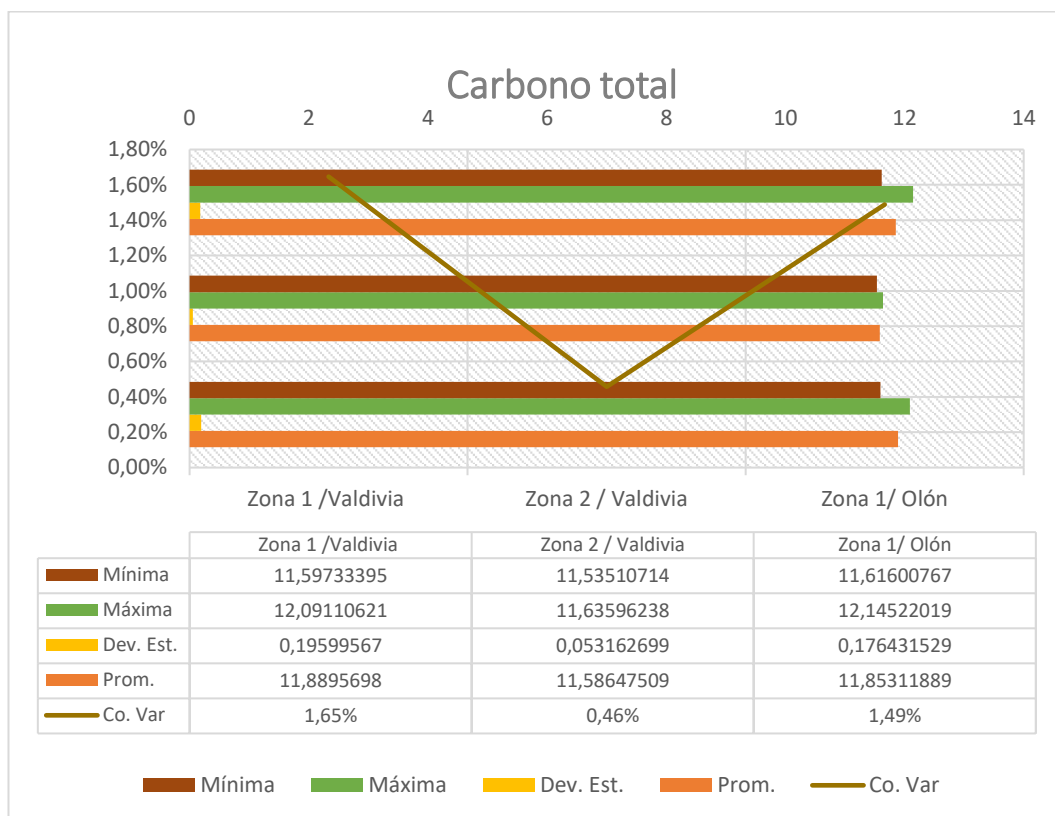
El promedio más alto (tabla 17) se presentó en el transecto 1 con un valor de 11.72 ton, mientras que el promedio más bajo se presenta en el transecto 3 con 11.50 ton.

los transectos presentan una variabilidad no mayor a 0.69% en el transecto 1, siendo la más baja de 0.18% para el transecto 3. No obstante cabe indicar que el valor máximo de carbono almacenado se registró en transecto 1 con un 11.80 ton y un valor mínimo de 11.46 ton en el transecto 2.

Tabla 18. Resultados del carbono total, zona 1/ Olón

| ZONA 1/ Carbono total | | | | | | |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------|
| Transectos | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
| N° de árb. | 8 | 9 | 10 | 12 | 6 | 45 |
| Prom. | 11.94612 | 11.82091 | 11.8155 | 11.7716 | 11.91133 | 11.85311 |
| Dev. Est. | 0.158761 | 0.167294 | 0.176346 | 0.182580 | 0.197175 | 0.176431 |
| Máxima | 12.14100 | 12.18335 | 12.16378 | 12.09631 | 12.14164 | 12.14522 |
| Mínima | 11.64285 | 11.62064 | 11.52998 | 11.55268 | 11.73387 | 11.61600 |
| Co. Var | 1.33% | 1.42% | 1.49% | 1.55% | 1.66% | 1.49% |

El promedio más alto (tabla 18) se presentó en el transecto 1 con un valor de 11.94 ton, mientras que el promedio más bajo se presenta en el transecto 4 con 11.77 ton. los transectos presentan una variabilidad no mayor a 1.66% siendo la más alta de 1.66% para el transecto 5 y la más baja de 1.33% para el transecto 1. No obstante cabe indicar que el valor máximo de carbono almacenado se registró en transecto 3 con un 11.52 ton y un valor mínimo de 12.05 ton en el transecto 1.



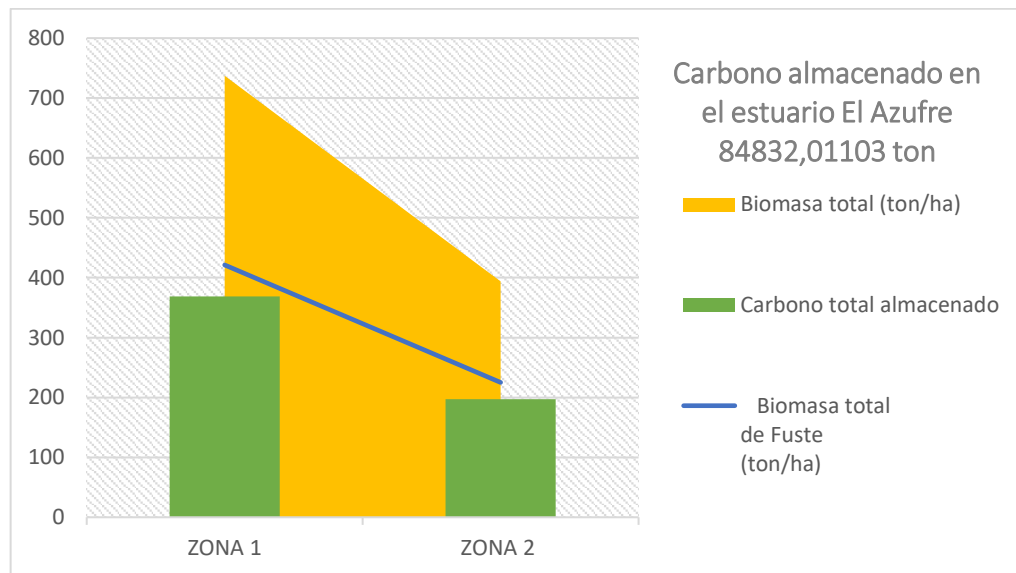
Gráfica 5. Resultados del carbono total de los 3 puntos de investigación

El promedio más alto dentro de las 3 zonas fue en Z1/Valdivia con un valor de 11.88 t esto se debe a su mayor abundancia de árboles mientras que el promedio más bajo se presenta en la zona 2/Valdivia con 11.58 ton en el grafico 5 también se presentan una variabilidad no mayor a 1.65% siendo la más alta la Z1/ Valdivia y la más baja de 0.46% para Z2/ Valdivia. No obstante, cabe indicar que el valor máximo de carbono almacenado se registró en la zona 1/Olón con un 12.14 ton y un valor mínimo de 11.58 ton la zona 2/ Valdivia.

Los valores totales resultantes de la aplicación de las distintas fórmulas planteadas en este trabajo se reflejan en las siguientes tablas y gráficos.

