

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Estimación de la captura y almacenamiento de carbono en bosques reforestados de aliso (*alnus acuminata*) de 6, 7 y 8 años de edad en la localidad de Monte Potrero – Pachitea – Huánuco, 2022”

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR: Bashi Espinoza, Brandon Leonardo

ASESOR: Morales Aquino, Milton Edwin

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Valoración del Patrimonio Natural y Servicios Ecosistémicos

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

|Profesional de Ingeniero ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 73748927

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44342697

Grado/Título: Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-2250-3288

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Zacarias Ventura, Héctor Raúl	Doctor en ciencias de la educación	22515329	0000-0002-7210-5675
2	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Cajahuanca Torres, Raúl	Maestro en gestión pública	22511841	0000-0002-5671-1907

D

H



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:30 horas del día 16 del mes de octubre del año 2023, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura (Presidente)
- Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Secretario)
- Mg. Raúl Cajahuanca Torres (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 2326-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN BOSQUES REFORESTADOS DE ALISO (*Alnus acuminata*) DE 6,7 Y 8 AÑOS DE EDAD EN LA LOCALIDAD DE MONTE POTRERO - PACHITEA - HUÁNUCO, 2022"**, presentado por el (la) Bach. **BASHI ESPINOZA, BRANNDON LEONARDO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) APROBADO Por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 16 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 18:45 horas del día 16 del mes de Octubre del año 2023, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura
ORCID: 0000-0002-7210-5675
Presidente

Mg. Frank Erick Cámara Llanos
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Secretario

Mg. Raúl Cajahuanca Torres
ORCID: 0000-0002-5671-1907
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, MILTON EDWIN MORALES AQUINO, asesor(a) del PA. INGENIERIA AMBIENTAL y designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1807-2022-D-FI-UDH del 14 de setiembre del 2022; del Bachiller, BASHI ESPINOZA, Branndon Leonardo de la investigación titulada **“ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN BOSQUES REFORESTADOS DE ALISO (*Alnus acuminata*) DE 6,7 Y 8 AÑOS DE EDAD EN LA LOCALIDAD DE MONTE POTRERO – PACHITEA – HUÁNUCO, 2022”**.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 25 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituye plagio y cumple con todas las mas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 28 de octubre de 2023

Mg. Milton Edwin Morales Aquino

Asesor de tesis

DNI: 44342697

Código ORCID N°

0000-0002-2250-3288

SEGUNDA ENTREGA

INFORME DE ORIGINALIDAD

25%

INDICE DE SIMILITUD

25%

FUENTES DE INTERNET

8%

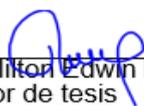
PUBLICACIONES

12%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	3%
4	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	scielo.senescyt.gob.ec Fuente de Internet	1%
7	revista-agroproductividad.org Fuente de Internet	1%
8	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	repositorio.utn.edu.ec Fuente de Internet	1%


Mg. Milton Edwin Morales Aquino
Asesor de tesis
DNI: 44342697
Código ORCID N°
0000-0002-2250-3288

DEDICATORIA

La presente investigación es dedicada principalmente a Dios por ser el guiador de mi camino.

A mi mamá Gialina y mi papá Buddy por su amor, paciencia, confianza, trabajo y sacrificio en estos años de mi formación profesional.

A mi hermano Lincol, mis abuelos, mis tíos, mis primos por brindarme el afecto y su apoyo de manera absoluta que me proporcionaron en el transcurso de esta etapa en mi vida.

Por último, a mi señorita enamorada por su apoyo incondicional, cariño y amor que me brinda día a día.

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a mi familia universitaria de la Universidad de Huánuco por haber admitido pertenecer a ella para poder educarme como profesional, al mismo tiempo agradecer a los diferentes maestros que me brindaron sus conocimientos durante mi etapa académica.

Agradecer a mi asesor, Mg. Milton Morales Aquino y a mis jurados, por sus valiosos conocimientos, facilidad, comprensión y consejos que me supieron dar para que esta tesis se desarrolle de la mejor manera.

Por último, agradecer a mis amistades, colegas de estudios y compañeros de trabajo que me acompañaron durante este proceso de mi vida.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	IX
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	XII
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	15
1.3. OBJETIVOS	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA	17
1.4.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	18
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	18
CAPÍTULO II.....	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONAL.....	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	21
2.2. BASES TEÓRICAS	22

2.2.1.	GENERALIDADES DEL CARBONO	22
2.2.2.	CAMBIO CLIMÁTICO	22
2.2.3.	EFEECTO INVERNADERO	23
2.2.4.	CICLO DE CARBONO.....	25
2.2.5.	LOS BOSQUES EN EL CAMBIO CLIMÁTICO	26
2.2.6.	SECUESTRO DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂).....	26
2.2.7.	ALMACENAMIENTO Y FLUJO DE CARBONO	27
2.2.8.	ALISO (ALNUS ACUMINATA).....	27
2.2.9.	INVENTARIOS FORESTALES.....	29
2.2.10.	PROTOCOLO DE KYOTO	29
2.2.11.	ESTRATEGIA NACIONAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO ..	30
2.2.12.	RESERVAS DE CARBONO	30
2.2.13.	MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE BIOMASA	31
2.2.14.	VALORACIÓN ECONÓMICA	31
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	32
2.4.	HIPÓTESIS	33
2.5.	VARIABLES	34
2.5.1.	VARIABLE	34
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	35
CAPÍTULO III		36
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION		36
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	36
3.1.1.	ENFOQUE	36
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL.....	36
3.1.3.	DISEÑO	36
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA.....	37
3.2.1.	POBLACIÓN.....	37
3.2.2.	MUESTRA	37
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS...	38
3.3.1.	PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	38
3.3.2.	PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	38
3.3.3.	PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS	38
CAPÍTULO IV.....		44
RESULTADOS.....		44

4.1.PROCESAMIENTO DE DATOS.....	44
4.2.CONTRASTACIÓN O PRUEBA DE HIPÓTESIS.....	53
CAPÍTULO V.....	54
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	54
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES.....	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS.....	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	38
Tabla 2 Datos de la especie de Aliso (Alnus Acuminata) de 6 años	44
Tabla 3 Datos de la especie de Aliso (Alnus Acuminata) de 7 años	45
Tabla 4 Datos de la especie de Aliso (Alnus Acuminata) de 8 años	46
Tabla 5 Diámetro a la altura del pecho (DAP)	47
Tabla 6 Altura de la planta	48
Tabla 7 Área basal de la planta	49
Tabla 8 Cálculo del volumen total	50
Tabla 9 Calculo de la biomasa forestal	51
Tabla 10 Carbono almacenado en el bosque	51
Tabla 11 Carbono capturado en toneladas	52
Tabla 12 Valor económico	53
Tabla 13 Cantidad de árboles forestado y su valor económico	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ilustración gráfica del efecto invernadero natural	23
Figura 2 Inventario Nacional de GEI 2016 Sectores según el INGEI.....	25
Figura 3 Calculo del Diámetro a la altura del pecho, 2001	39
Figura 4 Precios CO2, 2023.....	43
Figura 5 Diámetro a la altura del pecho (DAP)	47
Figura 6 Altura de la planta.....	48
Figura 7 Área basal de la planta	49

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Ingreso del Bosque Monte Potrero – Umari.....	79
Fotografía 2 Ingreso del Bosque Monte Potrero – Umari.....	79
Fotografía 3 Evidencia fotográfica en la caseta de vigilancia del bosque Monte Potrero	80
Fotografía 4 Autorización con el guardabosque Sr. Edgar Orizano	80
Fotografía 5 Equipos e instrumentos utilizados en campo.....	81
Fotografía 6 Medición de los instrumentos	81
Fotografía 7 Medida de altura de pies a la vista es de 1.62 m.....	82
Fotografía 8 Se visualiza la especie Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	82
Fotografía 9 Medición del DAP (Diámetro altura del pecho).....	83
Fotografía 10 medida de distancia – hombre observador.....	83
Fotografía 11 Uso del clinómetro en la especie Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	84
Fotografía 12 Identificación de edades del Aliso (<i>Alnus acuminata</i>).....	84

RESUMEN

De la investigación titulada “*Estimación de la captura y almacenamiento de carbono en bosques reforestados de aliso (Alnus acuminata) de 6,7 y 8 años de edad en la localidad de Monte Potrero – Pachitea – Huánuco*” se tuvo por objetivo; estimar la captura y almacenamiento del dióxido de carbono en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero - Pachitea – Huánuco. Para ello se utilizó la metodología de tipo descriptivo no experimental, se empleó ecuaciones alométricas para determinar la biomasa forestal, almacenamiento y captura de dióxido de carbono, así como también la valorización económica del dióxido de carbono (CO₂). Y los resultados muestran que para la biomasa forestal 6 años se tuvo 0.0104t, para la edad de 7 años se tuvo 0.0153t. y finalmente para la edad de 8 años se tuvo 0.0259t. Para el dióxido de carbono capturado 6 años se tuvo 0.0191t. para la edad de 7 se tuvo 0.0283t. finalmente para la edad de 8 años se tuvo 0.0477t. Con ello el valor económico en 6 años un total de 82969 especies en euros 146,962.95 y en soles 606,609.31. Para la edad de 7 años de 34441 especies en euros 89,481.37 y en soles 369,346.36. Para la edad de 8 años con un total de 9500 especies, euros es 41,775.81 y en soles 172,435.26. Concluyendo que de la estimación de la captura y almacenamiento de dióxido de carbono en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) considerando las 3 edades estudiadas (6; 7 y 8 años) se aprecia que a mayor edad también es mayor la cantidad de carbono y CO₂ capturado y almacenado, esto lo hace una de las principales opciones de captura de CO₂ y para reducir gases de efecto invernadero.

Palabras claves: biomasa, carbono, efecto invernadero, recursos forestales, bosque.

ABSTRACT

The research entitled "ESTIMATION OF CARBON CAPTURE AND STORAGE IN REFORESTED FORESTS OF ALDER (*Alnus acuminata*) OF 6,7 AND 8 YEARS OF AGE IN THE LOCALITY OF MONTE POTRERO - PACHITEA - HUÁNUCO" was aimed at Estimating the capture and storage of carbon in the reforested forests of Aliso (*Alnus acuminata*) of 6, 7 and 8 years of age in the town of Monte Potrero - Pachitea - Huánuco. For this, in the non-experimental descriptive methodology, allometric equations were used to determine the forest biomass, storage and capture of carbon, as well as the economic valorization of carbon dioxide (CO₂). And the results show that for the total biomass 6 years we had 0.0104t, for the age of 7 years we had 0.0153t. and finally for the age of 8 years we had 0.0259t. For the carbon captured 6 years we had 0.0191t. for the age of 7 we had 0.0283t. Finally for the age of 8 years we had 0.0477T. With this the economic value in 6 years a total of 82969 species in euros 146,962.95 and in soles 606,609.31. For the age of 7 years of 34441 species in euros 89,481.37 and in soles 369,346.36. For the age of 8 years with a total of 9500 species, euros are 41,775.81 and in soles 172,435.26. Concluding that the estimation of carbon capture and storage in the reforested forests of Aliso (*Alnus acuminata*) considering the 3 ages studied (6; 7 and 8 years) shows that the older the amount of carbon captured and stored is also greater, this makes it one of the main options for capturing CO₂ and reducing greenhouse gases.

Keywords: biomass, carbon, greenhouse effect, forest resources, forest.

INTRODUCCIÓN

La correcta gestión de los bosques, las reforestaciones y restauraciones hacen que estos puedan capturar considerables volúmenes de carbono, haciendo uso natural de la fotosíntesis llevándolo a almacenar en toda la vegetación y el propio suelo, convirtiéndolo en un reservorio de carbono a largo plazo, es decir durante décadas.

El manejo sostenible de los bosques incluye la acción del sistema agroforestal y silvopastoril puesto que con ello se dan garantías para reservar carbono en los bosques y evitar que estos se degraden. Además, con ello puede darse explotaciones sostenibles de los bosques obteniendo madera lo cual aumentaría el nivel de carbono que se almacena en el mundo.

Es adecuado contribuir con el manejo de los bosques por medio de datos, que corroboren las acciones en cantidad de carbono almacenado, que se conviertan en el aporte económico que se da y se promueva con ello las nuevas y mejores acciones que se deben tomar. Es en esto que tiene la importancia los aportes de investigaciones y otros estudios de los bosques.

Solo en la provincia de Huánuco y al rededores se cuenta con diversos bosques altimontanos de Yunga, tales como; el Bosque de Unchog (Churubamba), Bosque de Carpish (Chinchao), el bosque de Gasag Huasi (Conchamarca), el Bosque de Monte Potrero (Umari), entre otros, los cuales tienen gran diversidad de especies de flora y fauna propias de ese tipo de ecosistema, los cuales además guardan grandes cantidades de agua y carbono, favoreciendo a las condiciones climáticas del espacio geográfico en la que se encuentran.

La presente investigación recalca datos importantes en la gestión del Bosque Altimontano de Yunga – Monte Potrero, en la que se muestran la estimación de la captura y almacenamiento de carbono, de la reforestación con la especie arbórea Aliso (*Alnus acuminata*) de 6; 7 y 8 años de edad, dado su importancia en la sostenibilidad de este bosque.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El cambio del clima según las Naciones Unidas (1992) el cambio climático es definido como; *“El clima atribuido de manera directa o indirecta con la acción del ser humano que trastorna la constitución de la atmósfera mundial y que se adiciona a la inestabilidad natural del clima que se observa en los distintos ciclos comparables”* (p.3).

Pabón (2003) indica que;” Durante el siglo XX en la segunda mitad centró la atención en la probabilidad del cambio en el clima; actualmente la acción del ser humano altera de otras maneras el equilibrio de radiación de la atmósfera de la zona terrestre que regula el tiempo en el planeta. El equilibrio anterior cambia porque: el efecto invernadero de la atmosfera se ve potenciado por las emisiones de gases y las propiedades radiactivas de la superficie de la Tierra que cambian de acuerdo al uso de la misma” (p.112).

Gonzáles et al. (2003) afirman que el calentamiento del planeta y el cambio del clima “son fenómenos producto de manera parcial o por el incremento en las concentraciones de los gases producto del efecto invernadero en la zona atmosférica, de manera principal el dióxido de carbono relacionado de forma indirecta o directa con acciones el ser humano como la utilización de los diferentes combustibles fósiles y la deforestación”. (p.377).

“A partir del Protocolo de Kyoto de 1997, se plantearon varias propuestas para controlar estas consecuencias, a través de inventos tecnológicos en los distintos métodos de producción o reducción en la aplicación de los primordiales productores de dióxido de carbono. A raíz de esto, se muestra la opción de que los planes boscosos incrementen los “sumideros” o fuentes donde se capturará el carbono, a partir de la formación y el mantenimiento de los bosques, mediante la gestión del reemplazo de las fuentes de energía que contamina”. (Gayoso y Schlegel, 2001)

Vargas (2009) indicó que, “el efecto invernadero es un cambio que perturba a los diferentes planetas que tienen una atmósfera. A través de esta resulta algunos gases, que se encuentran en su respectiva atmósfera de cada planeta, detienen una parte de esta energía que a través del suelo emana por ser calentado a través de los rayos solares. Por tal motivo, los gases del efecto invernadero pueden garantizar una sensación térmica global promedio apropiada para la vida. Por eso, de no haber los gases del efecto invernadero dentro de la atmósfera, la sensación térmica global promedio de la Tierra lograría alcanzar los 18 grados Centígrados bajo cero, actualmente el promedio de la temperatura es de quince grados. Los gases de efecto invernadero que se producen son: el dióxido de carbono (CO₂), ozono (O₃), vapor de agua (H₂O), óxidos de nitrógeno (N₂O), clorofluorocarburos (Artificiales), metano (CH₄)”.

El mantenimiento de los almacenamientos de carbono a partir de los procesos boscosos y/o agrícolas se convierte en una asistencia ambiental mundialmente que reconoce, cuando se calcula, puede proporcionar un valor económico significativo a los países en desarrollo (Ramirez y Gomez, 1999).

