

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



TESIS

**“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”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. Marly Rosmery Pumasupa Solórzano

TACNA – PERÚ

2018

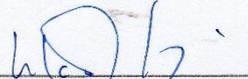
UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Título de la tesis

**"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 sustentada y aprobada el 17 de Abril del 2018; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE:



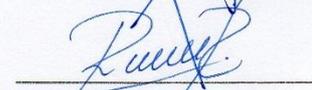
Mtro. Huanacuni Lupaca, César

SECRETARIO:



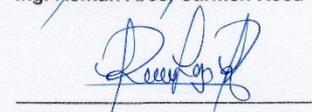
Mag. Cazorla Galdos, José Oswaldo

VOCAL :



Ing. Román Arce, Carmen Rosa

ASESOR :



Dr. Richard Lazo Ramos

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo **MARLY ROSMERY PUMASUPA SOLÓRZANO**, en calidad de: **BACHILLER** De la Escuela Profesional de **INGENIERÍA AMBIENTAL** de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI **71139211**.

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor (a) de la tesis titulada:

"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"

la misma que presento para optar:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones,

reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que se encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o intento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Lugar y fecha: TACNA, 18 DE ABRIL DEL 2018

Firma:



Nombres y Apellidos: MARLY ROSMERY PUMASUPA SOLÓRZANO

DNI: 71139211

DEDICATORIA

A Dios por guiarme en el camino de la sabiduría y por armarme de valor en los momentos más frágiles de mi vida.

A mis queridos padres Freddy David y Gladys Rosa por su apoyo en mi proceso de aprendizaje y consolidación universitaria.

A mí querido compañero para la vida Brian Alfredo por su constante preocupación en mi superación, por brindarme ánimos y fortaleza en los momentos de desaliento.

Al Sr. Pablo y a la Sra. Ana María por brindarme su cariño y palabras de aliento para continuar con mi superación profesional.

A mí querida abuelita Elva que compartió conmigo el gran valor que tiene la naturaleza y que hoy desde el cielo me guía y me cuida con mucho amor.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo de investigación no hubiera sido posible sin el acompañamiento constante y alentador de mi familia, de las personas importantes de mi vida, quienes confían en mí y me impulsan a ser mejores cada día y lograr grandes cosas.

A los docentes de la Universidad Privada de Tacna – Facultad de Ingeniería, quienes con sus enseñanzas y experiencias han contribuido en mi formación profesional.

Al Dr. Richard Lazo asesor de tesis, por su valiosa orientación y su apoyo en la elaboración del presente trabajo de investigación.

A los profesionales de la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Moquegua Tacna SERFOR quienes me asesoraron en el trabajo de campo, Asimismo agradezco a la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR por resolver, a través de la Resolución de Dirección General N° 407-2016-SERFOR/DGGSPFFS, otorgar a nombre mío la Autorización con fines de investigación científica.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN.....	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	5
1.2.1 Pregunta General	5
1.2.2 Preguntas Específicas	5
1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	6
1.4 OBJETIVOS.....	7
1.2.3 1.4.1 Objetivo general	7
1.2.4 1.4.2 Objetivos específicos	7
1.5 HIPÓTESIS.....	7
1.2.5 1.5.1 Hipótesis General	7
1.2.6 1.5.2 Hipótesis Específicas.....	7
CAPÍTULO II	8
MARCO TEÓRICO	8
2.1 ANTECEDENTES	8
2.2 BASES TEÓRICAS.....	16
2.2.1 Superficie y Población	16
2.2.2 Especie Forestal <i>Haplorhus peruviana</i>	22
2.2.3 Carbono.....	27
2.2.4 Efecto Invernadero, Calentamiento Global y Cambio Climático.....	32
2.2.5 Servicios Ecosistémicos	36