Tabla 19. Estimado de Carbono Total Almacenado en el manglar El Azufre

| | ZONA 1 | ZONA 2 | Total |
|---|--|--|---|
| N° de árb | 31 | 17 | 48 |
| Prom. DAP | 0.080718387 | 0.035311765 | 0.058015076 |
| Prom. altura | 2.414516129 | 1.001176471 | 1.7078463 |
| Área basal | 0.171640111 | 0.015938293 | 0.093789202 |
| Volumen del árbol | 0.240160198 | 0.01543073 | 0.255590928 |
| Biomasa total de Fuste (ton/ha) | 421.2304728 | 225.1086588 | 646.3391316 |
| Biomasa total (ton/ha) | 737.1533273 | 393.9401528 | 1131.09348 |
| Carbono total almacenado | 368.5766638 | 196.9700765 | 565.5467402 |
| Carbono almacenado en el estuario El Azufre. | Extensión de manglar en El Azufre (ha) | Toneladas de carbono almacenado por hectárea | Estimado de carbono almacenado en el Azufre |
| | 150 | 565.5467402 | 84832.01103 |



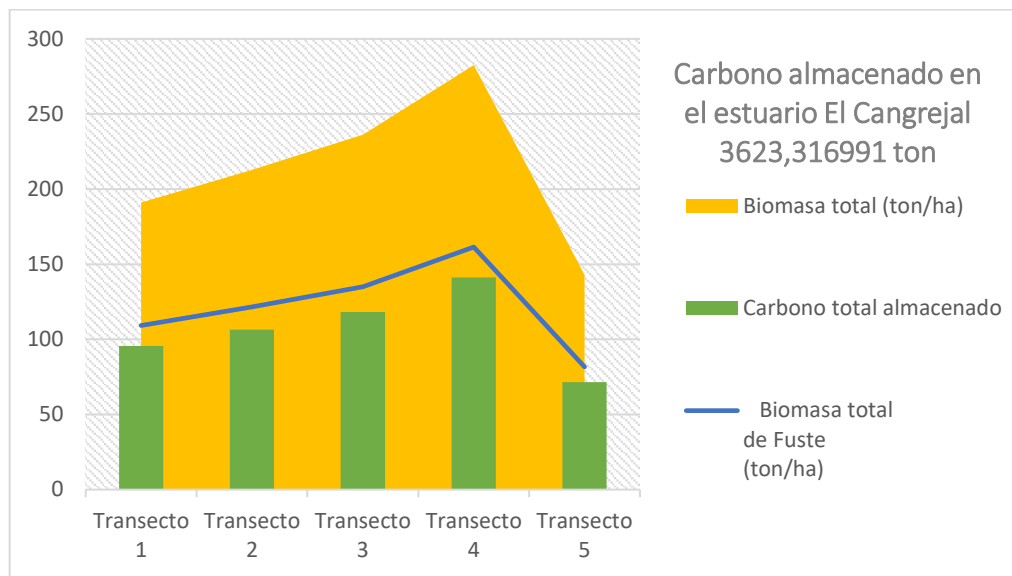
Gráfica 6. Carbono total en el Estuario el Azufre.

Para el manglar del Azufre en la gráfica 6, se pudo observar que tanto la biomasa total como la Bf y el carbono total fueron mayor en la Zona 1, esto es debido a que son datos tomados de árboles adultos y con una extensión de población mayor a

diferencia de la zona 2 que presentó menos vegetación al ser una zona en reforestación y encontrarse sembrados por parches de manglar, también cabe recalcar que solo se tomó como referencia de estudio arboles mayores a 60 cm, después de recalcar estas características del muestreo se puede observar que el total de carbono en todas las 2 zonas de investigación, dio como resultado 565.54 ton/ha que representa la cantidad de carbono que absorbe por hectárea el estuario el Azufre, que tiene por extensión 150 ha, por lo que se estima que el estuario absorbe un total de 84832.01 ton/ha, colocándolo como un humedal con altos índices de captura de carbono. (véase en tabla 19)

Tabla 20. Estimado de Carbono Total Almacenado en el manglar El Cangrejal

| | Transecto 1 | Transecto 2 | Transecto 3 | Transecto 4 | Transecto 5 | Total |
|--|--|------------------------|--|------------------------|--|--------------|
| N° de árb | 8 | 9 | 10 | 12 | 6 | 45 |
| Prom. DAP | 0.087115 | 0.069521 | 0.068772 | 0.062596 | 0.0822263 | 0.0740 |
| Prom. Altura | 2.65 | 2.79 | 2.628 | 2.564166 | 2.40833 | 2.6081 |
| Área basal | 0.050419 | 0.0376364 | 0.041487 | 0.042616 | 0.034875 | 0.20703 |
| Volum. del árbol | 0.071331 | 0.0545490 | 0.059644 | 0.060103 | 0.043440 | 0.28906 |
| Biomasa total de Fuste (ton/ha) | 109.2216 | 121.58657 | 135.0352 | 161.4395 | 81.6776 | 608.9605 |
| Biomasa total (ton/ha) | 191.1379 | 212.77649 | 236.3117 | 282.5192 | 142.9359 | 1065.6812 |
| Carbono total almacenado | 95.56897 | 106.38824 | 118.1558 | 141.2596 | 71.46798 | 532.84073 |
| Carbono almacenado en el manglar el Cangrejal | Extensión de manglar en El Cangrejal (ha) | | Toneladas de carbono almacenado por hectárea | | Estimado de carbono almacenado en el Cangrejal | |
| | 6.8 | | 532.840734 | | 3623.316991 | |

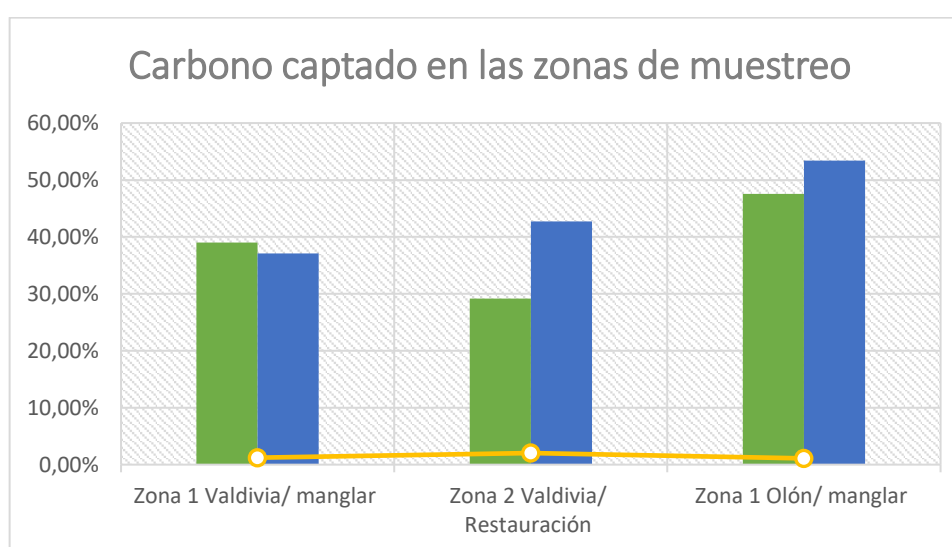


Gráfica 7. Carbono total en el manglar El Cangrejal.

En el cangrejal de Olón, fue presentado por 5 transectos, como se puede observar en la gráfica 7, donde la mayor cantidad de carbono, Bf y biomasa total fueron registrados en el transecto 5, el cual presento mayor cantidad de árboles a diferencia de los otros transectos, demostrando que la cantidad de carbono secuestrado también depende de la extensión de la vegetación sobre un punto de muestreo. En esta zona de investigación se obtuvo los datos de manglares con diferentes tamaños, CAP y DAP, siendo la altura promedio de 2.60 m, como se puede observar en la tabla 20. Entonces el carbono total capturado por hectárea es de 532.84 ton/ha, y al tener una extensión de 6.8 ha, se estima que el carbono total en todo el manglar el Cangrejal es de 3623.31 ton/ ha, lo cual representaría un gran aporte a la reducción de gases GEI.

Tabla 21. Resultados de las muestras en el laboratorio INIAP, para obtener CO

| Tipo de muestra | Zonas de muestreo | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------|
| | Zona 1 Valdivia/ manglar | Zona 2 Valdivia/ Restauración | Zona 1 Olón/ manglar |
| Necromasa (hojas caídas) | 38.99% | 29.15% | 47.58% |
| Necromasa (ramas y raíces caídas) | 37.08% | 42.74% | 53.42% |
| Suelo (superficie < 10 cm) | 1.20% | 2.04% | 1.10% |



Gráfica 8. Resultados de los análisis de laboratorio en el INIAP, total de carbono en las zonas de muestreo.