Además de reducir las emisiones, una forma de reducir el impacto de CO₂ es almacenarlo en la biomasa y el suelo en el mayor tiempo posible. Lo inicial se logra conseguir a través de la fotosíntesis, después lo secundario a partir de la provisión de la materia de tipo orgánico (Dixon, 1995).

La deforestación o el cambio en el uso de la tierra en Perú representa el 51% de la emisión de GEI, lo cual convierte como un importante contribuyente al cambio climático (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016).

Implementar programas que ayuden a mitigar este problema, incluida una estrategia nacional de cambio climático que incluya un programa forestal en el Perú que involucre la participación de los pueblos agrícolas e indígenas. El principal objetivo es proteger cincuenta y cuatro millones de las hectáreas que pertenecen a setenta y tres millones de hectáreas de dominios forestales, equivalentes a un 42% del país, para 2021 (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2015).

LA región de Huánuco tiene diversos ecosistemas forestales como también actividades legales como ilegales que contribuyen a las emisiones de dióxido de carbono, entre ellas tenemos a la extracción de petróleo, gas y minerales; construcción, comercio, transporte, entre otros.

Dentro de los tantos ecosistemas forestales encontrados en Huánuco, tenemos al Bosque Altimontano de Yunga – Monte Potrero, la escasa información sobre la captura, almacenamiento de carbono y la cantidad de biomasa almacenado en dicho bosque hace que sea una problemática ya que no se le da importancia adecuada sobre las funciones que cumplen estos ecosistemas al mitigar el dióxido de carbono.

El cambio del clima y calentamiento del planeta son dos consecuencias causadas por un incremento de las concentraciones de gases de efecto invernadero, especialmente el dióxido de carbono. Una forma de reducir el impacto del dióxido de carbono, al mismo tiempo de disminuir la producción, es almacenarlos en el suelo y la biomasa el mayor tiempo posible, es por eso que la presente investigación estimará la captura de carbono almacenado en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) de 6,7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿Cuánto será la captura y almacenamiento del dióxido de carbono en bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuánto será la cantidad de biomasa forestal en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022?

- ¿Cuál es la diferencia de la estimación de captura y almacenamiento del dióxido de carbono en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) entre las edades de 6, 7 y 8 años en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022?
- ¿Cuánto será la valorización económica del dióxido de carbono en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Estimar la captura y almacenamiento del dióxido de carbono en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Cuantificar la cantidad de biomasa forestal en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022.
- Determinar la diferencia de la estimación de captura y almacenamiento del dióxido de carbono en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) entre las edades de 6, 7 y 8 años en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022.
- Determinar la valorización económica del dióxido de carbono en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

En la presente investigación se ejecutó con el objetivo de contribuir a la comprensión que existe de información en la captura y almacenamiento de carbono en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) de 6, 7 y 8 años de Edad en el lugar de Monte Potrero - Pachitea – Huánuco, que será de utilidad para posteriores trabajos de investigación y consultas académicas.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Esta investigación se realizó porque existe la necesidad de conocer la estimación del almacenamiento y la captura del carbono en bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) de 6, 7 y 8 años de edad en el lugar Monte Potrero - Pachitea – Huánuco. Este proyecto permitirá conocer la biomasa, almacenamiento y captura de carbono en bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) entre los 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero; así como también conoceremos la diferencia del almacenamiento y la captura del carbono entre dichas edades. El mecanismo para la descontaminación internacional de los bonos de carbono tiene como objetivo disminuir la producción de sustancia que contaminan el medio ambiente, es por esto que se realizó la valorización económica de carbono en los bosques reforestados de Monte Potrero.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La elaboración y aplicación de las técnicas a llevarse a cabo en el trabajo de investigación será con el método indirecto (no destructivo) que mediante datos obtenidos en campo se empleará ecuaciones alométricas las cuales nos ayudaran a estimar el almacenamiento y la captura de carbono en bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) de 6, 7 y 8 años de edad en la localidad Monte Potrero - Pachitea – Huánuco.

1.4.4. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

En el presente trabajo de investigación se dará a conocer la importancia que tienen las áreas forestales al poder capturar el carbono, y así poder minimizar el nivel de CO₂ que viene a ser uno de los primordiales gases producidos por el efecto invernadero.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Como principal limitación tenemos la accesibilidad a la localidad de Monte Potrero ubicada en el distrito de Umari – Pachitea – Huánuco, así como también la escasa información que nos proporciona el Gobierno Regional de Huánuco sobre las áreas reforestadas del bosque Monte Potrero.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La ejecución y el desarrollo del trabajo de investigación fue muy viable ya que se contó con los recursos económicos necesarios. Así mismo se cuenta con los diferentes instrumentos de medición y cuantificación de datos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONAL

Cajilema & Fernández (2023) Ecuador. En su investigación titulada: “*Estimación de la capacidad de captura de carbono de cuatro especies arbóreas predominantes de las riberas del río Machángara, Cuenca - Ecuador*”. Actualmente los bosques en zona urbana forman parte de un rol de mucha relevancia en la disputa frente al cambio del clima, pues funcionan como desaguaderos del carbono. Apreciar esta asistencia en el ecosistema que proveen los bosques admite la formación de proyectos y medidas de mitigación en el cambio del clima. La investigación tuvo como objetivo estimar el potencial de captura de carbono de la flora arbórea de la ribera urbana del río Machángara en ciudad de Cuenca, Ecuador. El ámbito del estudio comprendió 23,81 hectáreas en los cuales se observaron 2481 árboles que se distribuyeron en 30 especies. La estimación de captura del carbono se empleó a cuatro (04) especies sobresalientes: *Acacia dealbata*, , *Alnus acuminata*, *Salix humboldtiana* y *Eucalyptus globulus*, para cumplir con este objetivo se usó un método indirecto y se consiguió un valor de aproximado de 17496,55 toneladas de dióxido de carbono que vale por 734,84 Toneladas/hectárea. Como resultado se obtuvo que las especies en dominancia de captura de dióxido de carbono estuvieron: *Salix humboldtiana* con 1,3 Toneladas de dióxido de carbono/individuo y *Eucalyptus globulus* con 14,83 Toneladas de dióxido de carbono /individuo, mientras que *Alnus acuminata* y *Acacia dealbata* que lograron una media de 0,22 y 0,73 Toneladas de dióxido de carbono/individuo, respectivamente. Además, la valorización económica del beneficio de la comercialización del bono de carbono relativo a la captura de dióxido de carbono, donde se obtendrá un valor monetario de \$376.175, 83 de dólares y a través del análisis costo-beneficio se señaló viabilidad de la investigación. Al final, se **concluyó**

que a pesar de que las especies sometidas brindan superiores índices en la captura de carbono, se recomienda escoger por especies originarias o nativas en los futuros trabajos de reforestación, ya que, a más de su favor de sumideros de carbono brindan un excelente beneficio ecológico al no perturbar los diferentes ecosistemas nativos y brindan equilibrio en los diferentes entornos de la naturaleza”.

Bustamante-González et al. (2018), México. En su Artículo Científico: “*Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales ribereños de la cuenca del río tlapaneco*”. “Tuvo como objetivo principal valorar el carbono que se almacena en el componente arbóreo del mamey (*P. sapota*) de las técnicas agroforestales ribereñas de la cuenca del río Tlapaneco, en el estado de Guerrero, México. La metodología utilizada en 110 predios de las ciudades de Ixcateopan, Alpoyecá, Tlaquiltepec y Coyahualco se contabilizó el número de árboles y se midió su diámetro a la altura del pecho en cuadrantes de 400 metros cuadrados. La biomasa aérea (B) en kilogramos de materia seca por árbol se evaluó utilizando una ecuación alométrica utilizable para especies subtropicales y tropicales. La cantidad de carbono almacenado por hectárea en la parte leñosa del Mamey fue de 20.089 kilogramo/hectárea, mientras que el contenido total de carbono del ecosistema ribereño de toda la cuenca del río fue de 3.471.400 kilogramos. Se concluyó que el componente de bosque caducifolio es una importante reserva de carbono en los sistemas agroforestales de la cuenca del río Tlapaneco.”.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Justo y Laurente (2020), Huancayo. En sus Tesis: “*Valoración Económica de la reserva de carbono de dos especies forestales en el área de conservación privada Ilish Pichacoto - Huancayo*”. Universidad Nacional del Centro del Perú. “La presente Investigación fue desarrollada en el bosque natural del Área de conservación Privada Ilish Pichacoto - Huancayo, donde tuvo como objetivo valorizar económicamente la reserva de carbono de *Alnus acuminata* Kunth y

Escallonia resinosa Pers., se aplicó la metodología, nivel descriptivo, no experimental, diseño transversal, el método se desarrolló según los lineamientos del año 2009 del Ministerio del Ambiente, la población estuvo conformada por dos especies locales en un área de 34,75 hectárea y para la muestra 07 parcelas de 50 m x 50 m (0,25 ha) en un área de 1,75 hectárea, el coeficiente de expansión (FEB) fue de 1.69 para aliso, 6.67 tC/ha para biomasa aérea, 0.73 tC/ha. para pasto, 2.76 tC/ha. para necromasa, 0.67 para raíces y 8.16 tC/ha. para suelo (FEB, chaschacomo). fue 3.07, biomasa aérea 8.15 tC/ha., pastos 0.32 tC/ha., necromasa 3.15 tC/ha., raíces 0.84 tC/ha., suelo 16.44 tC/ha. Se concluye que el valor en efectivo de Alison se fijó en \$40.851,33 y el de Chachacomo en \$38.825,48. El propósito de este estudio fue evaluar económicamente las especies autóctonas que se encuentran en los bosques naturales de la Reserva Natural de Pichacoto en Irlanda y así promover estrategias viables para mitigar los efectos del cambio climático”.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Bernachea (2019) Ambo. En su Tesis: *“Valoración económica y secuestro de co2 en bosques plantados de Eucalipto (Eucalyptus globulus labil) y Pino (Pinus radiata) de 11 años de edad en Cochatama, distrito Huacar, provincia Ambo departamento Huánuco – setiembre, 2018 – febrero, 2019”*. “Este estudio comparó el valor económico y el secuestro de carbono de una plantación forestal de eucalipto (Eucalyptus globulus labil) y pino (Pinus radiata) de 11 años en el distrito de Huacar de Cochatama con el objetivo de estimar las reservas potenciales de carbono. secuestro de dióxido de carbono de ambas plantaciones, de modo que el valor de los bienes y servicios ecosistémicos producidos por estos bosques pueda expresarse en dinero. El objetivo también fue mostrar si existe una diferencia significativa entre los resultados de la evaluación económica y de secuestro de carbono entre ambas plantaciones; Para beneficiar la investigación se utilizó la metodología estadística inferencial ANOVA con

su prueba comparativa KRUSKALWALLIS. Las plantaciones forestales se limitaron a 02 hectáreas donde se estimaban 4114 unidades forestales de 3 x 3 m de ancho. La evaluación concluyó que la especie con mayor población, 2142 unidades, es *Eucalyptus globulus* labil, mientras que la especie más pequeña es *Pinus radiata* con 1972 unidades. Según los resultados de captura de dióxido de carbono, el eucalipto capturó un total de 521,18 t CO₂/ha, que es la más alta; posteriormente, la plantación total de pino es de 519,93 t CO₂/ha; En términos de valor económico, el valor económico del eucalipto de ese bosque plantado es de \$12,112.23; seguido de una plantación de pino con un valor económico total de \$12.083,17. Se demostró que en ambos bosques plantados de eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y pino (*Pinus radiata*) de 11 años, la biomasa total de árboles vivos fue mayor en ambas plantaciones, un total de 299 t/ha para el eucalipto; posteriormente la plantación total de pino es de 298,51 t/ha.”

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. GENERALIDADES DEL CARBONO

Rügnitz et al (como se citó en Salazar, 2019) indica que el principal elemento químico es el carbono de los diferentes compuestos orgánicos que circulan en la atmósfera, el suelo y los océanos. Se consideran almacenes de carbono (reservorios); se transfiere de un almacén a otro mediante procesos físicos, biológicos y químicos. Esto se relaciona con la sostenibilidad de las técnicas agrícolas, que afectan las características del suelo asociadas con rendimientos sostenibles.

2.2.2. CAMBIO CLIMÁTICO

FAO (Calle,2019) indica que el cambio climático global, o calentamiento global, es un proceso causado por el hombre causado por la aceleración del efecto invernadero natural de la Tierra. La importancia de este proceso radica en sus consecuencias catastróficas en todo el mundo, incluido el derretimiento de las regiones polares, el aumento del

nivel del mar, sequías, huracanes, tormentas, desplazamiento de tierras agrícolas, propagación de enfermedades y extinción de especies.

2.2.3. EFECTO INVERNADERO

Benavides y León (2007) muestra que la absorción de radiación infrarroja por la Tierra es importante para el equilibrio energético de la atmósfera. La absorción de gases calienta la atmósfera y la estimula a emitir radiación de longitud de onda más larga. Parte de esta radiación se emite al espacio y otra regresa a la Tierra.

Figura 1

Ilustración gráfica del efecto invernadero natural



Nota. La figura muestra que una parte de la radiación infrarroja atraviesa la atmósfera y se pierde en el espacio mientras que la otra parte es absorbida por los gases del efecto invernadero causando el calentamiento en la atmósfera y la superficie terrestre.

Fuente: Adaptao de UNEP – GRID-Arendal.

Dos tercios de la energía radiante atmosférica se reflejan directamente desde la superficie, proporcionando una fuente adicional de energía para la radiación solar directa. Gracias a este fenómeno, la Tierra es capaz de almacenar más energía cerca de su superficie de la que podría almacenar si la Tierra no tuviera atmósfera. Por tanto, la temperatura es más alta, unos 33 °C más. Este proceso se llama efecto invernadero natural. Sin el efecto invernadero, la temperatura normal de

la superficie sería de unos 18°C bajo cero y la vida en el planeta no sería posible.

En consecuencia, en la capa atmosférica existen gases que emiten y absorben la emisión infrarroja del planeta Tierra son conocidos como gases de efecto invernadero (GEI), incluidos el vapor de agua, el ozono dióxido de carbono, el metano y el óxido nitroso. Contienen estos gases moléculas que vibran en la parte infrarroja del espectro.

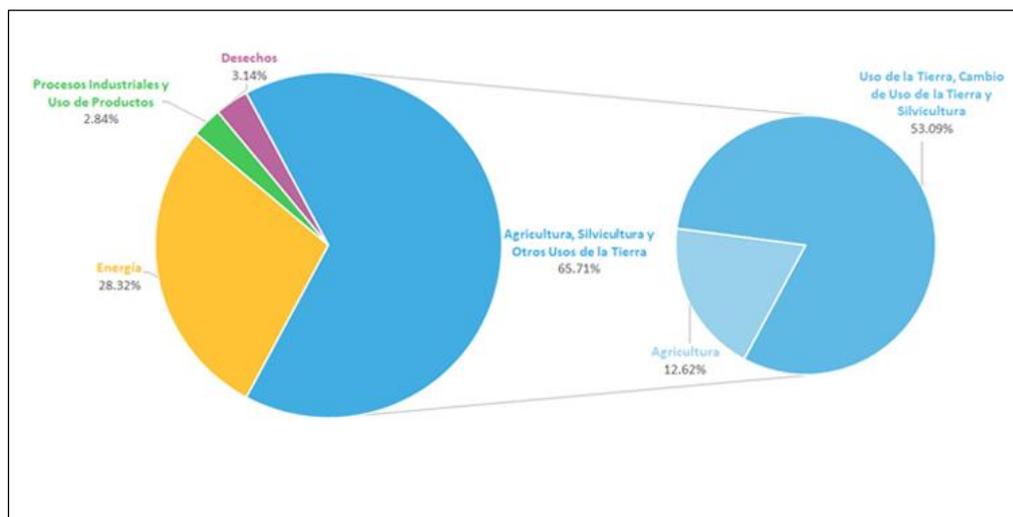
Según el estudio Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI 2016), las emisiones netas totales de gases de efecto invernadero del país (Perú) son 205.294.17 gigagramos de dióxido de carbono equivalente (GgCO₂eq). Como se ve en el gráfico, el sector Agricultura, Silvicultura y Otros Usos de la Tierra (ASOUT) es la mayor fuente de muestras de gases de efecto invernadero en el Perú con 134.901.58 GgCO₂eq. Dentro de esta área, la fuente principal de emisión es la subcategoría Tierras de cultivo con 51.450.82 GgCO₂eq.