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS	40
2.3.1 BIOMASA	40
2.3.2 CAPTURA DE CARBONO.....	40
2.3.3 CINTA DIAMÉTRICA	40
2.3.4 CLINÓMETRO.....	40
2.3.5 COEFICIENTE MÓRFICO	40
2.3.6 DATOS DASOMÉTRICOS.....	40
2.3.7 DÉFICIT HÍDRICO.....	41
2.3.8 DESARROLLO SOSTENIBLE	41
2.3.9 DESERTIFICACIÓN	41
2.3.10 DIÓXIDO DE CARBONO (CO ₂).....	41
2.3.11 ECOSISTEMAS.....	41
2.4.12 ECUACION ALOMÉTRICA	41
2.4.13 ESPECTROFOTÓMETRO	42
2.4.14 EVAPOTRANSPIRACIÓN	42
2.4.15 FOTOSÍNTESIS.....	42
2.3.16 FRAGMENTACION DE HÁBITAT	42
2.3.17 GASES DE EFECTO INVERNADERO	42
2.3.18 GRAVEDAD ESPECÍFICA	43
2.3.19 INVENTARIO FORESTAL	43
2.3.20 PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES	43
2.3.21 REFORESTACIÓN.....	43
2.3.22 SERVICIO ECOSISTEMICO O AMBIENTAL	43
2.3.23 SECUESTRO DE CARBONO	43
2.3.24 SISTEMA RADICULAR.....	44
2.3.25 STOCK DE CARBONO	44
2.4 MARCO LEGAL	44
CAPÍTULO III	46
MARCO METODOLÓGICO	46
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	46
3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	46
3.3 ÁMBITO Y TIEMPO DE LA INVESTIGACIÓN	46
3.3.1 Ámbito.....	46
3.3.2 Tiempo	46

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO	46
3.4.3 Población.....	46
3.4.4 Muestra.....	47
3.5 DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	47
3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	48
3.6.1 Selección del área de estudio.....	48
3.6.2 Descripción del área de estudio	48
3.6.3 Tamaño de muestra	48
3.6.4 Delimitación de los sectores de estudio	49
3.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	49
3.7.1 Métodos.....	50
3.7.2 Materiales y Equipos	55
CAPÍTULO IV.....	57
RESULTADOS.....	57
4.1 RESULTADOS	57
4.1.1 Resultados de Inventario Dasometrico	57
4.1.2 Resultados de la Gravedad Específica	58
4.1.3 Resultados de la Fracción de Carbono.....	59
CAPÍTULO V.....	62
DISCUSIÓN	62
5.1 DISCUSION	62
5.1.1 Datos dasometricos de la especie <i>Haplorhus peruviana</i> “carzo” por sectores.....	62
5.1.2 Gravedad Específica de la especie forestal <i>Haplorhus peruviana</i> “carzo”	62
5.1.3 Fracción de Carbono de la especie forestal <i>Haplorhus Peruviana</i> “carzo”	63
5.1.4 Proyección de carbono almacenado en las plantaciones de “carzo”	63
5.1.5 Análisis comparativo de los resultados obtenidos a nivel Internacional	63
5.1.6 Análisis comparativo de los resultados obtenidos a nivel Nacional	64
5.1.7 Análisis comparativo de los resultados obtenidos a nivel Local	64
CONCLUSIONES.....	65
RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXOS.....	72

ÌNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Caracterización Medio Ambiental del Suelo - Valle de Cinto	18
Figura 2. Análisis de Caracterización Químico, Físico y Mecánico del Suelo	18
Figura 3. Resultados Meteorológicos de la estación Jorge Basadre del mes de enero del 2017.....	20
Figura 4. Resultados Meteorológicos de la estación Jorge Basadre del mes de diciembre del 2017.....	21
Figura 5. Corte transversal del tronco de una especie forestal	23
Figura 6. La especie forestal <i>Haplorhus peruviana</i> y sus partes.	25
Figura 7. Flujo de y almacenes de carbono en un Ecosistema forestal	30
Figura 8. Flujo de distribución simplificada del carbono en bosques	31
Figura 9. Esquema del Efecto invernadero	33
Figura 10. Esquema del Calentamiento Global.....	35
Figura 11. Cuadro de ecosistemas bienes y servicios	37
Figura 12. Esquema de Tamaño de Muestra	49
Figura 13. Gráfico de Modelo Ajustado.	61
Figura 14. Gráfico de Comparación de dos muestras.	61

ÌNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de Variables	47
Tabla 2. Promedio de los datos dasometricos de la especie <i>Haplorhus peruviana</i> “carzo” por cada sector	57
Tabla 3. Resultados sobre la gravedad especifica	58
Tabla 4. Resultados sobre la fracción de carbono	59
Tabla 5. Resultados finales de Biomasa total y Carbono almacenado.....	59
Tabla 6. Análisis de Varianza de Regresión Simple.....	60
Tabla 7. Resumen Estadístico	61