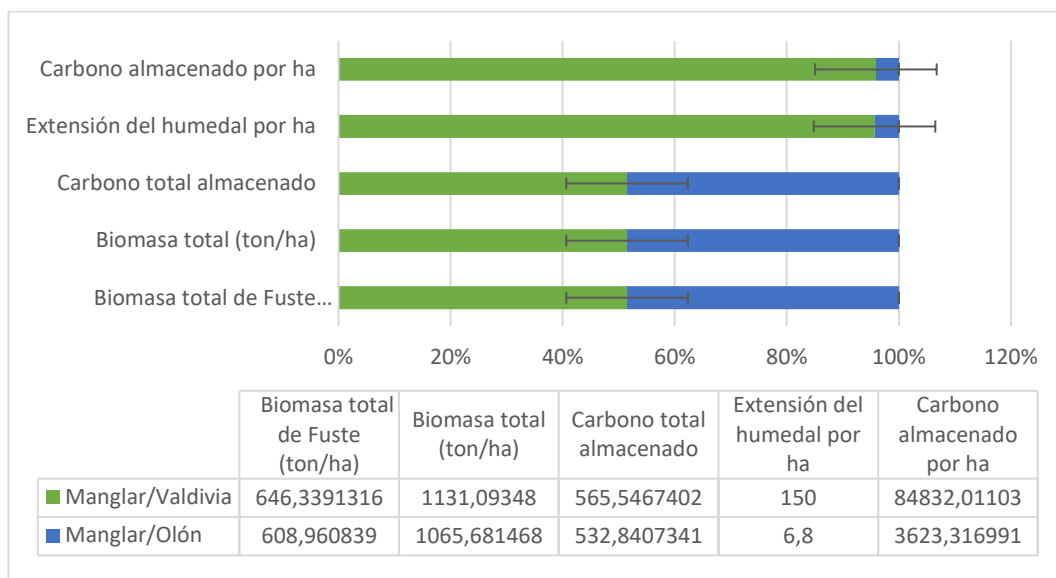
Dentro de las zonas de muestreo también se llevó a cabo la toma de muestras de materia orgánica como suelo y necromasa, se optó por no realizar métodos invasivos, por lo que solo se recogieron muestras de hojas, ramas y raíces caídas en diferentes estado de descomposición, mientras que las muestras de suelos fueron realizadas de manera superficial a una profundidad de < 10cm, lo cual nos lleva los resultados en la tabla 21, los cuales fueron resultado de los análisis mediante un analizador elemental en el INIAP de Quito, arrojando resultados como: Necromasa

(hojas caídas) en la Z1/ Valdivia 38.99%, Z2/ Valdivia con 29.15% y Z1/ Olón con 47.58%, Necromasa ramas y raíces caídas en Z1/Valdivia 37.08%, Z2/ Valdivia con 42.74%, Z1/Olón con 53.42%, mientras que en suelo <10cm, se obtuvo en Z1/Valdivia 1.20%, Z2/ Valdivia 2.04%, Z1/ Olón con 1.10%. Siendo Z1/ Olón quien captura más % de carbono en Necromasa, sin embargo, en los análisis de suelo, el % de carbono presente varió, posicionando como mayor materia con Carbono a Z2 /Valdivia como se puede observar en la gráfica 8.

8.2 Comparación entre la Captura de Carbono del manglar el Azufre y el manglar el Cangrejal

Tabla 22. Comparación de la biomasa del fuste, biomasa total, extensión de los manglares y carbono (ton/ha) total en el manglar el Azufre y El Cangrejal

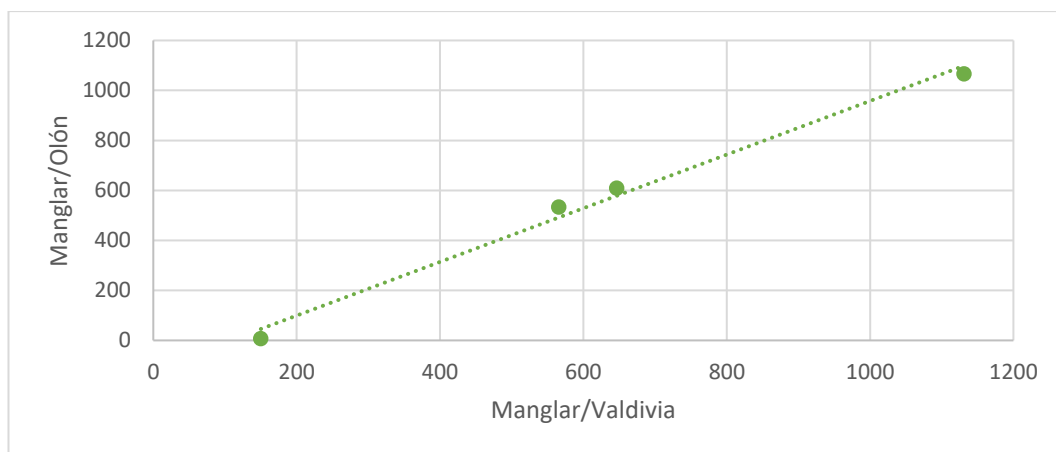
| | Manglar/Valdivia | Manglar/Olón |
|--|-------------------------|---------------------|
| Biomasa total de Fuste (ton/ha) | 646.3391316 | 608.960839 |
| Biomasa total (ton/ha) | 1131.09348 | 1065.681468 |
| Carbono total almacenado | 565.5467402 | 532.8407341 |
| Extensión del humedal por ha | 150 | 6.8 |
| Carbono almacenado por ha | 84832.01103 | 3623.316991 |



Gráfica 9. Comparación de los datos de ambos Manglares (El Azufre y El Cangrejal)

De acuerdo a la gráfica 9, la cantidad estimada de carbono almacenado por hectárea en las dos comunas evaluadas es de 84832.01 ton/ha, en Valdivia y 3623.31 ton/ha en Olón, lo cual desde una perspectiva superficial indicaría que Valdivia captura más carbono que Olón, sin embargo, se debe tener en cuenta que las hectáreas por cada manglar son diferentes, al tener 150 ha el manglar el Azufre y tan solo 6.8 ha el manglar El Cangrejal, se deben apreciar los demás datos, como lo son: Biomasa total, Carbono total almacenado en los transectos, se puede observar que sus datos no varían en grandes rasgos, si se toma en cuenta los resultados de la estimación de carbono por medio de las ecuaciones alométricas, pues al observar las barras de error presentes en la gráfica 9. Mientras que en la gráfica 10 se observa como las

zonas de Olón y Valdivia son muy correlacionales entre ellas es decir que su coeficiente de correlación es cercano a 1, y su dispersión es muy poca.



Gráfica 10. Dispersión y correlación de los datos de ambos manglares

8.3 Valoración bioeconómica del carbono en los manglares estudiados

Una vez obtenidos los stocks de carbono por hectárea, especies y totales presentes en el área de estudio, el siguiente paso fue evaluar estos stocks en términos monetarios. Esta es la parte central del propósito de este trabajo.

Tabla 23. Valoración bioeconómica por hectárea en ambos manglares, manglares, El Azufre y El Cangrejal

| Zonas | Especie de Manglar | Carbono total ton/ha | Precio del Mercado Carbono (U\$\$/ton CO2) | Valor económico |
|----------------------|--------------------------|----------------------|--|-----------------|
| Manglar el Azufre | <i>Rhizophora mangle</i> | 565.5467402 | 0.3 | 169.6640221 |
| Manglar el Cangrejal | <i>Rhizophora mangle</i> | 532.8407341 | | 159.8522202 |

Para calcular el valor económico del carbono de las especies se optó por utilizar el precio de mercado de cumplimiento que utilizan las empresas o gobiernos, el cual

a su vez está regulado por los sistemas de reducción de carbono establecidos. Aquí se utilizó el valor de los CERs para los años 2022 - 2023. El precio promedio anual del carbón es de US\$ 0,30/t CO₂

Para capturar todos los valores que componen un ecosistema forestal como el manglar, se utiliza el concepto de Valor Económico Total (VET). La Tabla 23 muestra los valores de los dos servicios ambientales considerados en este estudio. El VET se determinó a partir de la evaluación del Servicio de Almacenamiento de Carbono, donde cada hectárea de manglar en el Estero Azufre tiene un valor de \$169.66, mientras que el manglar de Cangrejal tiene un valor de \$159.85 por cada hectárea de las zonas.