El segundo mayor emisor de GEI es la Energía, con 58.132,54 GgCO₂eq, lo que representa el 28,32% de las emisiones de GEI de 2016. En este sector destaca la fuente de emisión de la subcategoría transporte con 21.047,88 GgCO₂eq.

El tercer y cuarto sector que afectan las emisiones de gases de efecto invernadero son el sector de residuos con 6.437,67 GgCO₂eq (3,14%) y los procesos industriales y uso de productos con 5.822,37 GgCO₂eq (2,84%).

Figura 2

Inventario Nacional de GEI 2016 Sectores según el INGEI



Nota. En la figura se puede visualizar que la principal fuente de emisiones de GEI a nivel nacional es el sector silvicultura, agricultura, y otros usos de la tierra con el 65.71%, mientras que la última fuente pertenece al sector de procesos industriales y uso de productos con el 2.84%. Fuente: Adaptado de INGEI (2016).

2.2.4. CICLO DE CARBONO

Schimel, Smith et a (como se citó en Ordoñez, 1999) indica que comienza el ciclo del carbono con la unión del CO₂ en la atmósfera durante la fotosíntesis por parte de algunos microorganismos y las plantas. El CO₂ y el agua reaccionan para formar carbohidratos y liberar oxígeno a la atmósfera. Algunos de los carbohidratos se utilizan directamente para proporcionar energía a las plantas y el CO₂ resultante se libera a través de las hojas o raíces. La otra parte la utilizan los animales que respiran y emiten dióxido de carbono. Las plantas y los animales mueren y luego son descompuestos por los microorganismos del suelo, oxidando el carbono de sus tejidos a CO₂ y devolviéndolo a la atmósfera.

El CO₂ tiene una tasa de absorción es proporcionalmente directa al incremento de árboles. Proteger los boscajes naturales es una forma ineficiente de capturar CO₂. Por el contrario, la gestión de las especies de madera perenne en la mejor situación, la conversión de la madera en

productos sostenibles y el fomento de la reproducción ayudarán a alcanzar el máximo nivel de emisiones de carbono; por supuesto, este uso tiene sus límites, porque el uso industrial de los bosques no es rentable en términos de protección del ecosistema, la biodiversidad y el patrimonio genético. (Kirklund, 1991).

2.2.5. LOS BOSQUES EN EL CAMBIO CLIMÁTICO

Brown (como se citó en Rojo, et al., 2003) El desempeño de los bosques es un rol importante a nivel del ciclo global del carbono, almacenando enormes cantidades de carbono en el suelo y la vegetación e intercambiando con la atmósfera carbono mediante la respiración y la fotosíntesis. Las fuentes en la atmósfera de carbono cuando son perturbadas por causas antropogénicas o naturales (incendios forestales, tala y quema de bosques para usos no forestales, uso de sistemas forestales deficientes) y se transforman en sumideros de carbono de la atmósfera (transferencia neta de CO₂ de la atmósfera a la tierra). Abandonar la tierra y recuperarla después de un disturbio. Además, la destrucción de biomasa forestal provocada por los incendios forestales libera gases de efecto invernadero como metano (CH₄), monóxido de carbono (CO), óxido nitroso (N₂O) como subproducto de la combustión incompleta, además de dióxido de carbono.

2.2.6. SECUESTRO DE DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

Fundación Azul Ambientalistas (como se citó en Pumasupa, 2018) define la retención de carbono como un servicio al ambiente que se centra en la capacidad de las plantas o residuos orgánicos para secuestrar permanentemente y almacenar carbono de la atmósfera como biomasa, mejorando la tasa de secuestro dependiendo de cómo se gestionen los bosques o vertederos como ecosistemas, evitando su impacto y conversión en fuentes de producción de los gases del efecto invernadero.

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2017) indica que existe 2 etapas para el secuestro de dióxido de carbono:

- a) Extracción del dióxido de carbono del ambiente a través de la fotosíntesis.
- b) Traspaso de carbono del dióxido de carbono a la biomasa vegetal.
- c) Traspaso del carbono de la biomasa vegetal hacia el suelo donde será almacenado en forma de carbono en la reserva más débil.

2.2.7. ALMACENAMIENTO Y FLUJO DE CARBONO

Arévalo et al. (2003) indica que la acumulación y el flujo de carbono es el conjunto de carbono que se almacena y está relacionado con la habilidad de la cubierta vegetal para retener una cantidad determinada de biomasa por hectárea. Esto es función de su diversidad y se encuentra determinada por el suelo y las circunstancias climáticas.

El almacenamiento de carbono es cualquier cosa que se acumula en diferentes componentes, y los flujos son procesos que afectan el almacenamiento. Para determinar la cantidad almacenada de cobertura del suelo, se deben tomar muestras: a) de la biomasa viva almacenada en hojas, ramas, tallos y raíces; (b) hojarasca y necromasa almacenadas en madera muerta; y (c) carbono en la materia orgánica del suelo (Honorio y Baker, 2010).

2.2.8. ALISO (ALNUS ACUMINATA)

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE,1995) sostiene que *Alnus acuminata* es una especie que pertenece a la familia Betulaceae, que incrementa de tamaño a pleno sol e invade lugares expuestos. Muy seguido, se le ubica a nivel de las riberas de los ríos y posee gran potencial como una especie boscosa para los proyectos de obtención de la madera en lugares altos y húmedos de América Central, mostrando un crecimiento rápido en lugares apropiados y de aplicación múltiple.

Según Carl (1817) en su libro *Nova Genera et Species Plantarum* indica lo siguiente sobre la especie *Alnus acuminata*:

Nombres comunes: Aile, Llite, Aliso, Abedul, Elite, Palo de águila.

Forma: Árbol o arbusto de hoja perenne/caducifolio, de 10 a 25 m (hasta 30 m) de altura, diámetro a la altura del pecho de 35 a 40 cm (1 m). Algunos ejemplares alcanzan una altura de más de 42 metros en plantaciones.

Copa/hojas: Copa estrecha (estrecha) y piramidal (en plantaciones), toma forma irregular en sucesivas arboledas. Las hojas son ovaladas, de 6-15 cm de largo y 3-8 cm de ancho.

Tronco/ramas: Tronco cilíndrico a ligeramente ovalado. Generalmente con varios troncos. En campo abierto desarrolla gruesas ramas desde la base, mientras que en un bosque denso la poda natural llega a la mayor parte del tronco sin ramas.

Sexualidad: Monoica.

Distribución: Especie proveniente de Centroamérica y México. Se expande a partir del noroeste de México hasta el norte de Argentina y los Andes de Perú y Bolivia. Se implementó con éxito en el sur de Chile y Nueva Zelanda.

Hábitat: El género *Alnus* puede ser encontrado en laderas muy empinadas en ambientes secos. Prospera en riberas de ríos y laderas húmedas. Prospera en zonas nubladas con niebla frecuente. Tiene un rango de temperatura de 4 °C a 27 °C y puede tolerar temperaturas de hasta 0 °C temporalmente. Precipitación 1000-3000 mm o más.

Importancia ecológica: especies secundarias. Es invasivo en áreas abiertas. Se instala rápidamente en los espacios que dejan otros árboles, formando arboledas laterales de considerable tamaño. Es una especie importante en los procesos de regeneración forestal.

2.2.9. INVENTARIOS FORESTALES

Carrera et al. (2002) indica que un “Un inventario forestal es un método útil para obtener la información necesaria para tomar decisiones sobre el manejo y uso de los bosques. En el manejo de bosques naturales y plantaciones, el administrador forestal generalmente tiene acceso a información verídica que le permita manejar su bosque de tal manera que produzca de manera sostenible la mayor cantidad posible, con la mejor calidad, en el menor tiempo posible y al mismo tiempo al menor costo posible” (p.3).

Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (2016) indica que el “El objetivo general del Inventario Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (INFFS) es mejorar la sostenibilidad ecológica, social y económica de los bosques y los recursos forestales y aumentar su importancia para los medios de vida rurales y su papel en la adaptación del cambio climático del Perú.” (p.1).

2.2.10. PROTOCOLO DE KYOTO

Rügnitz et al. (2009) indica que “El Protocolo de Kioto es un acuerdo internacional que entró en vigor en 2005, cuyo objetivo es reducir la emisión de gases provocados por el efecto invernadero (GEI). El protocolo exige que los países desarrollados reduzcan sus emisiones de gases de efecto invernadero en al menos un 5,2 por ciento en comparación con los niveles de 1990 entre 2008 y 2012 (el primer período de compromiso). Cada signatario del Anexo I establece sus propios objetivos de reducción individuales. Países en desarrollo como Brasil y Perú no figuran en el Anexo I, por lo que no tienen obligación de reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero. Hay tres mecanismos de flexibilidad para ayudar a los países del Anexo I a alcanzar los objetivos de reducción establecidos en el Protocolo: la Implementación Conjunta (JI), el Comercio de Emisiones (ETS) y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). De estos tres mecanismos, sólo el mecanismo puro de desarrollo puede implementarse en los países en

desarrollo. Un mecanismo de este tipo permite a los países desarrollados enumerados en el Anexo I desarrollar o financiar proyectos para reducir los gases de efecto invernadero (eficiencia energética o huella de carbono) fuera de su territorio.” (p.4).

Cuadrado (2010). Indica que “El gobierno estadounidense firmó el tratado pero no fue ratificado, por lo que su adhesión fue sólo simbólica hasta 2001, cuando la administración Bush se retiró del protocolo, no porque no compartiera sus ideas principales sobre la reducción de emisiones, considerando que la aplicación del protocolo es ineficaz e injusta porque se aplica sólo a los países industrializados y excluye a algunos de los mayores emisores emergentes (especialmente China e India) de las restricciones, lo que, en su opinión, perjudicaría gravemente a la economía estadounidense. Sin embargo, Estados Unidos apoya las reducciones voluntarias de emisiones y ha tomado medidas para frenar el cambio climático y promover la implementación de nuevas tecnologías ambientales a través de la EPA. (la agencia estadounidense de protección medioambiental)” (p.19).

2.2.11. ESTRATEGIA NACIONAL ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Decreto Supremo 011-2015-MINAM (2015) “Su objetivo final es estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera a un nivel que evite interferencias antropogénicas peligrosas con el sistema climático, y establece que este nivel debe alcanzarse durante un período de tiempo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al medio ambiente. . . cambiar para que la producción de alimentos no esté en peligro y el desarrollo económico pueda continuar” (p.1).

2.2.12. RESERVAS DE CARBONO

Bolin y Sukumar (como fue citado en Casanova-Lugo et. al., 2011) indica que se almacena el carbono en compartimentos denominados "depósitos" y circula activo entre ellos. Entre los lugares de almacenamiento, la mayor cantidad se encuentra en los los océanos

(38,000 Gt), seguidos de la tierra (1,500 Gt), las plantas (560 Gt) y la atmósfera (750 Gt). La absorción de dióxido de carbono en la atmósfera por las diferentes plantas mediante de la fotosíntesis se encuentra en proporción con la respiración de las plantas y la tierra.

Seeberg-Elverfeldt (como se citó en Hernández et al, 2012) indica que las plantas absorben CO₂ de la atmósfera mediante la fotosíntesis y lo reponen como oxígeno. Una fracción de los hidrocarburos sintetizados se oxida a partir de la respiración para obtener energía para los procedimientos metabólicos, la otra porción se utiliza para provocar compuestos orgánicos diversos, por ejemplo, la acumulación de celulosa en las paredes celulares.

2.2.13. MÉTODOS DE ESTIMACIÓN DE BIOMASA

Existen dos técnicas para calcular y evaluar la biomasa arbórea: la técnica directa y la técnica indirecta. La técnica directa (o destructiva) utilizado para construir ecuaciones alométricas y coeficientes de expansión de biomasa en el que se cortan una o más muestras, la biomasa se determina por la masa directa de cada componente (p. ej., tallo, ramas y hojas) y los resultados se extrapolado. en toda la región. La técnica indirecta (no destructiva) consiste en aplicar ecuaciones que permiten conectar algunas mediciones básicas obtenidas en campo con propiedades de interés, donde la ecuación se puede utilizar para calcular la biomasa total de un árbol midiendo su diámetro. (Rügnitz et al., 2009)

2.2.14. VALORACIÓN ECONÓMICA

Es una herramienta utilizada para determinar el valor monetario de los bienes y servicios de los ecosistemas, ya sea que tengan un precio o un mercado. Su objetivo es visibilizar los costos o beneficios que se asocian a los cambios en los ecosistemas que afectan el bienestar de los individuos en la sociedad, de modo que estos valores económicos puedan incorporarse en la toma de decisiones. (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Biomasa: Montero et al. (2005) indica que la “biomasa forestal será definido como el peso de la materia orgánica que está en un explícito ecosistema forestal por arriba y por debajo de la superficie del suelo. Regularmente se cuantifica en toneladas/hectárea de peso seco o verde a partir de valores modulares por variedades diamétricas” (p.24).

Biomasa aérea: Brown (como se citó en Gorbitz, 2011) define a la biomasa aérea como materia orgánica del suelo (incluidas hojas, palos, ramas, tallos y cortezas) por masa en kilogramos.

Bosque: FAO (como se citó en MINAM, 2014) define bosque como un terreno de más de 0,5 hectáreas con árboles de más de 5 metros de altura. Y la cobertura del dosel es superior al 10% o los árboles son capaces de alcanzar esta altura localmente. No incluye suelos de uso principalmente agrícola o urbano.

Bosque primario: Un ecosistema caracterizado por una abundancia de árboles maduros que no se ven afectados por la actividad humana. El impacto humano en estas regiones forestales se ha limitado típicamente a la caza, la pesca y la recolección de productos forestales en pequeña escala y, en algunos casos, a cultivos migratorios de baja densidad con largos períodos de barbecho. Estos ecosistemas se denominan bosques "maduros", "antiguos" o "primitivos". (Consejo de Administración Forestal [FSC], 1996).

Carbono: Martínez y Fernández (2004) definen al carbono como “el elemento principal de los diferentes compuestos orgánicos, donde se mezcla con azufre, fósforo, nitrógeno, oxígeno e hidrógeno para formar las moléculas más principales de la vida. Como ocurre con todos los elementos, la disponibilidad de C en el planeta no es infinita y, por lo tanto, el C se mueve constantemente entre la materia orgánica y el entorno fisicoquímico”. (p. 77)

Deforestación: Expulsión de la cubierta boscosa de un bosque natural por causa del ser humano o de la naturaleza (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], 2017).

Dióxido de carbono: Valencia y Cardona (2013) indica que “el dióxido de carbono (CO₂) se considera uno de los principales gases de efecto invernadero y causa el calentamiento global y el cambio climático. Por lo tanto, se han propuesto diversas estrategias para la captura y almacenamiento físico o químico de carbono, especialmente para las emisiones de las corrientes de combustión”. (p.45)

Especie: Zunino y Palestrini (1991) indica que “Una especie es una unidad individual formada a partir de varias poblaciones naturales, cuya individualidad proviene de su origen monofilético y permanece dentro de los límites del espacio y el tiempo, donde las subunidades separadas (individuos) que la forman en un momento dado mantienen su coherencia reproductiva. La genética interna y la independencia de su genoma y, por tanto, la interacción unificada con el medio ambiente”. (p.85)

Fotosíntesis: Pérez-Urria (2009) define a la fotosíntesis como “El proceso fisicoquímico mediante el cual las algas, bacterias y plantas fotosintéticas usan la energía de la luz solar para sintetizar sustancias orgánicas. Es un proceso fundamental para la vida en la Tierra y tiene profundos efectos en la atmósfera y el clima de la Tierra”. (p.1)

Forestación: Se define como el establecimiento de un bosque en un terreno que no ha tenido bosque durante al menos 50 años. Es la plantación de árboles en terrenos donde hace mucho tiempo que no hay bosque, o si hay árboles, no forman bosque (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], 2015).

Reforestación: Es la plantación de árboles en los terrenos que estaban cubiertos de bosque, es decir, donde ya no hay árboles o hay pocos. Se define a la conversión de áreas previamente deforestadas en zonas forestales (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR], 2015).