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Consistencia.....	72
ANEXO 2. Inventario Forestal correspondiente a Datos Dasometricos de los sectores Machorrita, Barrial, Chirontita, Cinto, Matogroso, Gentilar y Caoña.....	73
ANEXO 3. Datos de Análisis de Laboratorio: Fracción de Carbono en Fuste y Ramas	75
ANEXO 4. Datos de Análisis de Laboratorio: Gravedad específica, Fracción de Carbono, Volumen Comercial y Biomasa Comercial de Fuste y Ramas procesados.	75
ANEXO 5. Diagrama de Flujo para determinar la gravedad específica en el laboratorio.	76
ANEXO 6. Diagrama de Flujo para determinar la fracción de carbono en el laboratorio.	77
ANEXO 7. Coordenadas UTM de las unidades de muestreo para la medición de carbono en la <i>Haplorhus peruviana</i> del Valle de Cinto. (Datum WGS84, Zona 19K)	78
ANEXO 8. Ficha de Campo.....	80
ANEXO 9. Registro Fotográfico.....	81
ANEXO 10. Resolución de Autorización para Investigación dada por SERFOR. ..	85
ANEXO 11. Mapa de Ubicación de la Provincia de Jorge Basadre.	88
ANEXO 12. Mapa de Capacidad de Uso Mayor de Suelos de la Provincia de Jorge Basadre.	88
ANEXO 13. Mapa de Unidades de Muestreo en el Valle de Cinto.....	88

RESUMEN

El presente trabajo de investigación fue realizado en el Valle de Cinto, región Tacna durante los meses de noviembre del año 2016 hasta marzo del 2017. El trabajo en campo consistió en realizar el inventario forestal mediante la recopilación de datos dasométricos como el Diámetro a la Altura del Pecho o DAP, altura total y comercial, diámetros inferior y superior de fuste y ramas y biomasa a fin de calcular el volumen comercial del árbol por sectores y estimar la cantidad de carbono almacenado de la especie *Haplorhus peruviana*. Para ello realizó los análisis de laboratorio para obtener los valores de gravedad específica y la fracción de carbono de la especie forestal *Haplorhus peruviana* empleando el método no destructivo indirecto basado en el manual de Identificación de Metodologías existentes para determinar stock de carbono en ecosistemas forestales del Ministerio del Ambiente (2009), el cual, se estimó que el bosque relicto de carzo posee un stock de carbono de 4.5244 tC/ha. A partir de lo anterior se concluye que es necesario implementar proyectos, programas, políticas de conservación y gestión sostenible en el Valle de Cinto, y en un futuro acceder a los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos. De esta manera se demostró el potencial que tienen los bosques para mitigar el cambio climático a través del servicio ecosistémico de secuestro y almacenamiento de carbono por la especie forestal *Haplorhus peruviana*.

PALABRAS CLAVE: Carbono almacenado, Inventario forestal, Servicio ecosistémico.

ABSTRACT

This current research work was developed in *Cinto* valley, Tacna region November 2016 through March 2017. The research consisted on making a forest inventory by the collection of dendrometric variables like the Diameter at breast height or DPH, total and commercial height, shaft and branches and biomass lower and upper diameters in order to estimate the commercial volumen of the tree by sections and determine the quantity of stored carbon of the *Haplorhus peruviana* species. In order to do that. It was developed the lab analysis to obtain the specific gravity values and the carbon fraction of the *Haplorhus peruviana* forest species using the indirect nondestructive method based on the existing methodology identifying manual to determine the carbon stock in forest ecosystems from Ministry of environment (2009) Which measured that relict forest of *Haplorhus peruviana* owns a carbon stock measurement of 4.5244 tC/ ha. Based on the above we conclude that it is necessary to implement projects, conservation policy and programs and sustainable management of *Cinto* valley and in the future we would have access to compensation mechanisms due to ecosystem services. Thus we demonstrate the potential of Woods to reduce the climate change through the ecosystem service of carbon sequestration and storage by the forest species *Haplorhus peruviana*.

KEYWORDS: storage carbon, forest inventory, ecosystem service.