9. DISCUSIÓN

Esta investigación en los manglares de la comuna Valdivia y Olón registraron varios individuos de la especie *Rhizophora mangle* con las variables principales de altura y diámetro a la altura del pecho, las cuales fueron fundamentales para la estimación mediante las ecuaciones alométricas que permiten medir la cantidad de carbono capturado por cada hectárea de Manglar. Por lo cual, los resultados del suministro de carbono total en este estudio corresponden a 565.54 ton en la zona de Valdivia y 532.84 ton en la zona de Olón, lo cual indica que la hipótesis inicial no es acertada, pues de acuerdo con el (gráfico 9 y 10) la eficiencia como sumidero de carbono no difiere en gran medida entre ambas zonas a pesar de tener condiciones diferentes, esto puede deberse a que solo se realizó la estimación con la especie *Rhizophora mangle*.

En relación con lo anteriormente expuesto, es importante mencionar el estudio de captura de carbono de *Rhizophora mangle* por (Pita, 2020) presentó los resultados de 743.81 ton/ha de carbono, que son similares a los resultados obtenidos en el presente estudio, aunque existe mayor similitud con el trabajo presentado por (Ernesto, 2019) que realizó un estudio en Esmeraldas en manglares de la misma especie, presentando un total de 446.94 ton/ha.

En base a los resultados obtenidos por medio de análisis de laboratorio (observe tabla 21) se puede afirmar que tanto la necromasa de hojas caídas y la necromasa de ramas, presentaron más porcentaje de absorción de CO que el suelo, sin embargo,

esto no quiere decir que el suelo absorba menos CO₂, pues tal y como lo expresa (Nature, 2021) las plantas y el suelo absorben aproximadamente el 30% del CO₂ causado por combustibles fósiles, por ende, el resultado de menor % de carbono en el suelo puede deberse a que las muestras fueron tomadas en una superficie < a 10cm, por eso es recomendable realizar estudios con diferentes profundidades del suelo, para tener una idea más acertada de cuanto es el porcentaje que puede llegar a tener el suelo, y la razón es porque el carbono ingresa al suelo de dos formas principales. mantillo y biomasa de raíces. La diferencia de profundidad está relacionada con la contribución de las raíces profundas a la acumulación total de carbono. Además, la tasa de degradación depende de la población microbiana del suelo y de las propiedades del material vegetal. Por último, en cuanto a la Valoración bioeconómica que se les dio a los manglares de las diferentes comunas estudiadas, se tomó como guía al estudio realizado por (Cantos et al., 2021) donde indica el valor de ton de Carbono en el mercado anual.

10. CONCLUSIONES

Los resultados de la recolección y análisis de las reservas y flujos de carbono de los manglares actualmente son pocos estudios que evalúan todas las especies de Corg en diferentes tipos de manglares. Se necesitan más datos de campo y mapas detallados de manglares por área y región para tener una mayor precisión en la obtención de datos. Por otro lado, al medir la capacidad de captura del carbono en los manglares del Azufre y el Cangrejal se ha determinado como grandes sumideros de 565.54 ton en la zona de Valdivia y 532.84 ton en la zona de Olón, en referencia a otros estudios de estimación de captura de carbono realizados en otras áreas protegidas nacionales, cabe señalar que, si estos valores se multiplican por el área total calculada de manglares rojos, se obtendrá un valor estimado de 84832.01 ton/ha en Valdivia y en Olón un 3623.31 ton/ha, lo que ayuda significativamente a reducir las emisiones a la atmósfera, contribuyendo así positivamente al cambio climático.

Los resultados de laboratorio se combinan con otros estudios que lleva a pensar en el dilema de si es la hojarasca la que influencia al suelo a capturar más carbono, pues al realizar un análisis de suelo superficial, dio % bajos en comparación con la necromasa sobre el suelo (Mantillo).

La valoración bioeconómica de los manglares en base a él carbono capturado fue favorable, pues se obtuvo de cada hectárea de manglar un valor de \$169.66, y \$159.85 por hectárea, siendo el manglar del Azufre y el Cangrejal los que obtienen estos valores por hectárea respectivamente.

11. RECOMENDACIONES

- Evaluar otras formas de muestreo que no hayan sido consideradas durante este estudio, para mejorar la generación de valores, a datos más cercanos de la cantidad de carbono almacenado en la comuna de Olón y Valdivia.
- Realizar otro tipo de metodología para estimar la captura de carbono para así generar comparativas y disminuir el error en la estimación del carbono.
- Para la posterior cuantificación de carbono, se recomienda determinar la proporción o porcentaje de carbono presente en la biomasa de cada especie de manglar. Esto nos permite saber exactamente cuánto carbono se almacena. Por lo que se debe estudiar sobre la vegetación en las zonas de estudio para medir la captura de carbono de la biomasa vegetal por los sedimentos del suelo.
- Evaluar el uso de los ecosistemas de manglar, para abordar una metodología que involucre diversas relaciones entre variables que definen patrones actuales de uso de los recursos ecosistemáticos, y adaptar propuestas de manejo acordadas con los usuarios de este sistema.
- La biomasa subterránea (raíces) debe evaluarse porque el suelo y las raíces absorben algo de carbono, y el metabolismo de las raíces libera CO₂ del suelo a la atmósfera.
- Se recomienda estudiar la hojarasca teniendo en cuenta la edad de la especie, porque los primeros estudios mostraron que las emisiones de carbono aumentaron en las granjas pequeñas y disminuyeron con el tiempo.

12. BIBLIOGRAFÍA

Abud, J. J. G., Tamayo, R. L., Regueiro, F. B., Bernal, B. B., Tinoco, F. O., Álvarez, L. A. M., Corre, L. C., López, M. P. E., Díaz, S. A., Sánchez, A. A., Mata, M. Á. A., Trujillo, I. C., Hernández, M. E. M., Guillaumin, G. C., Romero, H. G. M., & Sánchez, V. H. G. (2013). Estrategia Nacional de Cambio Climático. Gob.mx.

<https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/41978/Estrategia-Nacional-Cambio-Climatico-2013.pdf>

Alongi, D. m. (2009). The Energetic of Mangrove Forest. Scirp.org. [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453edsnp55rrgjt55\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1524278](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453edsnp55rrgjt55))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1524278)

Coppini, M. V. (2019). Calentamiento global, cambio climático y efecto invernadero. Geoinnova; Asociación Geoinnova. <https://geoinnova.org/blog-territorio/calentamiento-global-cambio-climatico-efecto-invernadero/>

Fernández, J. L. U. (2013). El cambio climático sus causas y efectos medioambientales. Unirioja.es. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4817473>

Donato, D. C., Kauffman, J. B., Murdiyarso, D., Kurnianto, S., Stidham, M., & Kanninen, M. (2011). Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, 4(5), 293–297. <https://doi.org/10.1038/ngeo1123>

Ramos, X. (2020, julio 26). La pérdida del manglar no se detiene en Ecuador pese a que tiene protección legal. *El Universo*. <https://www.eluniverso.com/noticias/2020/07/26/nota/7920081/manglares-ecuador-tala-sanciones/>

Rodríguez, M. (2021). Alrededor del 4.3% de los manglares del mundo desaparecieron en las últimas dos décadas. *La Estrella de Panamá*. <https://www.laestrella.com.pa/cafe-estrella/planeta/210730/alrededor-4-3-manglares-nivel-mundial-desaparecieron-ultimas-decadas>

Mundial, B. (2019, enero 18). Cinco razones para cuidar los manglares. *World Bank; Banco Mundial*. <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/01/17/cinco-razones-para-cuidar-los-manglares>

Otero, M., Piñeiro, N., Levallois, O., Otero Capítulo, M., Otero, .: M., Walton, M. E. M., Piñeiro, .: N., Mateo, M. A., Terrados, J., Bacci, T., Didden, K., Porta, B. L., Teunis, M., & Bouma, T. (2022). Contribuciones principales por

sección: Capítulo 1. Iucn.org. https://www.iucn.org/sites/default/files/2022-08/manualcarbonoazul_esp_lr-impo.pdf

Camacho & Ariosa . (2000). *Hogaresjuvenilescampesinos.org*. Recuperado el 14 de enero de 2022, de [hogaresjuvenilescampesinos.org: https://hogaresjuvenilescampesinos.org/gallery/diccionario_ambiental.pdf](https://hogaresjuvenilescampesinos.org/gallery/diccionario_ambiental.pdf)

Moreno, Cerón, Cerón Bretón, Guerra, Amador, Huerta. (Mayo de 2010). *Biblat.unam.mx*. Recuperado el 18 de enero de 2022, de <https://biblat.unam.mx/hevila/unacartecnociencia/2010/no1/3.pdf>