2.4. HIPÓTESIS

Las investigaciones que comienzan y terminan como descriptivos, formularán si predicen un dato o hipótesis descriptivas; (...). Cabe señalar que

los estudios descriptivos no contienen hipótesis, y ello es debido a que en algunos momentos es difícil señalar el valor que se logra mostrar en una variable (Hernández et al., 2014).

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE

Captura y Almacenamiento del dióxido de carbono en Bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*).

➤ Caracterización de la variable

La variable almacenamiento y captura del dióxido de carbono en Bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) estará en función de poder calcular los indicadores (DAP, Altura total, Volumen total, biomasa forestal) mediante ecuaciones alométricas, así mismo cuantificarlos en términos monetarios el valor de los bienes y servicios de los ecosistemas derivado de datos de precios de mercado.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	MAGNITUD	UNIDAD DE MEDIDA	TIPO DE VARIABLE
VARIABLE					
Captura y almacenamiento del dióxido de carbono en Bosques reforestados de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	Stock de Carbono	Cantidad de Dióxido de Carbono capturado y almacenado por cada árbol.	Masa	Tonelada(kg)	Numérica Continua
		Cantidad de Dióxido de Carbono estimadas por parcela.	Masa	Tonelada(kg)	
La captura y almacenamiento del dióxido de carbono es el servicio ambiental enfocado en la capacidad de fijar carbono desde la atmosfera a través de las plantas y almacenarla en forma de biomasa.	Biomasa Forestal	Biomasa forestal de los arboles	Masa	Tonelada(kg)	
		Biomasa forestal de los árboles total	Masa	Tonelada(kg)	
	Valoración Económica	Valoración Económica de CO2	Monetario	€	
		DAP	Longitud	Metro (m)	
		Altura Total	Longitud	Metro (m)	
Ecuaciones Alométricas	Volumen total	Volumen	Metro cúbico (m3)	Numérica Continua	
	Área basal	Superficie	Metro cuadrado (m2)		

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al diseño de medición de las variables de la investigación, este estudio fue prospectivo debido a que se encuentran diferentes variables y mediciones. Dependiendo del número de variables de estudio, este estudio fue transversal porque una variable de estudio se mide solo una vez. En cuanto al número de variables de análisis, este estudio fue descriptivo porque tiene una sola variable. Según la intervención del investigador, este estudio fue de tipo no intervencionista porque pertenece al nivel de investigación descriptivo (Supo y Zacarías, 2020).

3.1.1. ENFOQUE

Arias (2012) indica que el enfoque del presente estudio es de tipo cuantitativo, ya que se estimará los valores de biomasa, captura de carbono, su influencia ambiental y económica (p.136).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Según Supo (2014) el presente estudio es de alcance o nivel Descriptivo. En este tipo de investigación, el objetivo es medir y recopilar información de forma independiente sobre las variables propuestas. Este estudio también pretende estimar cuantitativamente variables de biomasa, carbono y CO₂ mediante ecuaciones alométricas.

3.1.3. DISEÑO

En la presente investigación titulado estudio sigue un diseño prospectivo, transversal, descriptivo y sin intervención (Supo y Zacarías, 2020).

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Hernández, R. (2014) indica que, La población es la totalidad de los individuos o elementos que tienen particularidades similares y sobre los cuales se quieren cumplir el interés de la investigación, por lo tanto, la población del presente trabajo de investigación será las plantaciones reforestadas de la especie Aliso de 6,7 y 8 años de edad en el bosque Monte Potrero.

Según la información brindada por el Gobierno Regional de Huánuco se reforestaron las siguientes cantidades de la especie *Alnus acuminata* (Aliso) en el bosque Monte Potrero:

- En el año 2014 se reforestaron un total de 9,500 plantones.
- En el año 2015 se reforestaron un total de 34,441 plantones.
- En el año 2016 se reforestaron un total de 82,969 plantones.

Así mismo la muestra será ciertas parcelas de la especie de Aliso (*Alnus acuminata*) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero en el distrito de Umari – Pachitea – Huánuco

3.2.2. MUESTRA

Hernández, R. (2014) indica que, Las muestras no probabilísticas, también se denominan muestras intencionales y su procedimiento de selección se basa en las características del estudio. Se utilizan en diversos estudios cuantitativos y cualitativos. En este caso, el procedimiento no es mecánico ni se basa en fórmulas de probabilidad, sino que depende más del proceso de toma de decisiones del investigador.

En el trabajo de investigación no se utilizará fórmulas probabilísticas, sino se tomará en cuenta para la muestra ciertas

parcelas de la especie Aliso de 6,7 Y 8 años de edad por lo que nuestra muestra será de tipo no probabilística

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Teniendo en cuenta el enfoque conservacionista de la investigación, se utilizará el método indirecto (no destructivo) que mediante datos obtenidos en campo se empleará ecuaciones alométricas para poder determinar la biomasa forestal, almacenamiento y captura de carbono, así como también la valorización económica del dióxido de carbono (CO₂).

Tabla 1

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

VARIABLES	DIMENSIONES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
Captura y almacenamiento del dióxido de carbono en Bosques reforestados de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>)	Stock de Carbono	Cálculos	-
	Biomasa Forestal	Cálculos	-
	Valoración Económica	Cálculos	-
	Ecuaciones Alométricas	Cálculos	Forcípula Cinta Diamétrica Clinómetro Wincha Cinta Métrica

Nota. La presente tesis cuenta con una variable, las cuales se visualiza que los indicadores fueron hallados mediante cálculos.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Los datos fueron presentados mediante cuadros y gráficos descriptivos.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Para la interpretación y el análisis de datos del trabajo de investigación se utilizaron cálculos que a través de ecuaciones alométricas se obtuvieron la altura total del árbol, biomasa forestal,

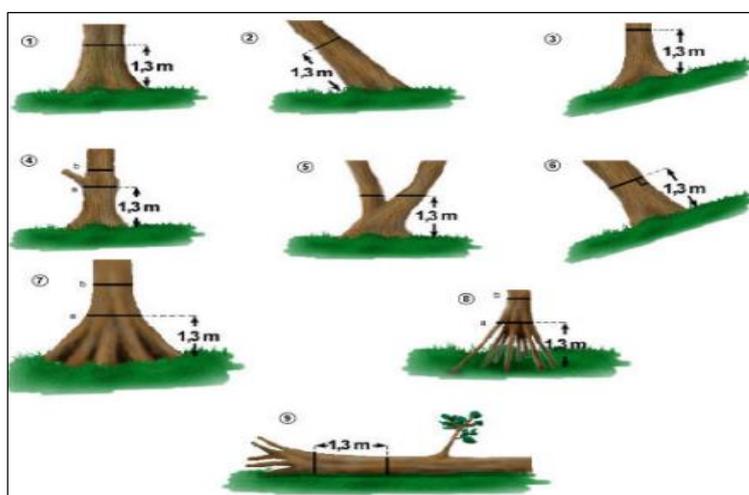
captura y almacenamiento de carbono, así como también la valorización económica del dióxido de carbono (CO₂).

a) Medición del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

El DAP se mide con la forcípula o cinta diamétrica a 130 cm del suelo; a continuación, se muestra la manera correcta de medir el DAP.

Figura 3

Calculo del Diámetro a la altura del pecho, 2001



Nota. La figura muestra el uso correcto de la cinta diamétrica. En las situaciones 4, 7 y 8 se desplaza la cinta o forcípula a la posición b para medir el diámetro. Fuente: Schlegel, et al. (2001)

b) Cálculo de la Altura Total del Árbol

El cálculo de la altura total de los árboles se puede dar de las siguientes maneras (Suunto, 2006):

Terreno Llano

$$H = (\tan \alpha \times d) + H_o$$

Donde:

H = altura total del árbol

α = Lectura clinómetro del extremo superior del árbol.

d = distancia árbol – humano.

H_o = altura al ojo del observador

Terreno Inclinado

Si la base del tronco se encuentra por debajo del nivel de los ojos.

$$H = (\tan \alpha + \tan \beta) \times d$$

Donde:

H = altura total del árbol

α = Lectura clinómetro del extremo superior del árbol.

β = Lectura clinómetro del extremo inferior del árbol.

d = distancia árbol – humano.

Si la base del tronco se encuentra por encima del nivel de los ojos.

$$H = (\tan \alpha - \tan \beta) \times d$$

Donde:

H = altura total del árbol

α = Lectura clinómetro del extremo superior del árbol.

β = Lectura clinómetro del extremo inferior del árbol.

d = distancia árbol – humano.

c) Cálculo del Área Basal

El área basal se calculó aplicando la siguiente fórmula (Jumbo et al., 2018).

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

Donde:

AB = área basal, m^2 .

$\frac{\pi}{4}$ = constante 0,7854.

DAP^2 = diámetro a la altura del pecho, m.

d) Cálculo del Volumen

El volumen se determinó mediante la siguiente fórmula (Jumbo et al., 2018).

$$\text{Volumen} = AB \times H \times ff$$

Donde:

AB = área basal, m^2 .

H = altura total del árbol, m.

ff = factor de forma (Latifoliadas: 0,7).

e) Cálculo de la Biomasa Forestal

La biomasa es un factor clave para determinar la cantidad de carbono almacenado en un bosque. La biomasa forestal revela los ciclos del carbono a escala global, lo que la convierte en un elemento importante en la investigación del cambio climático. Esta estimación se obtiene multiplicando el volumen del bosque, la densidad de la madera y el factor de expansión de la biomasa subterránea (Jumbo et al., 2018).

Según las directrices del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático, se aplicó 1,20 a la biomasa aérea y subterránea. El valor de densidad de la madera fue 0,3 (Aulestia-Guerrero et al., 2018). El valor de la biomasa, se obtuvo mediante la siguiente formula:

$$Bf = \text{Volumen} \times GE \times FEBa \times FEBs$$

Donde:

Bf = biomasa forestal, t.

GE = densidad de la madera, t/m^3 [0,3].

FEBa = factor de expansión de biomasa aérea (ramas, hojas) [1,20].

FEBs = factor de expansión de biomasa subterránea (raíces) [1,20].

f) Cálculo del carbono almacenado en el bosque

El carbono almacenado, se calculó a partir de los datos de biomasa forestal del área y se empleó la fracción de carbono de 0,5, presumiendo

que el 50,0% del peso de los individuos es carbono. La fórmula para la obtención del valor de carbono almacenado es (Jumbo et al., 2018):

$$C = B \times Fc$$

Donde:

C = carbono en toneladas.

B = biomasa.

Fc = fracción de carbono [0,5].

g) Cálculo del CO₂ almacenado en el bosque

Una tonelada de carbono equivale al secuestro de 3,67 t de CO₂. Para establecer la cantidad de CO₂ almacenado a partir de la cantidad de carbono se aplicó la fórmula (Jumbo et al., 2018):

$$CO_2 = C \times 3,67$$

Donde:

CO₂ = cantidad de dióxido de carbono capturado en toneladas CO₂.

C = carbono en toneladas

3,67 = fracción que se utiliza para convertir carbono en toneladas de CO₂.

h) Cálculo del Valor Económico del CO₂

El valor económico se calculó aplicando la siguiente fórmula (IPCC, 2005). El precio del dióxido de carbono en el mercado varía de acuerdo al año y mes que se requiera hallar el valor económico, para el presente estudio de investigación se tomó en cuenta el valor referencial dado por el Sistema Europeo de Negociación de CO₂ (SENDECO₂) en el cual para el mes de abril del año 2023 el precio por toneladas es de: 92.53 €; donde 1 € = 4.13 PEN.

Figura 4

Precios CO2, 2023

Precios CO2										
2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013
2012	2011	2010	2009	2008						
Precios CO2					EUA	CER				
Media anual					87,86 €	0,00 €				
Enero					80,29 €	0,00 €				
Febrero					91,82 €	0,00 €				
Marzo					89,23 €	0,00 €				
Abril					92,53 €	0,00 €				

Nota. La figura muestra el precio por toneladas correspondiente al año 2023 del dióxido de carbono. Fuente: SENDECO2 (2023)

$$VE = CO_2 \times \text{Precio en el mercado}$$

Donde:

VE = Valor Económico (€/t).

CO2 = cantidad de dióxido de carbono capturado en toneladas CO2.

Precio en el mercado = 92.53 € = 381.93 PEN

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Los datos obtenidos en campo, están constituido por 30 plantaciones de 6 años, 30 plantaciones de 7 años y 30 plantaciones de 8 años.

Tabla 2

Datos de la especie de Aliso (Alnus Acuminata) de 6 años

Código	DAP (m)	ALTURA (m)	AREA BASAL (m²)
AC6-001	0,0862	5,3100	0,0058
AC6-002	0,0816	6,2400	0,0052
AC6-003	0,0793	6,0300	0,0049
AC6-004	0,0831	6,8600	0,0054
AC6-005	0,0842	6,3800	0,0056
AC6-006	0,0871	5,8500	0,0060
AC6-007	0,0793	6,2600	0,0049
AC6-008	0,0853	6,3900	0,0057
AC6-009	0,0846	6,9100	0,0056
AC6-010	0,0863	6,7400	0,0058
AC6-011	0,0805	6,2300	0,0051
AC6-012	0,0796	6,1000	0,0050
AC6-013	0,0861	5,4700	0,0058
AC6-014	0,0821	6,9200	0,0053
AC6-015	0,0847	6,3500	0,0056
AC6-016	0,0839	6,4800	0,0055
AC6-017	0,0824	6,5200	0,0053
AC6-018	0,0885	6,7200	0,0061
AC6-019	0,0897	5,9700	0,0063
AC6-020	0,0793	6,1700	0,0049
AC6-021	0,0834	6,2600	0,0055
AC6-022	0,0821	6,1300	0,0053
AC6-023	0,0798	6,1000	0,0050
AC6-024	0,0841	6,4100	0,0056
AC6-025	0,0831	6,3800	0,0054
AC6-026	0,0865	5,7300	0,0059
AC6-027	0,0848	6,2900	0,0056
AC6-028	0,0827	6,2000	0,0054
AC6-029	0,0861	6,4100	0,0058
AC6-030	0,0892	6,3600	0,0062

Nota. DAP= Diámetro a la Altura del Pecho. Se muestran datos de 30 plantaciones de Aliso (*Alnus Acuminata*) de 6 años de edad.

Tabla 3

Datos de la especie de Aliso (*Alnus Acuminata*) de 7 años

Código	DAP (m)	ALTURA (m)	AREA BASAL (m²)
AC7-001	0,088	7,530	0,0061
AC7-002	0,093	7,960	0,0067
AC7-003	0,089	7,710	0,0062
AC7-004	0,090	6,710	0,0063
AC7-005	0,091	7,910	0,0064
AC7-006	0,096	7,430	0,0073
AC7-007	0,095	7,520	0,0070
AC7-008	0,097	7,350	0,0074
AC7-009	0,090	6,360	0,0063
AC7-010	0,094	7,480	0,0069
AC7-011	0,096	6,560	0,0072
AC7-012	0,097	7,310	0,0074
AC7-013	0,094	7,110	0,0069
AC7-014	0,093	6,960	0,0068
AC7-015	0,096	7,880	0,0073
AC7-016	0,098	7,440	0,0075
AC7-017	0,093	6,420	0,0068
AC7-018	0,098	7,110	0,0075
AC7-019	0,094	7,290	0,0070
AC7-020	0,095	7,540	0,0070
AC7-021	0,094	7,670	0,0069
AC7-022	0,093	7,430	0,0068
AC7-023	0,099	7,150	0,0076
AC7-024	0,098	7,010	0,0075
AC7-025	0,097	7,190	0,0074
AC7-026	0,094	7,050	0,0069
AC7-027	0,097	6,410	0,0074
AC7-028	0,098	7,080	0,0076
AC7-029	0,092	7,150	0,0066
AC7-030	0,092	7,140	0,0067

Nota. DAP= Diámetro a la Altura del Pecho. Se muestran datos de 30 plantaciones de Aliso (*Alnus Acuminata*) de 7 años de edad.