A., Thomas, T., & Lubchenco, J. (2017). *Static*. Recuperado el 25 de enero de 2022, de https://static1.squarespace.com/static/5c7463aaa9ab95163e8c3c2e/t/5f2786409526e63b9bb73185/1596425796132/BCI+NDC_execsum_Spanish_Final_singles.pdf

AGEARTH. (3 de febrero de 2021). Recuperado el 25 de FEBRERO de 2022, de <https://www.agearthecuador.org/wp2020/2021/02/03/manglares-que-son-cual-es-su-importancia/>

Agraz, Chan-Keb, Chávez, Osti-Sáenz, Díaz. (2020). *Scielo*. Recuperado el 30 de enero de 2022, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S1870-34532020000100310

Argentina.gob. (07 de octubre de 2020). Recuperado el 25 de enero de 2022, de <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/contenidos/humedales>

CATIE. (s.f.). *Ilibrary.co*. Recuperado el 6 de enero de 2022, de <https://library.co/document/zgro3e2q-valoracion-economica-manglares-david-humedal-montijo-informe-tecnico.html>

Cisneros, Herrera, Teutli, Ramírez, Moreno, Pérez, Canul, Mendoza, Montero, Paz, Cuesta. (2021). *Cifor.org*. (SWAMP, Productor) Recuperado el 15 de octubre de 2021, de https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Reports/Manual-SWAMP-sp.pdf

CONACYT. (26 de julio de 2018). *CONACYT*. Recuperado el 18 de enero de 2022, de <https://www.iagua.es/noticias/conacyt/importancia-manglares>

Ecoestrategia.com. (s.f.). Recuperado el 14 de enero de 2022, de [ecoestrategia.com](http://www.ecoestrategia.com):

<http://www.ecoestrategia.com/articulos/glosario/glosario.pdf>

Encolombia. (22 de agosto de 1999). Recuperado el 1 de abril de 2022, de <https://encolombia.com/medio-ambiente/humedales/bogotah/hhb/hume-bogota-intro/>

Evans, M. (24 de julio de 2020). *News.globallandscapesforum.org*. Recuperado el 4 de enero de 2022, de <https://news.globallandscapesforum.org/es/45860/manglar-el-ecosistema-anfibio-mas-importante-del-planeta-para-el-secuestro-de-carbono/>

Fundación Aquae. (14 de febrero de 2020). *Fundación Aquae*. Recuperado el 14 de diciembre de 2021, de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/carbono-azul-contra-cambio-climatico/>

Gonzalez, M. (24 de mayo de 2018). *Efeverde*. Recuperado el 15 de enero de 2022, de <https://www.efeverde.com/blog/blognosmojamos/manglares>

Hernández eta. (2020). *CIFOR*. Recuperado el 2022 de marzo de 24, de CIFOR: https://www.cifor.org/publications/pdf_files/Books/2020-Guia-SWAMP.pdf

Herrera, Camacho, Eunice, Pech, Ramírez y Teutli . (2016). *Scielo*. Recuperado el enero de 2022, de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n1/2395-8030-tl-34-01-00061.pdf>

Julio. (18 de julio de 2017). Recuperado el 15 de enero de 2022, de <https://ecoosfera.com/medio-ambiente/manglares-el-impacto-humano-y-sus-consecuencias/>

MAATE. (2017). Recuperado el 10 de abril de 2022, de <https://www.grupo-epm.com/site/museodelagua20viejo/manglares>

Mendoza-Cariño, M. (octubre de 2018). *Researchgate.net*. Recuperado el 15 de octubre de 2021, de https://www.researchgate.net/publication/328030981_Biomasa_aerea_y_captura_de_carbono_en_manglares_de_la_zona_arida_del_noroeste_de_Mexico_Bahia_del_Tobari_y_estero_El_Sargento_Sonora

Miller, Vandome, mcbrewster. (2010). Recuperado el 15 de enero de 2022, de <https://mangroves.elaw.org/es/node/35#:~:text=El%2042%25%20de%20los%20hogares,de%20manglar%20para%20obtener%20ingresos.>

Orrala, Reyes . (2017). *Repositorio.upse.edu.ec*. Recuperado el 20 de enero de 2022, de <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4174/1/UPSE-TDT-2017-0026.pdf>

Ortiz, L. D. (2021). *Bdigital*. Recuperado el enero de 2022, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/7182/1/IAD-2021-T015.pdf>

PARDO, D. B. (marzo de 2007). *Repositoriodigital.ipn.mx*. Recuperado el 3 de abril de 2022, de [repositoriodigital.ipn.mx: https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/13739/1/benitesp2.pdf](https://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/123456789/13739/1/benitesp2.pdf)

Plan de manejo REMAPE. (2014). En R. D. Silvestre, *plan de manejo*. Santa elena: Msc. Mayra Vera Hidalgo. Recuperado el 24 de febrero de 2022, de http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/sites/default/files/GUIA_PARQUES_13-2014.pdf

PNUD. (24 de mayo de 2017). *Lac wetlands*. Recuperado el 14 de enero de 2022, de <https://lac.wetlands.org/noticia/medicion-carbono-los-manglares-panama-preguntas-respuestas-qa/#:~:text=Los%20manglares%20absorben%20enormes%20cantidades,generan%20el%20cambio%20clim%C3%a1tico%20global.>

Reese, R. D. (2014). Recuperado el 17 de febrero de 2022, de http://www.rncalliance.org/webroot/rncalliance/Shops/rncalliance/4C12/F0C5/C677/9324/2525/C0A8/D218/7C8F/Reese_Ronald.pdf

REMAPE. (2019). *Areas protegidas*. Recuperado el 4 de enero de 2022, de <http://areasprotegidas.ambiente.gob.ec/es/areas-protegidas/reserva-marina-el-pelado>

Reyes, W. (2018). *Repositorio.cientifica.edu.pe*. Recuperado el 15 de Diciembre de 2021, de https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/536/TL_Ampuero_Reyes.pdf?Sequence=1&isallowed=y

Rodríguez & Ebertseder. (2019). Módulo 5: Bioeconomía (Diversificación de ingresos, Turismo, Valor agregado a productos del manglar). En J. Rodríguez, & M. Ebertseder. Quito, Ecuador: Marjorie Izurieta. Recuperado el 10 de abril de 2022, de <https://www.bivica.org/file/view/id/5650>

Salazar, K. (12 de julio de 2018). *Latinclima.org*. Recuperado el 5 de enero de 2022, de <https://latinclima.org/articulos/estudio-permite-determinar-con-mayor-precision-captura-de-carbono-en-manglares-para>

UNESCO. (2018). *UNESCO*. Recuperado el 2 de julio de 2022, de <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000261494>

Veracruz Gobierno del Estado. (2 de febrero de 2019). *Veracruz.gob*. Recuperado el 5 de enero de 2022, de <http://www.veracruz.gob.mx/medioambiente/dia-de-los-humedales/#:~:text=El%20manglar%20es%20uno%20de,marinos%20y%20arrecifes%20de%20coral>.

Webnode. (s.f.). *Conociendolon0*. Recuperado el 10 de diciembre de 2021, de <https://conociendolon0.webnode.com.ve/el-cangrejal/>

Wildaid. (22 de noviembre de 2018). Recuperado el 13 de enero de 2022, de <https://proyectomarinocostero.com.ec/wp-content/uploads/2020/03/2018-11-12.-Producto-3.-Plan-de-cyv-revision-MAE-DV.pdf>

WILDAID. (noviembre de 2018). *Https://proyectomarinocostero.com*. Recuperado el 8 de enero de 2022, de <https://proyectomarinocostero.com.ec/wp-content/uploads/2020/03/2018-11-12.-Producto-3.-Plan-de-cyv-revision-MAE-DV.pdf>

World Bank Group. (18 de enero de 2019). Recuperado el 17 de enero de 2022, de <https://www.bancomundial.org/es/news/feature/2019/01/17/cinco-razones-para-cuidar-los-manglares>

World wetlands day. (2019). *Org*. Obtenido de <https://www.un.org/es/observances/world-wetlands-day>

Aguirre, N. (2021, febrero 9). Manglares Y Normativa Ecuatoriana. Noboa, Peña & Torres Abogados. [Https://www.mondaq.com/climate-change/1034674/manglares-y-normativa-ecuatoriana](https://www.mondaq.com/climate-change/1034674/manglares-y-normativa-ecuatoriana)

Aquae, F. (2020, febrero 14). El carbono azul, importante contra el cambio climático. Fundación Aquae. [Https://www.fundacionaquae.org/wiki/carbono-azul-contra-cambio-climatico/](https://www.fundacionaquae.org/wiki/carbono-azul-contra-cambio-climatico/)

Ayala, L., Villa, M., Mendoza, Z. A., & Mendoza, N. A. (2014). Cuantificación del carbono en los páramos del parque nacional Yacuri, provincias de Loja y Zamora Chinchipe, Ecuador. CEDAMAZ, 4(1).
<https://revistas.unl.edu.ec/index.php/cedamaz/article/view/237>

Barrezueta, S., Cervantes-Alava, A., Ullauri-Espinoza, M., Barrera-Leon, J., & Condoy-Gorotiza, A. (2020). EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE IGNICIÓN PARA DETERMINAR MATERIA ORGÁNICA EN SUELOS DE LA PROVINCIA EL ORO-ECUADOR. FAVE., 19(2), 25–36.
<https://doi.org/10.14409/fa.v19i2.9747>

Bodero, A. (2005). EL BOSQUE DE MANGLAR DE ECUADOR. Rts.ec.
http://www.rts.ec/difusion_ambiental/manglares_ecuador.pdf

Cantos, M. E. R., Tenesaca, D. C. V., & Chumaña, J. C. V. (2021). VALORACIÓN ECONÓMICA DE LOS SERVICIOS DE ALMACENAMIENTO DE CO₂ Y FILTRACIÓN DEL AGUA DE LOS MANGLARES DEL GOLFO DE GUAYAQUIL. Revista Geoespacial, 18(2), 18–32.
<https://journal.espe.edu.ec/ojs/index.php/revista-geoespacial/article/view/2584>

Cisneros, Herrera-Silveira, J. A., Teutli-Hernández, C., Ramírez-García, S. A., Moreno-Martínez, A., Mendoza-Martínez, J., Montero-Muñoz, J., Paz-Pellat, F., Roman-Cuesta, R. M., Manual Para, L., Silveira, J. A. H., Diana, D., Cisneros De La Cruz, J., Teutli-Hernández, D. C., Biol, Silvia, A., Moreno Martínez, B. A., Juan, M C, ... Guerra, A. (2021). MANUAL PARA LA MEDICIÓN, MONITOREO Y REPORTE DEL CARBONO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO EN MANGLARES EN RESTAURACIÓN. Corescam.org. https://corescam.org/wp-content/uploads/2021/05/Manual-captura-de-carbono-en-manglares-y-reporte-de-GEI_Abril2021.pdf

Daza, J. M. (2020, julio 26). Las amenazas que ponen en riesgo nuestros manglares. El Heraldo. <https://www.elheraldo.co/medio-ambiente/las-amenazas-que-ponen-en-riesgo-nuestros-manglares-745409>

De la Peña, A., Rojas, C. A., & De la Peña, M. (2010). Valoración económica del manglar por el almacenamiento de carbono, en la Ciénaga Grande de Santa Marta. *Clío América*, 4(7), 133–150. <https://doi.org/10.21676/23897848.400>

Del ambiente, M. (2019). Conservation.org.
<https://www.conservation.org/docs/default-source/ecuador-documents/pan-manglares-ecuador.pdf>

ELAW. (2020). Amenazas a los Manglares. Elaw.org.
<https://mangroves.elaw.org/es/threats>

Ernesto, B. W. K. (2019). EVALUACIÓN DEL POTENCIAL DE CAPTURA DE CARBONO POR LA ESPECIE (*Rhizophora mangle*) MEDIANTE ECUACIONES ALOMÉTRICAS EN EL REFUGIO DE VIDA SILVESTRE MANGLARES DEL ESTUARIO RÍO ESMERALDA. Edu.ec.
<https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/BRUNO%20WAIBEL%20KEVIN%20ERNESTO.pdf>

FAO. (2020). El Estado de los Bosques del Mundo 2020: Los Bosques, la Biodiversidad y las Personas. Food & Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

Herrera Silveira, J. A., Camacho Rico, A., Pech, E., Pech, M., Ramírez, J., & Teutli Hernández, C. (2016). Dinámica del carbono (almacenes y flujos) en manglares de México. *Terra Latinoamericana: órgano científico de la Sociedad*

Mexicana de la Ciencia del Suelo, A.C, 34(1), 61–72.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?Script=sci_arttext&pid=S0187-57792016000100061

Kanninen, M. (2010). Secuestro de Carbono en bosques, su papel en el ciclo global. Fao.org. <https://www.fao.org/3/y4435s/y4435s09.htm>

MAATE. (2020, junio 26). La conservación del ecosistema de manglar una prioridad para el país – Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica. Gob.ec. <https://www.ambiente.gob.ec/la-conservacion-del-ecosistema-de-manglar-una-prioridad-para-el-pais/>

Manglares de Ecuador. (2022, julio 27). Ecuador Travel Press. <https://ecuador.travel/press/manglares-de-ecuador/>

Merchán, R. M. L. (2017). VALORACIÓN DE CARBONO EN LA NECROMASA Y SUELO DEL BOSQUE PROTECTOR AGUARONGO, PROVINCIA DEL AZUAY, ECUADOR. Edu.ec. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/14329/1/UPS-CT007037.pdf>

Nature. (2021, marzo 24). Los suelos o las plantas absorberán más CO₂ a medida que aumenten los niveles de carbono. Niusdiario. https://www.niusdiario.es/ciencia-y-tecnologia/ciencia/plantas-suelo-absorberan-co2-aumenten-niveles-carbono_18_3111420311.html

Orrala, J. F. R. (2017). USO SUSTENTABLE DEL BOSQUE PROTECTOR “EL CANGREJAL” COMO ALTERNATIVA DE DESARROLLO ECOTURÍSTICO DE LA COMUNA OLÓN, PROVINCIA DE SANTA ELENA. Repositorio.upse.edu.ec. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4174/1/UPSE-TDT-2017-0026.pdf>

Pita, R. F. (2020). CAPTURA DE CARBONO DEL MANGLE ROJO (*Rhizophora mangle*) EN EL ÁREA NACIONAL DE RECREACIÓN ISLA SANTAY TRABAJO NO EXPERIMENTAL. Edu.ec. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/PITA%20VILLAMAR%20ROBERTO%20FLAVIO.pdf>

Ponce, E., & Israel, D. (2017). Valoración Económica del Secuestro y Almacenamiento de Carbono en la Cuenca del Río Coca Mediante el Uso del Software invest para los Escenarios Propuestos por el Proyecto TEEB-Ecuador. Quito, 2017.

Quiceno-Urbina, N.-J., Tangarife-Marín, G.-M., & Álvarez-León, 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>

Solá, M. A. (2016). Impacto económico de la pérdida de los servicios ambientales del manglar en Guayas. Edu.ec. <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/11508/Marcela%20Sol%20a-%20Impacto%20econ%20C3%b3mico%20de%20la%20p%20C3%a9rdida%20de%20los%20servicios%20ambientales%20del%20Guayas.pdf?Sequence=1&isallowed=y>

Thomas, T., & Lubchenco, J. (2013). EL CARBONO AZUL Y LAS CONTRIBUCIONES DETERMINADAS A NIVEL NACIONAL. Squarespace.com. <https://n9.cl/q7j5b>

13. ANEXOS



Anexo 1. Manglares Adultos del Estuario El Azufre



Anexo 3. Plántula de Rhizophora mangle



Anexo 2. Necromasa sobre el suelo del manglar.



Anexo 4. Probando profundidad requerida para el análisis



Anexo 5. Medida de ramas sobre el suelo que sean aptos para el análisis



Anexo 6. Muestra de hojas recolectadas del manglar



Anexo 7. Muestra de suelo de superficie <10cm



Anexo 8. Muestra de ramas sobre el suelo con un largo aproximado > 2.5 cm



Anexo 9. Rotulación de las muestras tomadas en las zonas de estudio.