Tabla 4

Datos de la especie de Aliso (*Alnus Acuminata*) de 8 años

Código	DAP (m)	ALTURA (m)	AREA BASAL (m2)
AC8-001	0,111	9,1700	0,0097
AC8-002	0,099	8,6300	0,0077
AC8-003	0,132	9,0900	0,0137
AC8-004	0,105	8,2700	0,0087
AC8-005	0,117	9,3600	0,0108
AC8-006	0,109	8,9700	0,0093
AC8-007	0,113	9,5100	0,0100
AC8-008	0,103	9,6500	0,0083
AC8-009	0,114	8,9700	0,0102
AC8-010	0,101	9,4500	0,0080
AC8-011	0,110	8,5200	0,0095
AC8-012	0,112	8,4500	0,0099
AC8-013	0,105	9,0100	0,0087
AC8-014	0,108	9,1100	0,0092
AC8-015	0,118	8,7800	0,0109
AC8-016	0,109	9,6100	0,0093
AC8-017	0,113	8,1900	0,0100
AC8-018	0,118	8,2100	0,0109
AC8-019	0,115	9,1100	0,0104
AC8-020	0,104	9,3100	0,0085
AC8-021	0,115	8,9100	0,0104
AC8-022	0,108	8,3900	0,0092
AC8-023	0,112	9,2900	0,0099
AC8-024	0,107	8,7400	0,0090
AC8-025	0,103	9,1100	0,0083
AC8-026	0,121	9,4100	0,0115
AC8-027	0,106	8,2100	0,0088
AC8-028	0,097	8,1700	0,0074
AC8-029	0,114	8,4500	0,0102
AC8-030	0,108	9,5900	0,0092

Nota. DAP= Diámetro a la Altura del Pecho. Se muestran datos de 30 plantaciones de Aliso (*Alnus Acuminata*) de 6 años de edad.

A través de las ecuaciones alométricas se presentan los resultados obtenidos en campo, instrumento que sirvió de base para la recolección de datos para la muestra compuesta por 90 plantaciones reforestadas.

Tabla 5

Diámetro a la altura del pecho (DAP)

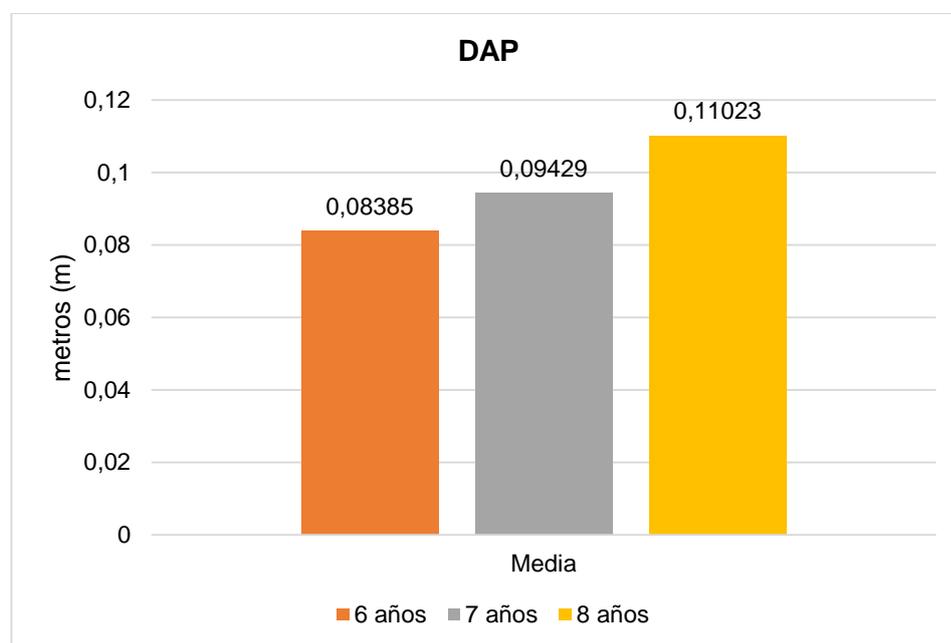
DAP	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
			Límite inferior	Límite superior
6 años	0,08385	0,000538	0,08275	0,08495
7 años	0,09429	0,000537	0,09319	0,09539
8 años	0,11023	0,001306	0,10756	0,11290

Nota. Se considera la media de las muestras (30). De la población en estudio de las 3 edades (años) de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*).

De la Tabla 5 se aprecia que el mayor porcentaje de DAP lo tiene la media (promedio) de los árboles de la edad de 8 años con 0.11023 metros, luego los árboles de 7 años con 0.09429 metros y ultimo los árboles de 6 años con 0.08385, por lo que a mayor edad (en años) mayor es el DAP.

Figura 5

Diámetro a la altura del pecho (DAP)



Nota. Las mediciones se hicieron a la altura del pecho, dato necesario para conocer el grosor del árbol, para este estudio de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*).

De la figura 5 se aprecia que con mayores años (edad del árbol) mayor también es el DAP de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*).

Tabla 6

Altura de la planta

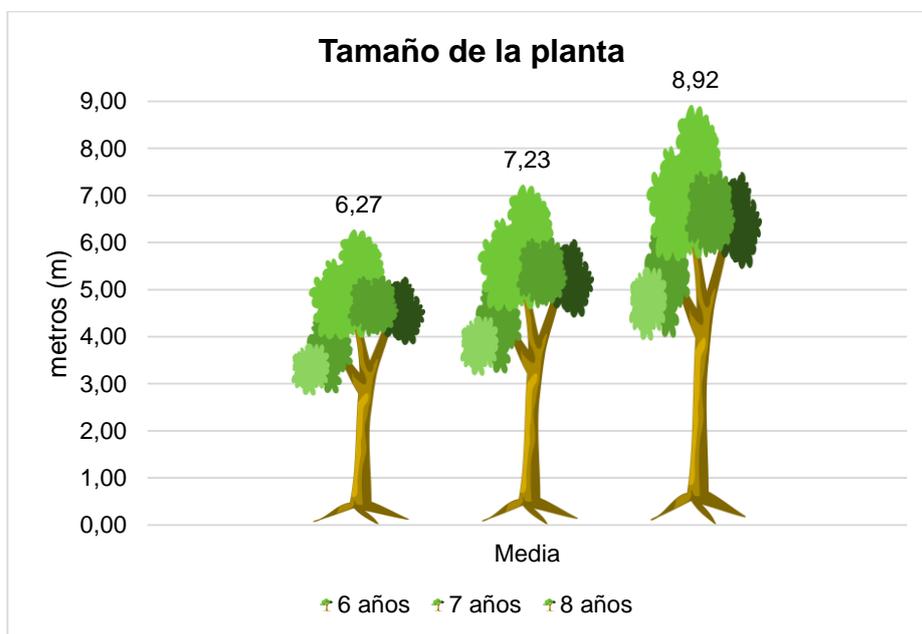
Altura	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
			Límite inferior	Límite superior
6 años	6.27233	0,068439	6,13236	6,41231
7 años	7.22867	0,078456	7,06821	7,38913
8 años	8.92133	0,086883	8,74364	9,09903

Nota. Se considera la media de las muestras (30). De la población en estudio de las 3 edades (años) de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*).

De la Tabla 6 se aprecia una relación de altura (en metros) con la edad de la planta (en años) en la que la altura media de la especie en 6 años es de 6.27233 metros (6.27), en 7 años es de 7.22867 metros (7.23) y para 8 años es de 8.92133 metros (8.92).

Figura 6

Altura de la planta



Nota. La altura (tamaño) de la especie arbórea en diferentes años, muestra su desarrollo y su capacidad para absorber carbono por medio de la fotosíntesis.

En la figura 6 se aprecia la altura (en metros) respecto a la edad de la planta (en años) en la que a menor año menor es la altura media de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*).

Tabla 7

Área basal de la planta

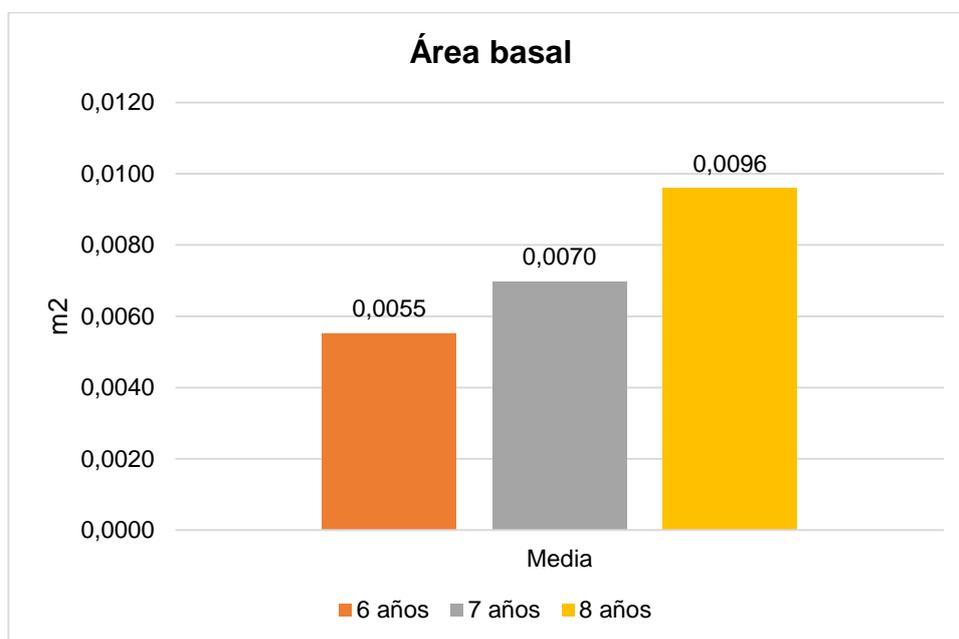
Área Basal	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
			Límite inferior	Límite superior
6 años	0,005517	0,0000705	0,005373	0,005661
7 años	0,006980	0,0000803	0,006816	0,007144
8 años	0,009587	0,0002315	0,009113	0,010060

Nota. Se considera la media de las muestras (30). De la población en estudio de las 3 edades (años) de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*).

En la Tabla 7 del Área basal (m^2) en la que los datos muestran que para 6 años se tiene $0,005517 m^2$ (0.006), para 7 años se tiene $0,006980 m^2$ (0.070) y para 8 años $0,009587m^2$ (0.096) siendo este último el mayor dato.

Figura 7

Área basal de la planta



Nota. La cantidad de área basal determina la cantidad de fitomasa de los árboles.

En la figura 7 se observa que la mayor cantidad de área basal lo presenta la media de los árboles de 8 años, le sigue los árboles de 7 años y con menor número los árboles de 6 años.

- **Cálculo de la cantidad de biomasa forestal en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*)**

Para el cálculo de la cantidad de biomasa se requiere la siguiente ecuación:

– **Volumen**

$$Volumen = AB \times H \times ff$$

Donde:

AB = área basal, m²

H = altura total del árbol, m.

ff = factor de forma (Latifoliadas: 0,7).

Tabla 8

Cálculo del volumen total

Edad del árbol	Área basal (Media)	Altura del árbol (Media)	Factor de forma (Latifoliadas)	Volumen (m ³)
6 años	0.0055	6.27233	0.7	0.0241
7 años	0.0070	7.22867	0.7	0.0354
8 años	0.0096	8.92133	0.7	0.0600

Nota. El cálculo se realizó de izquierda a derecha en la Tabla. De la que muestra en volumen m³ (metros cúbicos), teniendo para la edad de 6 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) 0.0241m³, para la edad de 7 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) se tiene 0.0354m³ y finalmente para la edad de 8 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) se tuvo 0.0600m³. Con estos datos se hacen los cálculos de la biomasa forestal.

– **Biomasa forestal**

$$Bf = Volumen \times GE \times FEBa \times FEBs$$

Donde:

Bf = biomasa forestal, t.

GE = densidad de la madera, (t/m³) [0,3].

FEBa = factor de expansión de biomasa aérea (ramas, hojas) [1,20].

FEBs = factor de expansión de biomasa subterránea (raíces) [1,20].

Tabla 9*Calculo de la biomasa forestal*

Edad del árbol	Volumen (m3)	Densidad de la madera (t/m^3)	Factor de expansión de biomasa		Biomasa forestal (t)
			Aérea (FEBa)	Subterránea (FEBa)	
6 años	0.0241	0.3	1.20	1.20	0.0104
7 años	0.0354	0.3	1.20	1.20	0.0153
8 años	0.0600	0.3	1.20	1.20	0.0259

Nota. El cálculo se realizó de izquierda a derecha en la Tabla. De la que muestra la biomasa forestal en t, teniendo para la edad de 6 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) 0.0104 t para la edad de 7 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) se tiene 0.0153t. y finalmente para la edad de 8 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) se tuvo 0.0259 t. Con estos datos se calculan el almacenamiento de carbono.

- **Cálculo de la captura y almacenamiento de carbono en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*)**

Para ello se realizó el cálculo de:

- **Carbono almacenado en el bosque**

$$C = B \times Fc$$

Donde:

C = carbono en toneladas.

B = biomasa.

Fc = fracción de carbono [0,5].

Tabla 10*Carbono almacenado en el bosque*

Edad del árbol	Biomasa forestal	Fracción de carbono (Fc)	Carbono en toneladas (C)
6 años	0.0104	0.5	0.0052
7 años	0.0153	0.5	0.0077
8 años	0.0259	0.5	0.0130

Nota. El cálculo se realizó de izquierda a derecha en la Tabla. De la que muestra el carbono en toneladas, teniendo para la edad de 6 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) 0.0052 para la edad de 7 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) se tiene 0.0077 y finalmente para la edad de 8 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) se tuvo 0.0130. Con estos datos se calculan el dióxido de carbono capturado en toneladas.

– **Dióxido de carbono capturado en toneladas**

$$CO_2 = C \times 3,67$$

Donde:

CO₂ = cantidad de dióxido de carbono capturado en toneladas CO₂.

C = carbono en toneladas

3,67 = fracción que se utiliza para convertir carbono en toneladas de CO₂.

Tabla 11

Carbono capturado en toneladas

Edad del árbol	Carbono en toneladas (C)	Fracción de conversión	Dióxido de carbono capturado en toneladas
6 años	0.0052	3.67	0.0191
7 años	0.0077	3.67	0.0283
8 años	0.0130	3.67	0.0477

Nota. El cálculo se realizó de izquierda a derecha en la Tabla. De la que muestra el dióxido de carbono capturado en toneladas, teniendo para la edad de 6 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) 0.0191t. para la edad de 7 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) se tiene 0.0283t. finalmente para la edad de 8 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) se tuvo 0.0477t. Con estos datos se dan las valorizaciones económicas del dióxido de carbono en los bosques reforestados.

- **Valorización económica de carbono en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*)**

$$VE = CO_2 \times \text{Precio en el mercado}$$

Donde:

VE = Valor Económico (€/t).

CO₂ = cantidad de dióxido de carbono capturado en toneladas CO₂.

Precio en el mercado = 92.53 € = 381.93 PEN

Tabla 12*Valor económico*

Edad del árbol	Carbono capturado en toneladas	Precio del mercado		Valor Económico	
		Euro (€)	Soles (PEN)	Euro (€)	Soles (PEN)
6 años	0.0191	92.53	381.93	1.767	7.295
7 años	0.0283	92.53	381.93	2.619	10.809
8 años	0.0477	92.53	381.93	4.414	18.218

Nota. El cálculo se realizó de izquierda a derecha en la Tabla. De la que muestra el valor económico, teniendo para la edad de 6 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) en euros 1.767 y en soles 7.295. Para la edad de 7 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) se tiene en euros 2.619 y en soles 10.809. Finalmente, para la edad de 8 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) se en euros 4.414 y en soles 18.218. Con estos datos se hacen el cálculo del valor económico en la población de la especie reforestado.

Tabla 13*Cantidad de árboles forestado y su valor económico*

Edad del árbol	Población total	Valor Económico		Valor económico total	
		Euro (€)	Soles (PEN)	Euro (€)	Soles (PEN)
6 años	82969	1.767	7.295	146,962.95	606,609.31
7 años	34441	2.619	10.809	89,481.37	369,346.36
8 años	9500	4.414	18.218	41,775.81	172,435.26

Nota. El cálculo se realizó de izquierda a derecha en la Tabla. Considerando la población total de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*); teniendo para la edad de 6 años un total de 82969 especies y cuyo valor económico total en euros 146,962.95 y en soles 606,609.31. Para la edad de 7 años se tiene un total de 3441 especies cuyo valor que tiene en euros 89,481.37 y en soles 369,346.36. Finalmente, para la edad de 8 años con un total de 9500 especies, el valor económico total en euros es 41,775.81 y en soles 172,435.26.

4.2. CONTRASTACIÓN O PRUEBA DE HIPÓTESIS

Los estudios que inician y concluyen como descriptivos, formularán —si pronostican un dato— hipótesis descriptivas; (...). Aunque debemos señalar que los estudios descriptivos no suelen contener hipótesis, y ello se debe a que en ocasiones es difícil precisar el valor que se puede manifestar en una variable. (Hernández et al., 2014).

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al estimar la captura y almacenamiento de dióxido de carbono en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) se evidencia que a mayor edad de la especie es mayor la captura de dióxido de carbono por lo que con 6 años de la especie tuvo 0.0191t. promedio por especie (1588.3t en la población total), para la edad de 7 años de la especie tuvo 0.0283t. promedio por especie (967.1t en la población total) y con mayor captura la edad de 8 años de la especie tuvo 0.0477t. promedio por especie (451.5t en la población total) esto datos son menores a especies evaluados por Bernachea (2019) sosteniendo que a la edad de 11 años para el Eucalipto secuestró el CO₂ un total de 521.18 t CO₂ /ha, siendo la mayor; seguido de la plantación de Pino con un total de 519.93 t CO₂ /ha. Por lo que se considera que el aliso resulta una especie forestal, nativa, además, que puede aportar significativamente en la disminución de Dióxido de Carbono presente en la atmósfera, además de ser una especie de gran interés forestal, debido al buen desarrollo vegetativo que muestra.

De cuantificar la cantidad de biomasa forestal en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) es evidente que a mayores años de crecimiento la especie ocupa mayor biomasa forestal, lo que se muestra en para de 6 años de la especie tuvo 0.0104t, para la edad de 7 años de la especie tuvo 0.0153t. y finalmente para la edad de 8 años de la especie tuvo 0.0259t. Estos datos son menores a especies exótica evaluadas por Bernachea (2019) en la que el Eucalipto y Pino de 11 años de edad, obtuvieron mayor cantidad biomasa arbórea viva total en ambas plantaciones, en Eucalipto con un total de 299 t /ha. en una población de 2142, es decir por especie fueron 0.0396 t/ha. Respecto a las plantaciones de pino con un total 298.51 t /ha. En una población de 1972, es decir por especie fueron 0.1514 t/ha.

De determinar la diferencia de la estimación de captura y almacenamiento de dióxido de carbono en los bosques reforestados de Aliso

(*Alnus acuminata*), se demuestra que a mayor edad también es mayor la cantidad de dióxido de carbono capturado, por lo cual el bosque Montepotrero es considerado una gran reserva de carbono con mucha importancia para el ecosistema, además de ser favorable para ecosistemas, como la cuenca y los espacios urbanos de la zona, tal como menciona Bustamante-González et al. En la que el componente arbóreo de mamey es un reservorio importante de carbono en los sistemas agroforestales ribereños de la cuenca del río Tlapaneco que lo rodean. Por ello es necesaria la reforestación con especies propias de la zona ya que son favorables para el ecosistema, de tal modo menciona Cajilema y Fernández (2023) es recomendable optar por especies nativas en futuros proyectos de reforestación, ya que, a más de su beneficio de sumideros de carbono ofrecen un mejor beneficio ecológico al no alterar los ecosistemas nativos y proporcionan equilibrio en estos entornos naturales, se sabe también que un bosque natural como de Aliso, tiene mayores favores al cuidado del medio ambiente y captura de gases de efecto invernadero, esto se refleja en el valor económico que se obtiene con las ecuaciones de alometrías realizadas.

Determinar la valorización económica del dióxido de carbono en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*). El valor económico está relacionado con la cantidad de dióxido de carbono capturado lo cual se evidencia que a mayor edad mayores son las proporciones económicas, en la que para la edad de 6 años de la especie Aliso (*Alnus Acuminata*) en euros 1.767 y en soles 7.295. (para la población total de 82969 especies el valor económico total en euros 146,962.95 y en soles 606,609.31), para la edad de 7 años de la especie se tiene en euros 2.619 y en soles 10.809. (para el total de la población 3441 especies cuyo valor en euros 89,481.37 y en soles 369,346.36) y para la edad de 8 años de la especie se tiene en euros 4.414 y en soles 18.218. (para la población total de valor económico total con de 9500 especies, en euros es 41,775.81 y en soles 172,435.26), con valores económicos cercanas a lo mencionado por Bernachea (2019) que tuvo en el Eucalipto con una valoración económica para este bosque plantado de US\$12,112.23 en una población de 2142 especies, es decir US\$ 5.6546 por especie (PEN 20.57), seguido de la plantación de pino cuya valoración

económica hace un total de US\$12,083.17 con 1972 especies, es decir US\$ 6.1274 por especie (PEN 22.29).

CONCLUSIONES

De la estimación de la captura y almacenamiento del dióxido de carbono en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) se evidencia que con menor captura de dióxido de carbono fue la edad de 6 años de la especie Aliso que tuvo 0.0191 toneladas promedio por especie, para la edad de 7 años de la especie Aliso se tuvo 0.0283 toneladas promedio por especie. Finalmente, con mayor captura fue la edad de 8 años de la especie Aliso tuvo 0.0477 toneladas promedio por especie.

Al cuantificar la cantidad de biomasa forestal en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*), en diferentes edades se tuvo en la edad de 6 años de la especie Aliso una media de 0.0104 t. por especie, para la edad de 7 años de la especie Aliso una media de 0.0153 t. por especie y finalmente para la edad de 8 años de la especie Aliso se tuvo una media 0.0259 t. por especie.

Al determinar la diferencia de la estimación de captura y almacenamiento del dióxido de carbono con los datos obtenidos en los bosques reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) considerando las 3 edades estudiadas (6; 7 y 8 años) se aprecia que a mayor edad también es mayor la cantidad del dióxido de carbono capturado y almacenado, esto lo hace una de las principales opciones de captura de CO₂ y para reducir gases de efecto invernadero.

De la determinación de la valorización económica del dióxido de carbono en el bosque reforestados de Aliso (*Alnus acuminata*) del bosque altimontano de Montepotrero se tuvo, para la edad de 6 años de la especie un valor económico en euros 1.767 y en soles 7.295. Para la edad de 7 años de la especie se tuvo un valor económico en euros 2.619 y en soles 10.809. Finalmente, para la edad de 8 años de la especie se tuvo un valor económico en euros 4.414 y en soles 18.218.

RECOMENDACIONES

- Hacer una estimación de la disminución de los bosques reforestados, cuantificando la pérdida y necesidad para una mejor preservación del bosque altimontano de Yunga Montepotrero.
- Tomar medidas contra la desertificación y cambio de uso de suelo del bosque altimontano de Yunga Montepotrero y de ser posible incrementar su reforestación.
- Promocionar la investigación científica, además de monitoreos y el intercambio de información del bosque altimontano de Yunga Montepotrero dándole un manejo más sostenible.
- Motivar a la población aledaña al bosque altimontano de Yunga Montepotrero a desarrollar la silvicultura y agroforestación, puesto que son opciones de bajo costo y con resultados a corto plazo.
- Generar programas que involucren a diversos sectores (públicas y privadas) en la reducción del carbono, puesto que un bosque no puede abarcar con todos los gases de efecto invernadero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo, L., Alegre, J. y Palm, C. (2003). Manual de reservas de carbono en diferentes sistemas de uso de la tierra. Editorial: Grafica Miguel Alvarez.
- Arias, F. (2012). Introducción a la metodología científica. En el proyecto de investigación (144). Caracas: Episteme C.A.
- Aulestia-Guerrero, E., Jiménez, L., Quizhpe-Palacios, J. y Capa-Mora, D. (2018). *Alnus acuminata* kunth: una alternativa de reforestación y fijación de dióxido de carbono. *Bosques Latitud Cero*, 8(2), 64-74. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/495>
- Benavides, H. y León, G. (2007). Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático. *Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales-IDEAM. Subdirección de Meteorología (Bogotá, Colombia)*.96.
- Bernachea Jesus, N. (2019). *Valoración económica y secuestro de CO2 en bosques plantados de Eucalipto (Eucalyptus globulus labil) y Pino (Pinus radiata) de 11 años de edad en Cochatama, distrito Huacar, provincia Ambo, departamento Huánuco - Setiembre, 2018 - Febrero, 2019*. [Título pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional Repositorio Institucional UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1776>
- Bustamante-González, A., Vargas-López, S. y Morales-Jiménez, J. (2018). Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales ribereños de la cuenca del río Tlapaneco. *Agro productividad*, 11(10), 117-120. <https://doi.org/10.32854/agrop.v11i10.1254>
- Cajilema Yuquilema, D. y Fernández Verdugo, D. (2023). Estimación de la capacidad de captura de carbono de cuatro especies arbóreas predominantes de las riberas del río Machángara, Cuenca - Ecuador [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Repositorio Institucional <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24497>
- Calle Rojas, D. (2017). *Estimación del potencial de captura de carbono de un bosque secundario en el sector Lago Avispa y su contribución como*

sumideros naturales frente al cambio climático, Requena-2016 [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto]. Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Martín.<http://hdl.handle.net/11458/3190>

Carl, S. K. (1817). *Alnus acuminata Kunth*.
http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/9-betul1m.pdf

Carrera, F., Kanninen, M., Kleinn, C., Louman, B., Mejía, A., Morales, D., Núñez, L., Ortiz, E., Quirós, D., Segura, M., Stanley, S. y Villalobos, R. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*. Editorial Lorena Orozco y Cecilia Brumér

Casanova-Lugo, F., Petit-Aldana, J. y Solorio-Sánchez, J. (2011). Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. *Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17(1), 5-118. <https://10.5154/r.rchscfa.2010.08.047>

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (1995). *Alnus Acuminata ssp. arguta, (Schlechtendal) Furlow ESPECIE DE ARBOL DE USO MULTIPLE EN AMERICA CENTRAL*.
<https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/2634>

Congreso de la República. (2015, 24 de Setiembre). Decreto Supremo 011-2015-MINAM. Diario oficial El Peruano, 23/09/2015. Publicación Oficial - Diario El Peruano (www.gob.pe)

Consejo de Administración Forestal. (1996). *Principios y criterios para el manejo de bosques naturales*.

Cuadrado Ruiz, M. (2010). *Derecho y medioambiente* (21 ed.). Editorial Revista Electrónica de Derecho Ambiental.
<http://hdl.handle.net/10481/5479>

Dixon, R.K. (1995). Agroforestry systems: sources or sinks of greenhouse gases. *Agroforestry Systems*, 31(1), 99-116.

- Gayoso, J., Schlegel, B. (2001). Una tarea pendiente: Proyectos forestales para mitigación de gases de efecto invernadero. *Ambiente y Desarrollo*, 17(1), 41-49.
- González, M., Jurado, E., González, S., Aguirre, O., Jiménez, J. y Navar, J. (2003). Cambio climático mundial: Origen y consecuencias. *Ciencia UANL*, 6(3), 377 – 385. http://eprints.uanl.mx/1287/1/cambio_climatico.pdf
- Gorbitz, G. (2011). *Determinación de las reservas de carbono en la biomasa aérea en plantaciones de 8 años de Calycophyllum spruceanum b. en el Valle del Aguaytía* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://hdl.handle.net/20.500.12996/1670>.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. (2005). La captación y el almacenamiento de Dióxido de Carbono. https://archive.ipcc.ch/pdf/special-reports/srccs/srccs_spm_ts_sp.pdf
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). México: McGRAW - HILL/ INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernández, E., Campos, G., Raymundo, J., Rodríguez-Ortiz, G. y Velasco, V. (2012). Captura de carbono por Inga Jinicutil Schltdl en un sistema agroforestal de café bajo sombra. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 3(9), 11-21. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322012000100002&lng=es&tlng=es.
- Honorio, E. y Baker, T. (2010). *Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos*. (1era ed.). Editorial E. N. Honorio Coronado. Manual carbono.cdr (leeds.ac.uk)
- Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero. (2016). *Inventario nacional de gases de efecto invernadero del año 2016 y actualización de las estimaciones de los años 2000, 2005, 2010, 2012 y 2014*. INGEI 2016 Archivos - Infocarbono (minam.gob.pe).

- Justo Damas, J. y Laurente Soriano, M. (2020). Valoración económica de la reserva de carbono de dos especies forestales en el área de conservación privada Ilish Pichacoto-Huancayo [Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio Institucional <http://hdl.handle.net/20.500.12894/6082>
- Jumbo, C., Arévalo, C. y Ramírez-Cando, L. (2018). Medición de carbono del estrato arbóreo del bosque natural Tinajillas-Limón Indanza, Ecuador. *La Granja*,27(1),51-63. <http://doi.org/10.17163/lgr.n27.2018.04>
- Kirklund, B. (1991). Como pueden contribuir los bosques y las industrias forestales a reducir el exceso de anhídrido carbónico en la atmósfera. *Corma*,1(218), 39-41.
- Martínez, Julia y Fernández Adrián. (2004). Cambio climático: una visión desde México (1er ed.). Editorial Instituto Nacional de Ecología. <https://www.academia.edu/download/53409504/Victor-Jaramillo-Cambio-Climatico-Una-Vision-desde-Mexico-.pdf#page=75>
- Ministerio del Ambiente. (2014). Memoria Técnica: Cuantificación de la cobertura de bosque y cambio de bosque a no bosque de la Amazonía peruana. *Memoria-Tecnica-Cobertura-de-Bosque-y-no-Bosque-2009-2010-2011.pdf* (minam.gob.pe)
- Ministerio del Ambiente. (2015). Conservación de bosques para la mitigación del cambio climático. <http://www.minam.gob.pe/programa-bosques/>
- Ministerio de Ambiente. (2016). El Perú y el Cambio Climático: Tercera Comunicación Nacional del Perú.. El Perú y el Cambio Climático - Tercera Comunicación Nacional del Perú - Gobierno del Perú (www.gob.pe).
- Ministerio del Ambiente. (2016). Guía de Valoración Económica del Patrimonio Natural. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/11910/GVEPN-30-05-16-baja.pdf>
- Montero, G., Ruiz-Peinado, R. y Muñoz, M. (2005). Producción de biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles. Instituto Nacional de

Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria Ministerio de Educación
y Ciencia.
https://www.academia.edu/download/74767112/Produccion_de_Biomasa_y_Fijacin_de_CO2_po20211117-29955-1jgnh5u.pdf

Naciones Unidas. (1992, 20 de Junio). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/convsp.pdf>

Ordoñez, J. (1999). Captura de carbono en un bosque templado: el caso de San Juan Nuevo, Michoacán.(1ª ed.).Editorial Instituto Nacional de Ecología-SEMARNAP.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2017). Carbono orgánico del suelo: el potencial oculto. Carbono orgánico del suelo: el potencial oculto (fao.org).

Pabón, J. D. (2003). El cambio climático global y su manifestación En Colombia. Cuadernos De Geografía XII (1-2).
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/24596>

Pérez-Urria, E. (2009). Fotosíntesis: Aspectos básicos. Reduca (Biología), 2(3), 1-47.
<http://revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/793/809>.

Pumasupa Solórzano, M. (2018). Cuantificación de la captura de carbono de la especie forestal *Haplorhus peruviana* carzo como servicio ambiental en el valle de cinto, provincia Jorge Basadre, región Tacna [Tesis de pregrado, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio Universidad Privada de Tacna. <http://hdl.handle.net/20.500.12969/558>

Ramírez, O. y Gómez, M. (1999). Estimación y valoración económica del almacenamiento de carbono. Revista Forestal Centroamericana, 27(1), 8-12.