Anexo 10. Toma de muestras para su posterior análisis en el laboratorio

| ZONA 1/ VALDIVIA | | |
|-------------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 1 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,0035 | 0,0039 |
| 2 | 0,0015 | 0,0013 |
| 3 | 0,0031 | 0,0047 |
| 4 | 0,0035 | 0,0048 |
| 5 | 0,0011 | 0,001 |
| Prom. | 0,00254 | 0,00314 |
| Dev. Est. | 0,00115239 | 0,00185284 |
| Máxima | 0,0035 | 0,0048 |
| Mínima | 0,0011 | 0,001 |
| Co. Var | 45,37% | 59,01% |

Anexo 11. Tabla con datos de cada árbol, transecto 1/Z1 Valdivia

| ZONA 1/ VALDIVIA | | |
|-------------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 2 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,0056 | 0,00709 |
| 2 | 0,00179 | 0,00167 |
| 3 | 0,00257 | 0,00241 |
| 4 | 0,00669 | 0,00642 |
| 5 | 0,00764 | 0,0099 |
| 6 | 0,00866 | 0,01325 |
| 7 | 0,0108 | 0,01252 |
| Prom. | 0,00625 | 0,00760857 |
| Dev. Est. | 0,0032273 | 0,00456749 |
| Máxima | 0,0108 | 0,01325 |
| Mínima | 0,00179 | 0,00167 |
| Co. Var | 51,64% | 60,03% |

Anexo 12. Tabla con datos de cada árbol, transecto 2/Z1 Valdivia

| ZONA 1/ VALDIVIA | | |
|-------------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 3 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,00974 | 0,01705 |
| 2 | 0,00446 | 0,00657 |
| 3 | 0,00203 | 0,00185 |
| 4 | 0,01029 | 0,0124 |
| 5 | 0,011 | 0,01647 |
| 6 | 0,0108 | 0,01914 |
| 7 | 0,0053 | 0,00531 |
| 8 | 0,00287 | 0,00271 |
| 9 | 0,00623 | 0,00701 |
| Prom. | 0,00696889 | 0,00983444 |
| Dev. Est. | 0,00354357 | 0,00654679 |
| Máxima | 0,011 | 0,01914 |
| Mínima | 0,00203 | 0,00185 |
| Co. Var | 50,85% | 66,57% |

Anexo 13, Tabla con datos de cada árbol, transecto 3/Z1 Valdivia

| ZONA 1/ VALDIVIA | | |
|-------------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 4 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,00257 | 0,00247 |
| 2 | 0,01029 | 0,0122 |
| 3 | 0,0121 | 0,01827 |
| 4 | 0,00203 | 0,00141 |
| 5 | 0,00814 | 0,0108 |
| 6 | 0,00669 | 0,00993 |
| Prom. | 0,00697 | 0,00918 |
| Dev. Est. | 0,00406325 | 0,00632981 |
| Máxima | 0,0121 | 0,01827 |
| Mínima | 0,00203 | 0,00141 |

Co. Var 58,30% 68,95%

Anexo 14. Tabla con datos de cada árbol, transecto 4/ Z1 Valdivia

| ZONA 1/ VALDIVIA | | |
|-------------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 5 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,00814 | 0,01148 |
| 2 | 0,00497 | 0,0122 |
| 3 | 0,00537 | 0,00141 |
| 4 | 0,00134 | 0,0108 |
| Prom. | 0,004955 | 0,0089725 |
| Dev. Est. | 0,00279195 | 0,00507397 |
| Máxima | 0,00814 | 0,0122 |
| Mínima | 0,00134 | 0,00141 |
| Co. Var | 56,35% | 56,55% |

Anexo 15. Tabla con datos de cada árbol, transecto 5/ Z1 Valdivia

| ZONA 2/ VALDIVIA | | |
|-------------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 1 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,00179 | 0,00091 |
| 2 | 0,0096 | 0,00045 |
| 3 | 0,00134 | 0,00064 |
| 4 | 0,00114 | 0,000615 |
| Prom. | 0,0034675 | 0,00065375 |
| Dev. Est. | 0,00409736 | 0,000190498 |
| Máxima | 0,0096 | 0,00091 |
| Mínima | 0,00114 | 0,00045 |
| Co. Var | 118,16% | 29,14% |

Anexo 16. Tabla con datos de cada árbol, transecto 1/ Z2 Valdivia

| ZONA 2/ VALDIVIA | | |
|-------------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 2 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,00079 | 0,000385 |
| 2 | 0,000509 | 0,000269 |
| 3 | 0,000644 | 0,00042 |
| 4 | 0,000408 | 0,00022 |
| 5 | 0,000286 | 0,000127 |
| Prom. | 0,0005274 | 0,0002842 |
| Dev. Est. | 0,00019712 | 0,00012007 |
| Máxima | 0,00079 | 0,00042 |
| Mínima | 0,000286 | 0,000127 |
| Co. Var | 37,38% | 42,25% |

Anexo 17. Tabla con datos de cada árbol, transecto 2/Z2 Valdivia

| ZONA 2/ VALDIVIA | | |
|-------------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 3 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,000509 | 0,000244 |
| 2 | 0,000644 | 0,000354 |
| 3 | 0,000408 | 0,000187 |
| Prom. | 0,00052033 | 0,000261667 |
| Dev. Est. | 0,00011841 | 8,48901E-05 |
| Máxima | 0,000644 | 0,000354 |
| Mínima | 0,000408 | 0,000187 |
| Co. Var | 22,76% | 32,44% |

Anexo 18. Tabla con datos de cada árbol, transecto 3/Z2 Valdivia

| ZONA 2/ VALDIVIA | | |
|-------------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 4 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,000642 | 0,000208 |
| 2 | 0,001145 | 0,000584 |
| 3 | 0,001357 | 0,00721 |
| Prom. | 0,001048 | 0,002667333 |
| Dev. Est. | 0,00036724 | 0,003938554 |
| Máxima | 0,001357 | 0,00721 |
| Mínima | 0,000642 | 0,000208 |
| Co. Var | 35,04% | 147,66% |

Anexo 19. Tabla con datos de cada árbol, transecto 4/ Z2 Valdivia

| ZONA 2/ VALDIVIA | | |
|-------------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 5 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,00179 | 0,001002 |
| 2 | 0,000794 | 0,000341 |
| Prom. | 0,001292 | 0,0006715 |
| Dev. Est. | 0,00070428 | 0,000467398 |
| Máxima | 0,00179 | 0,001002 |
| Mínima | 0,000794 | 0,000341 |
| Co. Var | 54,51% | 69,61% |

Anexo 20. Tabla con datos de cada árbol, transecto 5/ Z2 Valdivia

| ZONA 1/ OLÓN | | |
|---------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 1 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,00385286 | 0,00433447 |
| 2 | 0,01029679 | 0,01776196 |
| 3 | 0,00155529 | 0,00150863 |
| 4 | 0,00669105 | 0,00866491 |
| 5 | 0,00814729 | 0,01291345 |
| 6 | 0,00623794 | 0,00617556 |
| 7 | 0,00497267 | 0,00706119 |
| 8 | 0,00866563 | 0,01291179 |
| Prom. | 0,00630244 | 0,0089165 |
| Dev. Est. | 0,00281329 | 0,00530593 |
| Máxima | 0,01029679 | 0,01776196 |
| Mínima | 0,00155529 | 0,00150863 |
| Co. Var | 44,64% | 59,51% |

Anexo 21. Tabla con datos de cada árbol, transecto 1/ Z1 Olón

| ZONA 1/ OLÓN | | |
|---------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 2 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,00537938 | 0,0060518 |
| 2 | 0,00229974 | 0,00213875 |
| 3 | 0,01139474 | 0,01783277 |
| 4 | 0,00203642 | 0,00283063 |
| 5 | 0,0034212 | 0,00614106 |
| 6 | 0,00497267 | 0,00537048 |
| 7 | 0,0025778 | 0,00430492 |
| 8 | 0,00420963 | 0,00858764 |
| 9 | 0,00134484 | 0,00129105 |
| Prom. | 0,00418182 | 0,00606101 |
| Dev. Est. | 0,00302967 | 0,00496358 |
| Máxima | 0,01139474 | 0,01783277 |
| Mínima | 0,00134484 | 0,00129105 |
| Co. Var | 72,45% | 81,89% |