Rojo, G., Jasso, J. y Velásquez, A. (2003). Las masas forestales como sumideros de CO2 ante un cambio climático global. Revista Chapingo, 9(1), 57-67. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62990106>

- Rügnitz, M., Chacón, M. y Porro, R. (2009). Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales (1er ed.). Editorial Centro Mundial Agroforestal (ICRAF).
- Salazar Navarro, K. (2019). Captura del carbono azul mediante la Grama Salada (*Distichlis spicata* (L.) Greene) en el Refugio de Vida Silvestre los Pantanos de Villa [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur]. Repositorio Institucional Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. <http://repositorio.untels.edu.pe/jspui/handle/123456789/219>
- Schlegel, B., Gayoso, J. y Guerra, J.(2001).Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. Universidad Austral de Chile. https://www.ccmss.org.mx/wp-content/uploads/2014/10/Manual_de_procedimiento_para_inventarios_de_carbono_en_ecosistemas_forestales.pdf
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. (2015). Glosario de términos para los efectos del presente reglamento para la gestión de las plantaciones forestales y sistemas agroforestales.
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. (2017). Reglamento para la gestión de las plantaciones forestales y los sistemas agroforestales. REGLAMENTO-PARA-LA-GESTION-DE-LAS-PLANTACIONES-FORESTALES-Y-LOS-SISTEMAS-AGROFORESTALES.pdf (serfor.gob.pe).
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. (2016). Memoria descriptiva del mapa de ecozonas. (1er ed.). Editorial GMC Digital SAC. <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/58974>
- Sistema Europeo de Negociación de CO2. (2023). Precios CO2.SENDECO2. <https://www.sendeco2.com/>
- Supo, J. y Zacarías, H. (2020). Metodología de la Investigación Científica: Para Las Ciencias de la Salud y Las Ciencias Sociales (3er ed.). Independently Published. <https://books.google.com.pe/books?id=WruXzQEACAAJ>

- Suunto (2006). Suunto PM-5, *PM-5/1520 Guía del Usuario*. Suunto Oy.
https://www.forestry-suppliers.com/Documents/556_msds.pdf
- Valencia, M. y Cardona, C. (2013). Aproximación conceptual a la separación del dióxido de carbono en corrientes de combustión. *Facultad de Ingeniería*, 22(34), 45-53.
<http://www.scielo.org.co/pdf/rfing/v22n34/v22n34a05.pdf>
- Vargas, P. (2009). El cambio climático y sus efectos en el Perú. Banco Central de Reserva del Perú.
<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2009/Documento-de-Trabajo-14-2009.pdf>
- Zunino, M. y Palestrini, C. (1991). El concepto de especie y la biogeografía. *Biología animal*, 17(6), 85-88.
[https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/2068/1/AB17%20\(1991\)%20p%2085-88.pdf](https://digitum.um.es/digitum/bitstream/10201/2068/1/AB17%20(1991)%20p%2085-88.pdf).

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Bashi Espinoza, B. (2023). *Estimación de la captura y almacenamiento de carbono en bosques reforestados de aliso (*alnus acuminata*) de 6,7 y 8 años de edad en la localidad de Monte Potrero – Pachitea – Huánuco, 2022* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA Y ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN BOSQUES REFORESTADOS DE ALISO (*Alnus acuminata*) DE 6,7 Y 8 AÑOS DE EDAD EN LA LOCALIDAD DE MONTE POTRERO – PACHITEA – HUÁNUCO, 2022”.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema Principal</p> <p>¿Cuánto será la captura y almacenamiento de carbono en bosques reforestados de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022?</p>	<p>Objetivo Principal</p> <p>Estimar la captura y almacenamiento de carbono en los bosques reforestados de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022.</p>	<p>Los estudios que inician y concluyen como descriptivos, formularán — si pronostican un dato— hipótesis descriptivas; (...). Aunque debemos señalar que los estudios descriptivos no suelen contener hipótesis, y ello se debe a que en ocasiones es difícil precisar el valor que se puede manifestar en una variable. (Hernández et al., 2014)</p>	<p>Variable</p> <p>Captura y Almacenamiento de Carbono en Bosques reforestados de Aliso (<i>Alnus Acuminata</i>)</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stock de Carbono • Biomasa Forestal • Valoración Económica <p>Caracterización de la variable</p>	<p>Nivel de Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Descriptivo <p>Diseño De La Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prospectivo • Transversal, Descriptivo • Sin intervención. <p>Enfoque De La Investigación</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cuantitativo <p>Población</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bosques Reforestados de la especie Aliso (<i>Alnus</i>)

Problemas específicos	Objetivo Especifico	
<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuánto será la cantidad de biomasa en los bosques reforestados de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022? • ¿Cuál es la diferencia de la estimación de captura y almacenamiento de carbono en los bosques reforestados de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) entre las edades de 6, 7 y 8 años en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022? • ¿Cuánto será la valorización económica de carbono en los bosques reforestados de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022? 	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificar la cantidad de biomasa en los bosques reforestados de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022. • Determinar la diferencia de la estimación de captura y almacenamiento de carbono en los bosques reforestados de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) entre las edades de 6, 7 y 8 años en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022. • Determinar la valorización económica de carbono en los bosques reforestados de Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) de 6, 7 y 8 años de Edad en la localidad de Monte Potrero - Pachitea - Huánuco, 2022. 	<p>La variable estará en función de poder calcular las dimensiones mencionadas a continuación:</p> <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ecuaciones Alométricas <p><i>acuminata</i>) de 6,7 y 8 años de Edad.</p> <p>Muestra</p> <ul style="list-style-type: none"> • Parcelas de la especie Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) de 6,7 y 8 años de Edad.

ANEXO 2

HOJA DE CAMPO

Muestras de Aliso de 6 años

RESPONSABLE: <i>Borandon Leonardo Barbi Espinoza</i>							
FECHA: <i>01-04-2023</i>		HORA: <i>09:00 am</i>					
ESPECIE: <i>Aliso Acuminata</i>							
EDAD DEL ARBOL: <i>6 años</i>							
CODIGO	COORDENADAS		DIÁMETRO ALTURA DEL PECHO (DAP)	ALTURA AL OJO DEL OBSERVADOR	DISTANCIA OBSERVADOR - ARBOL	MEDIDA DEL CLINOMETRO	OBSERVACIONES
	X	Y					
AC6-001	<i>7°54'14.13"</i>	<i>76°02'54.91"</i>	<i>0,086</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>47°</i>	
AC6-002	<i>7°54'13.81"</i>	<i>76°02'55.44"</i>	<i>0,082</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>53°</i>	
AC6-003	<i>7°54'14.36"</i>	<i>76°02'54.93"</i>	<i>0,079</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>52°</i>	
AC6-004	<i>7°54'13.71"</i>	<i>76°02'56.59"</i>	<i>0,083</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>56°</i>	
AC6-005	<i>7°54'13.83"</i>	<i>76°02'56.46"</i>	<i>0,084</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>54°</i>	
AC6-006	<i>7°54'14.22"</i>	<i>76°02'57.12"</i>	<i>0,087</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>50°</i>	
AC6-007	<i>7°54'13.35"</i>	<i>76°02'57.28"</i>	<i>0,079</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>53°</i>	
AC6-008	<i>7°54'13.68"</i>	<i>76°02'57.17"</i>	<i>0,085</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>54°</i>	
AC6-009	<i>7°54'13.98"</i>	<i>76°02'57.27"</i>	<i>0,085</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>57°</i>	
AC6-010	<i>7°54'14.55"</i>	<i>76°02'57.68"</i>	<i>0,086</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>56°</i>	
AC6-011	<i>7°54'14.38"</i>	<i>76°02'58.20"</i>	<i>0,081</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>53°</i>	
AC6-012	<i>7°54'14.80"</i>	<i>76°02'58.03"</i>	<i>0,080</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>52°</i>	
AC6-013	<i>7°54'14.90"</i>	<i>76°02'57.64"</i>	<i>0,086</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>48°</i>	
AC6-014	<i>7°54'14.36"</i>	<i>76°02'57.23"</i>	<i>0,082</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>57°</i>	
AC6-015	<i>7°54'14.54"</i>	<i>76°02'57.20"</i>	<i>0,085</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>54°</i>	
AC6-016	<i>7°54'14.92"</i>	<i>76°02'57.15"</i>	<i>0,084</i>	<i>1,62</i>	<i>3,5</i>	<i>54°</i>	

AC6-017	7°54'14.97"	76°02'57.78"	0,082	1,62	3,5	54°	
AC6-018	7°54'15.05"	76°02'57.54"	0,089	1,62	3,5	56°	
AC6-019	7°54'14.86"	76°02'56.98"	0,090	1,62	3,5	51°	
AC6-020	7°54'15.14"	76°02'56.93"	0,079	1,62	3,5	52°	
AC6-021	7°54'14.93"	76°02'56.62"	0,083	1,62	3,5	53°	
AC6-022	7°54'15.09"	76°02'56.45"	0,082	1,62	3,5	52°	
AC6-023	7°54'14.90"	76°02'56.33"	0,080	1,62	3,5	52°	
AC6-024	7°54'15.24"	76°02'56.28"	0,084	1,62	3,5	54°	
AC6-025	7°54'15.35"	76°02'55.99"	0,083	1,62	3,5	54°	
AC6-026	7°54'15.20"	76°02'55.82"	0,087	1,62	3,5	50°	
AC6-027	7°54'15.30"	76°02'55.87"	0,085	1,62	3,5	53°	
AC6-028	7°54'15.52"	76°02'55.30"	0,083	1,62	3,5	53°	
AC6-029	7°54'15.71"	76°02'55.25"	0,086	1,62	3,5	54°	
AC6-030	7°54'15.51"	76°02'54.40"	0,089	1,62	3,5	54°	

Muestras de Aliso de 7 años

RESPONSABLE: <i>Boschard Leonardo Benji Espinoza</i>							
FECHA: <i>04-04-2023</i> HORA: <i>09:00 am</i>							
ESPECIE: <i>Aliso</i>							
EDAD DEL ARBOL: <i>7 años</i>							
CODIGO	COORDENADAS		DIÁMETRO ALTURA DEL PECHO (DAP)	ALTURA AL OJO DEL OBSERVADOR	DISTANCIA OBSERVADOR - ARBOL	MEDIDA DEL CLINOMETRO	OBSERVACIONES
	X	Y					
AC7-001	9° 54' 26.11"	76° 02' 53.05"	0,038	1,62	4,5	50°	
AC7-002	9° 54' 25.97"	76° 02' 53.67"	0,093	1,62	4,5	58°	
AC7-003	9° 54' 25.65"	76° 02' 54.04"	0,039	1,62	4,5	54°	
AC7-004	9° 54' 25.37"	76° 02' 54.55"	0,090	1,62	4,5	49°	
AC7-005	9° 54' 25.73"	76° 02' 55.09"	0,091	1,62	4,5	54°	
AC7-006	9° 54' 25.01"	76° 02' 55.29"	0,096	1,62	4,5	52°	
AC7-007	9° 54' 25.02"	76° 02' 56.29"	0,095	1,62	4,5	53°	
AC7-008	9° 54' 25.57"	76° 02' 55.73"	0,097	1,62	4,5	52°	
AC7-009	9° 54' 25.70"	76° 02' 55.51"	0,090	1,62	4,5	46°	
AC7-010	9° 54' 26.07"	76° 02' 55.62"	0,094	1,62	4,5	52°	
AC7-011	9° 54' 26.22"	76° 02' 55.20"	0,096	1,62	4,5	48°	
AC7-012	9° 54' 26.49"	76° 02' 55.25"	0,097	1,62	4,5	52°	
AC7-013	9° 54' 26.31"	76° 02' 54.98"	0,094	1,62	4,5	51°	
AC7-014	9° 54' 26.51"	76° 02' 54.83"	0,093	1,62	4,5	50°	
AC7-015	9° 54' 26.05"	76° 02' 54.44"	0,096	1,62	4,5	54°	
AC7-016	9° 54' 26.46"	76° 02' 54.42"	0,093	1,62	4,5	52°	

AC7-017	9°54'26.76"	76°02'53.81"	0,093	1,62	4,5	47°	
AC7-018	9°54'26.68"	76°02'54.19"	0,098	1,62	4,5	51°	
AC7-019	9°54'27.11"	76°02'54.44"	0,094	1,62	4,5	52°	
AC7-020	9°54'27.48"	76°02'54.69"	0,095	1,62	4,5	53°	
AC7-021	9°54'27.44"	76°02'54.21"	0,094	1,62	4,5	53°	
AC7-022	9°54'28.10"	76°02'54.57"	0,093	1,62	4,5	52°	
AC7-023	9°54'28.06"	76°02'54.13"	0,098	1,62	4,5	51°	
AC7-024	9°54'28.00"	76°02'53.46"	0,099	1,62	4,5	50°	
AC7-025	9°54'27.65"	76°02'53.74"	0,097	1,62	4,5	51°	
AC7-026	9°54'27.47"	76°02'53.46"	0,094	1,62	4,5	50°	
AC7-027	9°54'27.34"	76°02'53.06"	0,097	1,62	4,5	47°	
AC7-028	9°54'27.05"	76°02'53.88"	0,098	1,62	4,5	51°	
AC7-029	9°54'26.83"	76°02'53.28"	0,092	1,62	4,5	51°	
AC7-030	9°54'26.34"	76°02'53.03"	0,092	1,62	4,5	51°	

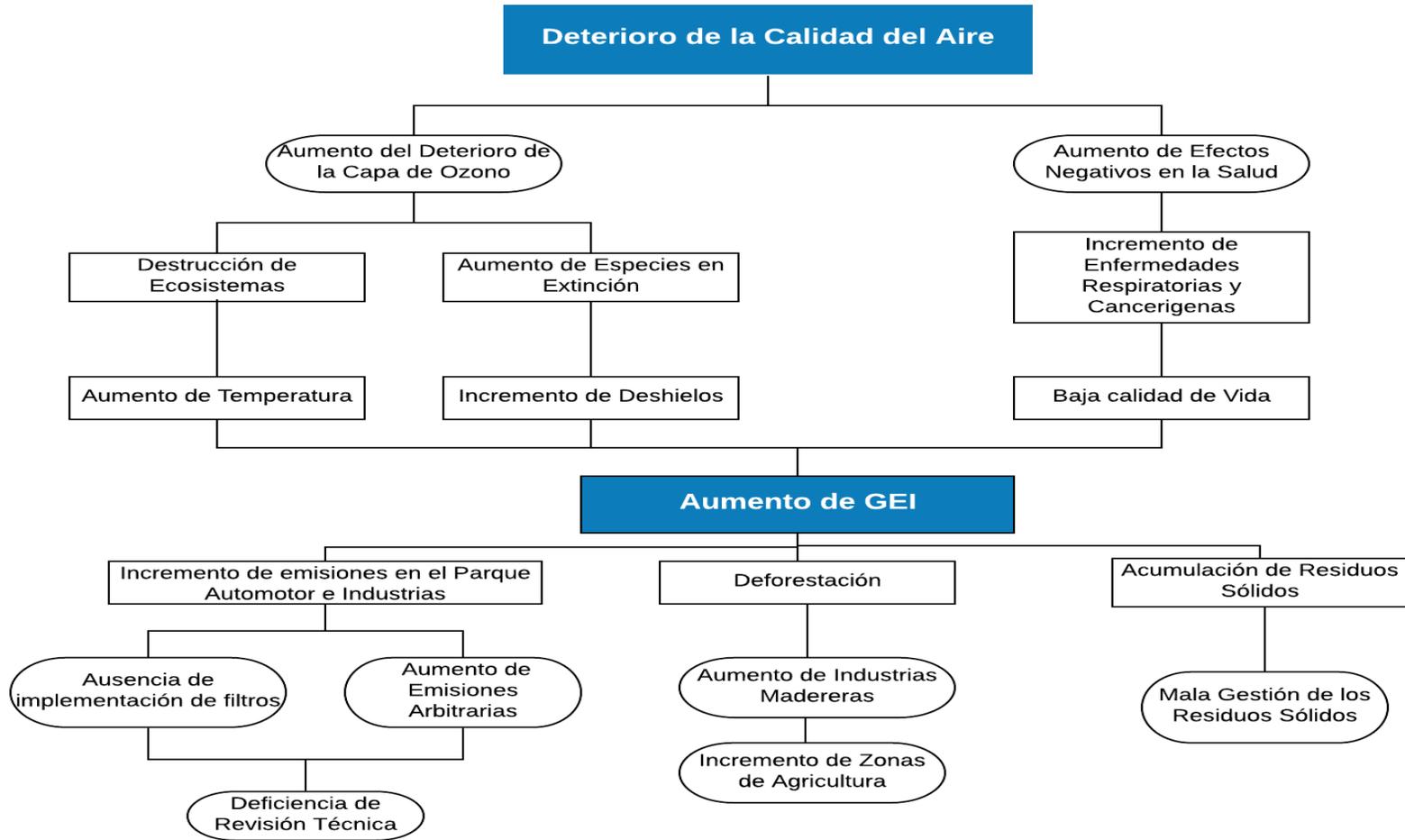
Muestras de Aliso de 8 años

RESPONSABLE: Brandon Leonardo Badi Espinoza							
FECHA: 06-04-2023			HORA: 09:00 am				
ESPECIE: <i>Alnus Acuminata</i>							
EDAD DEL ARBOL: 8 años							
CODIGO	COORDENADAS		DIÁMETRO ALTURA DEL PECHO (DAP)	ALTURA AL OJO DEL OBSERVADOR	DISTANCIA OBSERVADOR - ARBOL	MEDIDA DEL CLINOMETRO	OBSERVACIONES
	X	Y					
AC8-001	9°54'33.06"	76°02'54.92"	0,111	1,62	5,5	34°	
AC8-002	9°54'32.50"	76°02'54.87"	0,099	1,62	5,5	40°	
AC8-003	9°54'32.28"	76°02'55.33"	0,132	1,62	5,5	39°	
AC8-004	9°54'35.16"	76°02'55.36"	0,105	1,62	5,5	44°	
AC8-005	9°54'32.87"	76°02'55.44"	0,117	1,62	5,5	41°	
AC8-006	9°54'32.91"	76°02'55.90"	0,109	1,62	5,5	38°	
AC8-007	9°54'32.11"	76°02'55.76"	0,113	1,62	5,5	40°	
AC8-008	9°54'32.40"	76°02'56.20"	0,103	1,62	5,5	41°	
AC8-009	9°54'32.12"	76°02'57.05"	0,114	1,62	5,5	44°	
AC8-010	9°54'31.34"	76°02'57.54"	0,101	1,62	5,5	43°	
AC8-011	9°54'32.41"	76°02'57.40"	0,110	1,62	5,5	40°	
AC8-012	9°54'32.87"	76°02'57.53"	0,112	1,62	5,5	39°	
AC8-013	9°54'32.68"	76°02'56.75"	0,105	1,62	5,5	35°	
AC8-014	9°54'32.98"	76°02'56.65"	0,108	1,62	5,5	44°	
AC8-015	9°54'33.11"	76°02'56.15"	0,118	1,62	5,5	41°	
AC8-016	9°54'33.59"	76°02'55.78"	0,109	1,62	5,5	41°	

AC8-017	9°54' 33.54"	76°02' 56.07"	0,113	1,62	5,5	42°	
AC8-018	9°54' 33.63"	76°02' 56.43"	0,118	1,62	5,5	43°	
AC8-019	9°54' 33.43"	76°02' 57.13"	0,115	1,62	5,5	38°	
AC8-020	9°54' 34.01"	76°02' 57.33"	0,104	1,62	5,5	40°	
AC8-021	9°54' 33.79"	76°02' 56.86"	0,115	1,62	5,5	40°	
AC8-022	9°54' 34.37"	76°02' 57.38"	0,108	1,62	5,5	39°	
AC8-023	9°54' 34.33"	76°02' 57.01"	0,112	1,62	5,5	39°	
AC8-024	9°54' 34.41"	76°02' 56.56"	0,107	1,62	5,5	41°	
AC8-025	9°54' 34.12"	76°02' 56.79"	0,103	1,62	5,5	41°	
AC8-026	9°54' 34.44"	76°02' 55.89"	0,121	1,62	5,5	37°	
AC8-027	9°54' 34.08"	76°02' 53.58"	0,106	1,62	5,5	40°	
AC8-028	9°54' 33.61"	76°02' 55.21"	0,097	1,62	5,5	40°	
AC8-029	9°54' 34.01"	76°02' 53.01"	0,114	1,62	5,5	41°	
AC8-030	9°54' 34.31"	76°02' 53.38"	0,108	1,62	5,5	41°	

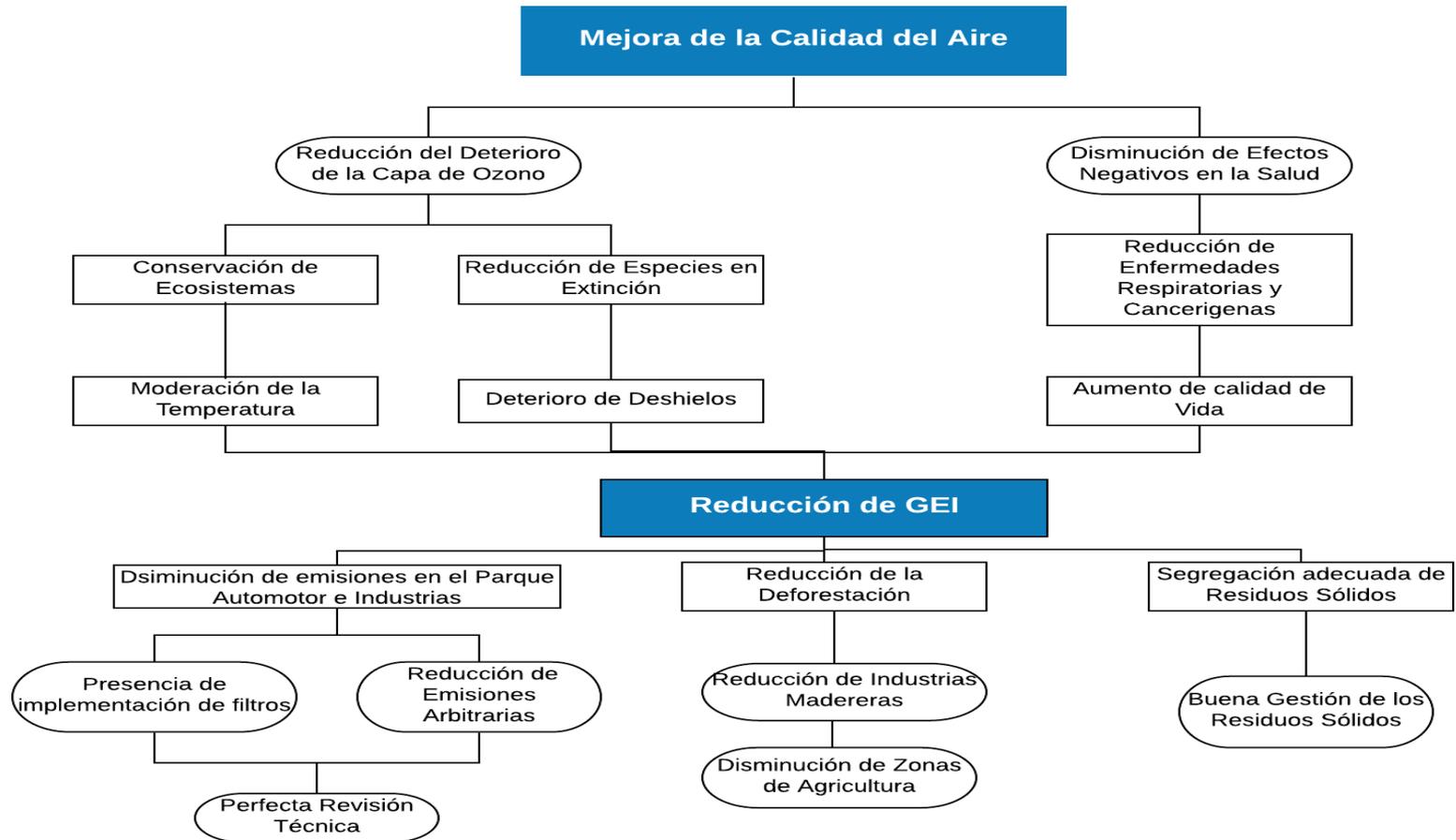
ANEXO 3

ÁRBOL DE CAUSAS Y EFECTOS



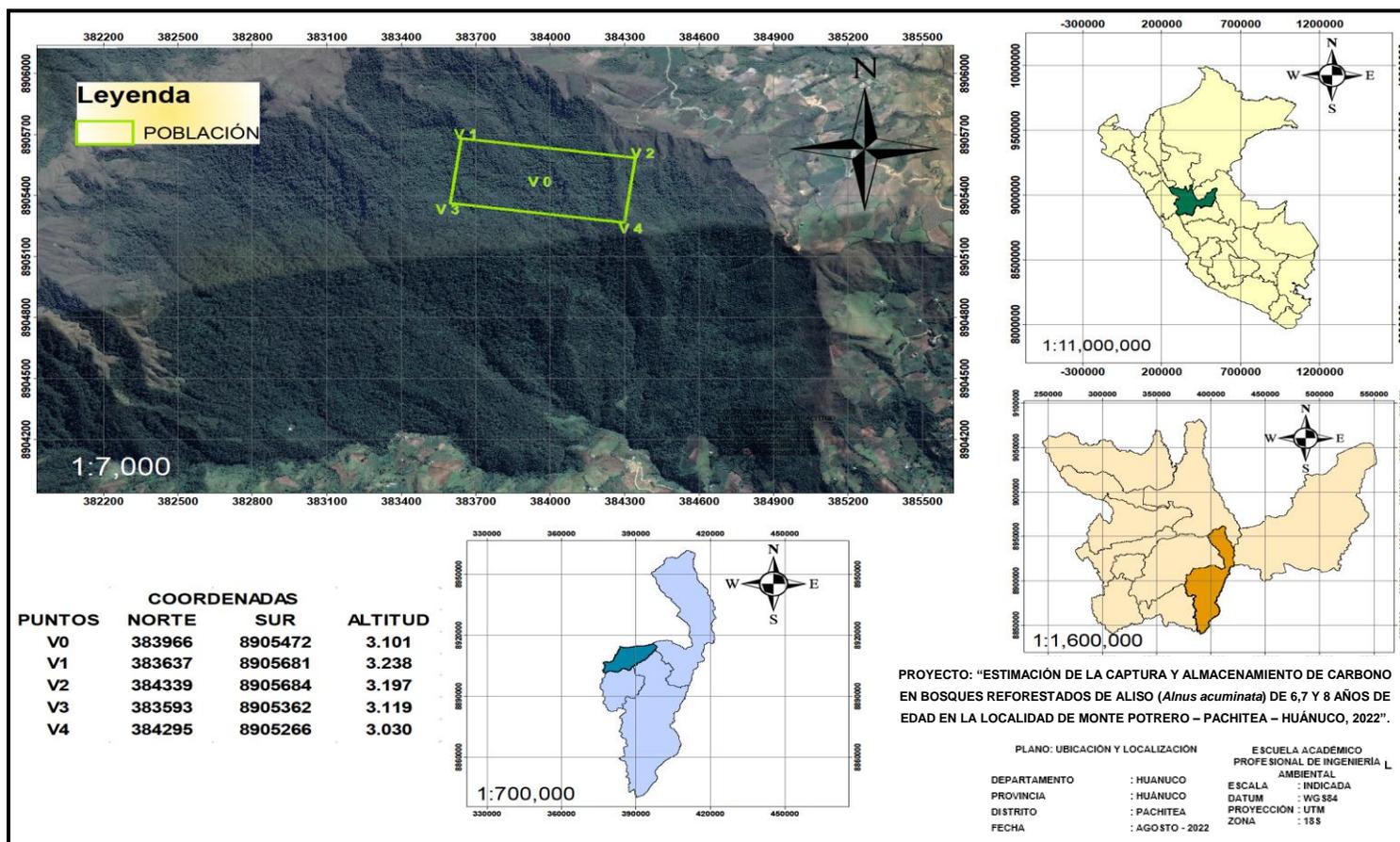
ANEXO 4

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 5

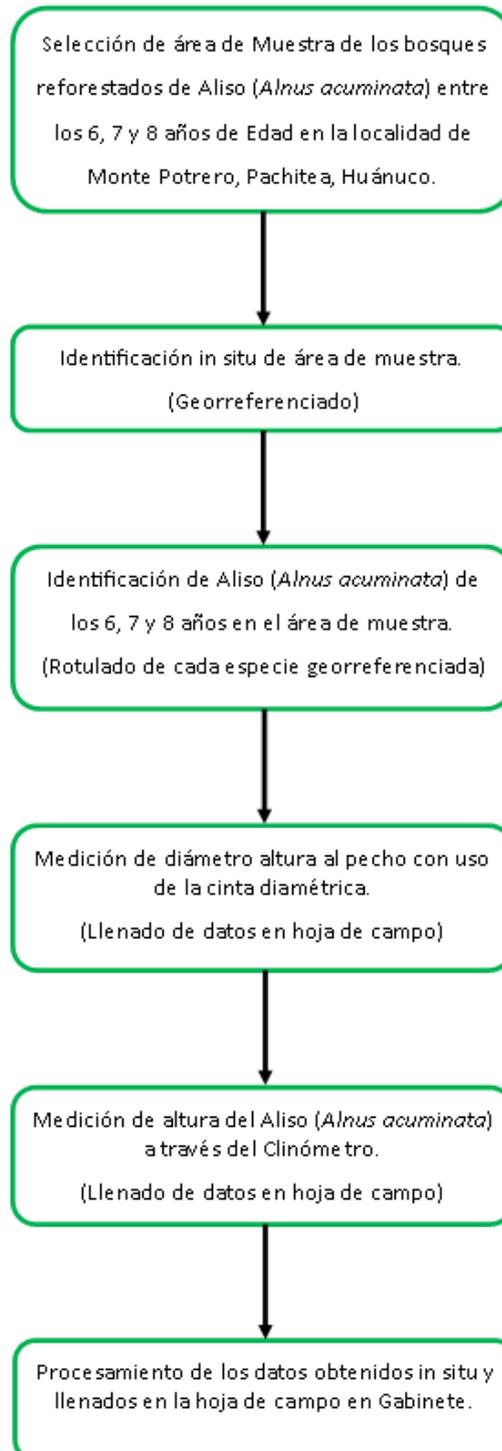
MAPA DE UBICACIÓN



ANEXO 6

FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES DE CAMPO

FLUJOGRAMA DE ACTIVIDADES EN CAMPO



ANEXO 7

EVIDENCIAS FOTOGRÁFICAS

Fotografía 1

Ingreso del Bosque Monte Potrero – Umari



Fotografía 2

Ingreso del Bosque Monte Potrero – Umari



Fotografía 3

Evidencia fotográfica en la caseta de vigilancia del bosque Monte Potrero



Fotografía 4

Autorización con el guardabosque Sr. Edgar Orizano



Fotografía 5

Equipos e instrumentos utilizados en campo



Palo de 1,30 m., cinta métrica, clinómetro, wincha, cinta diamétrica y hoja en campo

Fotografía 6

Medición de los instrumentos



Fotografía 7

Medida de altura de pies a la vista es de 1.62 m



Fotografía 8

*Se visualiza la especie Aliso (*Alnus acuminata*)*



Fotografía 9

Medición del DAP (Diámetro altura del pecho)



Fotografía 10

medida de distancia – hombre observador



Fotografía 11

Uso del clinómetro en la especie Aliso (Alnus acuminata)



Fotografía 12

Identificación de edades del Aliso (Alnus acuminata)



ANEXO 8

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA EL DESARROLLO DEL ESTUDIO EN EL BOSQUE MONTE POTRERO – UMARI

Autorización de ingreso al "Bosque Monte Potrero"

En el centro poblado de Huamán del distrito de Umari, provincia de Pachitea y región Huánuco, a los 01 día del mes de abril del 2023, se presentó el Bachiller Brandon d. Bashi Espinoza con DNI 73748927 solicitando realizar un estudio de Investigación denominado "Estimación de la captura y almacenamiento de carbono en bosques reforestados de aliso de 6, 7 y 8 años de edad". La extensión aproximada que posee el bosque es de 800 hectáreas y se tiene 5 hectáreas aproximado de la especie de aliso. Por tanto el guarda bosque encargado le otorgo el permiso correspondiente para la realización del presente estudio.

Huamán, 01-04-2023


Edgardo Quijano Saldarña
42544623