Anexo 22. Tabla con datos de cada árbol, transecto 2/ Z1 Olón

| ZONA 1/ OLÓN | | |
|---------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 3 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,00350884 | 0,0036492 |
| 2 | 0,01088037 | 0,01996549 |
| 3 | 0,00229957 | 0,00204661 |
| 4 | 0,00064422 | 0,0004123 |
| 5 | 0,00537938 | 0,00747733 |
| 6 | 0,00321097 | 0,00600451 |
| 7 | 0,00287286 | 0,00514242 |
| 8 | 0,00179046 | 0,00264988 |
| 9 | 0,00420963 | 0,00416753 |
| 10 | 0,00669105 | 0,00812963 |
| Prom. | 0,00414873 | 0,00596449 |
| Dev. Est. | 0,00293401 | 0,00547149 |
| Máxima | 0,01088037 | 0,01996549 |
| Mínima | 0,00064422 | 0,0004123 |
| Co. Var | 70,72% | 91,73% |

Anexo 23. Tabla con datos de cada árbol, transecto 3/ ZI Olón

| ZONA 1/ OLÓN | | |
|---------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 4 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,00350884 | 0,00324568 |
| 2 | 0,00919827 | 0,01572903 |
| 3 | 0,00287191 | 0,00295807 |
| 4 | 0,00287191 | 0,00410683 |
| 5 | 0,00580072 | 0,00919413 |
| 6 | 0,00866563 | 0,01278181 |
| 7 | 0,00079573 | 0,00073605 |
| 8 | 0,00114591 | 0,00123185 |
| 9 | 0,00134484 | 0,00167433 |
| 10 | 0,00096288 | 0,0013673 |
| 11 | 0,00287191 | 0,00455198 |
| 12 | 0,0025778 | 0,00252624 |
| Prom. | 0,00355136 | 0,00500861 |
| Dev. Est. | 0,00286652 | 0,0049014 |
| Máxima | 0,00919827 | 0,01572903 |

| | | |
|----------------|------------|------------|
| Mínima | 0,00079573 | 0,00073605 |
| Co. Var | 80,72% | 97,86% |

Anexo 24. Tabla con datos de cada árbol, transecto 4/ Z1 Olón

| ZONA 1/ OLÓN | | |
|---------------------|-------------------|----------------|
| TRANSECTO 5 | | |
| N° árbol | Área basal | Volumen |
| 1 | 0,00669105 | 0,0082969 |
| 2 | 0,0025778 | 0,00253913 |
| 3 | 0,01031298 | 0,01253028 |
| 4 | 0,00814857 | 0,01295622 |
| 5 | 0,00134484 | 0,0016945 |
| 6 | 0,00580072 | 0,00542367 |
| Prom. | 0,00581266 | 0,00724012 |
| Dev. Est. | 0,00337363 | 0,00485652 |
| Máxima | 0,01031298 | 0,01295622 |
| Mínima | 0,00134484 | 0,0016945 |
| Co. Var | 58,04% | 67,08% |

Anexo 25. Tabla con datos de cada árbol, transecto 5/ Z1 Olón

| ZONA 1 / VALDIVIA | | |
|----------------------------|------------|-------------------|
| Árboles por parcela | DAP | ALTURA (m) |
| 1 | 0,0668 | 2,25 |
| 2 | 0,0445 | 1,75 |
| 3 | 0,0636 | 3,01 |
| 4 | 0,06684 | 2,75 |
| 5 | 0,03819 | 1,85 |
| 1 | 0,085 | 2,5 |
| 2 | 0,0477 | 1,87 |
| 3 | 0,0572 | 1,92 |
| 4 | 0,00923 | 2,92 |
| 5 | 0,0986 | 2,59 |
| 6 | 0,105 | 3,06 |

| | | |
|--------------|------------|------------|
| 7 | 0,1177 | 2,32 |
| 1 | 0,1114 | 3,5 |
| 2 | 0,0795 | 2,65 |
| 3 | 0,0509 | 1,82 |
| 4 | 0,1145 | 2,42 |
| 5 | 0,1209 | 2,87 |
| 6 | 0,1177 | 3,52 |
| 7 | 0,0827 | 1,98 |
| 8 | 0,06047 | 1,89 |
| 9 | 0,08912 | 2,25 |
| 1 | 0,05729 | 1,92 |
| 2 | 0,1145 | 2,37 |
| 3 | 0,1241 | 3,02 |
| 4 | 0,0509 | 1,39 |
| 5 | 0,10185 | 2,66 |
| 6 | 0,09233 | 2,97 |
| 1 | 0,10185 | 2,82 |
| 2 | 0,1079 | 1,91 |
| 3 | 0,0827 | 2,15 |
| 4 | 0,0413 | 1,95 |
| Prom. | 0,08071839 | 2,41451613 |

ZONA 2 / VALDIVIA

| Árboles por parcela | DAP | ALTURA (m) |
|----------------------------|------------|-----------------------|
| 1 | 0,04774 | 1,02 |

| | | |
|--------------|------------|------------|
| 2 | 0,035 | 0,95 |
| 3 | 0,0827 | 0,97 |
| 4 | 0,0413 | 1,08 |
| <hr/> | | |
| 1 | 0,03318 | 0,97 |
| 2 | 0,0254 | 1,06 |
| 3 | 0,02864 | 1,32 |
| 4 | 0,02281 | 1,08 |
| 5 | 0,01909 | 0,89 |
| <hr/> | | |
| 1 | 0,02549 | 0,96 |
| 2 | 0,02864 | 1,1 |
| 3 | 0,02281 | 0,92 |
| <hr/> | | |
| 1 | 0,0286 | 0,65 |
| 2 | 0,0381 | 1,02 |
| 3 | 0,0413 | 1,05 |
| <hr/> | | |
| 1 | 0,0477 | 1,12 |
| 2 | 0,0318 | 0,86 |
| <hr/> | | |
| Prom. | 0,03531176 | 1,00117647 |

ZONA 1 / OLÓN

| Árboles por parcela | DAP | ALTURA (m) |
|---------------------|---------|---------------|
| 1 | 0,07004 | 2,25 |
| 2 | 0,1145 | 3,45 |
| 3 | 0,0445 | 1,94 |
| 4 | 0,0923 | 2,59 |
| 5 | 0,10185 | 3,17 |

| | | |
|--------------|------------|-------|
| 6 | 0,08912 | 1,98 |
| 7 | 0,07957 | 2,84 |
| 8 | 0,10504 | 2,98 |
| Prom. | 0,087115 | 2,65 |
| 1 | 0,08276 | 2,25 |
| 2 | 0,054112 | 1,86 |
| 3 | 0,12045 | 3,13 |
| 4 | 0,05092 | 2,78 |
| 5 | 0,066 | 3,59 |
| 6 | 0,07957 | 2,16 |
| 7 | 0,05729 | 3,34 |
| 8 | 0,073211 | 4,08 |
| 9 | 0,04138 | 1,92 |
| Prom. | 0,06952144 | 2,79 |
| 1 | 0,06684 | 2,08 |
| 2 | 0,1177 | 3,67 |
| 3 | 0,05411 | 1,78 |
| 4 | 0,02864 | 1,28 |
| 5 | 0,08276 | 2,78 |
| 6 | 0,06394 | 3,74 |
| 7 | 0,06048 | 3,58 |
| 8 | 0,047746 | 2,96 |
| 9 | 0,073211 | 1,98 |
| 10 | 0,0923 | 2,43 |
| Prom. | 0,0687727 | 2,628 |
| 1 | 0,06684 | 1,85 |

| | | |
|--------------|------------|------------|
| 2 | 0,10822 | 3,42 |
| 3 | 0,06047 | 2,06 |
| 4 | 0,06047 | 2,86 |
| 5 | 0,08594 | 3,17 |
| 6 | 0,10504 | 2,95 |
| 7 | 0,03183 | 1,85 |
| 8 | 0,038197 | 2,15 |
| 9 | 0,04138 | 2,49 |
| 10 | 0,035014 | 2,84 |
| 11 | 0,06047 | 3,17 |
| 12 | 0,05729 | 1,96 |
| Prom. | 0,06259675 | 2,56416667 |
| 1 | 0,0923 | 2,48 |
| 2 | 0,05729 | 1,97 |
| 3 | 0,11459 | 2,43 |
| 4 | 0,101858 | 3,18 |
| 5 | 0,04138 | 2,52 |
| 6 | 0,08594 | 1,87 |
| Prom. | 0,08222633 | 2,40833333 |

Anexo 26. Tabla con datos de árboles por zona. Z1/Valdivia, Z2/ Valdivia, Z1/ Olón.