INTRODUCCIÓN

Los bosques representan una excelente herramienta para la mitigación del cambio climático cuando estos ecosistemas son gestionados y manejados de forma sostenible; sin embargo, los bosques también contribuyen al cambio climático cuando en estos ecosistemas se dan los procesos de deforestación o degradación, es decir el carbono almacenado en las reservas es liberado a la atmosfera en forma de dióxido de carbono producto de la combustión por la quema de los bosques lo que contribuye en las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). Los bosques cumplen un rol fundamental en la adaptación de la población al cambio climático, al ofrecer sus bienes y servicios ecosistémicos para el beneficio y aprovechamiento de la población en un contexto de cambio climático. En tal sentido con el propósito de conservar las especies forestales es importante que se orienten a los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos MRSE. Asimismo, en la presente investigación se elaboró un inventario forestal con los datos dasométricos de los árboles para obtener el volumen comercial y biomasa, información necesaria para estimar la cantidad de carbono almacenado de la especie forestal de estudio *Haplorhus peruviana* en el Valle de Cinto. Cabe resaltar que no existen estudios de captura de carbono en Bosques relicto de la especie forestal *Haplorhus peruviana* “carzo”, tan solo de diagnósticos poblacionales; por la que estas especies forestales requieren de ser investigadas por su importante valor ecosistémico que cumplen en la Región de Tacna.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La zona del Valle de Cinto es una quebrada que se encuentra situada en la provincia de Jorge Basadre dentro de la Región Tacna, forma parte de la cuenca del Río Locumba la cual presenta altitudes entre los 600 y 1400 m.s.n.m. En la década de los años sesenta surge la explotación de las Minas de Toquepala, y como consecuencia, en el “Valle de Cinto” se ocasionó la pérdida del recurso hídrico que encauzaba la zona y desde entonces sólo las especies de desarrollo radicular resaltante como las especies *Haplorhus peruviana*, *Prosopis chilensis*, *Schinus molle*, *Acacia huarango* y *Acacia macracantha* sobrevivieron al déficit hídrico consiguiente, adecuándose a la aridez que se manifestó con el transcurso de los años. La situación se fue desmejorando por el proceso de actividades antropogénicas como la tala ilegal debido a la presión que ejercen sobre el recurso leña y carbón; y recientemente la deforestación como consecuencia de la ampliación del área agrícola y por el altercado de tierras, ocasionado por inmigrantes en su mayoría, quienes con el propósito de ganar nuevas tierras de cultivo vienen devastando la flora silvestre amenazada, causando daños irreversibles, pese a la existencia de las normas legales que protegen estas especies forestales.

Asimismo, *Haplorhus peruviana* es la especie forestal más afectada, considerando que su distribución en el sur del Perú está limitada a este valle, hecho que no ocurre con las demás especies citadas, que presentan una distribución más amplia. La preocupante situación de esta especie en el valle de Cinto incentivo, en ese entonces, al Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA) a realizar el primer censo forestal (densidad absoluta), en el año 2001, obteniendo un registro de 1773 árboles de carzo, Posteriormente realizaron otros censos forestal en el año 2006, obteniendo un registro de 1748 árboles de carzo y en el año 2008 el Gobierno Regional de Tacna, con la

Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio ambiente ejecutaron un censo forestal obteniendo un conteo de 1638 árboles de carzo. Al presente, Esta especie, se encuentra categorizada como una especie en peligro crítico de extinción; a consecuencia de las acciones antropogénicas como la invasión de terrenos con fines agrícolas, la acción de quemar, talar y cortar la especie forestal, son actividades que producen degradación y propician la disminución poblacional del carzo. Esta situación de peligro se evidencia en el lugar materia de estudio, lo que podría conducir a la extinción de esta especie pudiéndose perder este valioso recurso. Mencionados hechos ocasionan contaminación del aire, afectación a la salud de las personas, deterioro de los recursos naturales, y pérdida de belleza paisajística.

Cabe resaltar que los bosques no solo contribuyen al cambio climático o a su mitigación de emisiones según como estos sean gestionados, sino que también son afectados por este, poniendo en riesgo su condición de proveedor de servicios ecosistémicos.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Pregunta General

¿Cuál es cantidad de carbono que captura la especie forestal *Haplorhus peruviana* como servicio ambiental en el Valle de Cinto?

1.2.2 Preguntas Específicas

- a) ¿Cuál será el volumen total de la especie forestal realizando un inventario dasométrico por sectores?
- b) ¿Cuál será la gravedad específica de la especie forestal realizando un análisis físico?
- c) ¿Cuál será la fracción de carbono de la especie forestal realizando un análisis químico haciendo uso de reactivos?

1.3 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Haplorhus peruviana es una especie arbórea nativa y considerada endémica del Perú se le considera como una especie típica de los valles interandinos distribuida en los departamentos de Ayacucho, Cusco, Puno y Tacna. Dicha especie está protegida por el Decreto Supremo N° 043-2006-AG, que aprueba la categorización de especies amenazadas de flora silvestre en el Perú, siendo considerada como especie “en peligro crítico de extinción”; posiblemente desaparezca en un corto tiempo, si es que las causas que actualmente lo amenazan no son controladas.

Actualmente se observa impactada por factores antrópicos como la contaminación, depredación y ocupación de considerables extensiones de éstas plantas, por el cual su área se está reduciendo, y su distribución geográfica se encuentra limitada, La población de carzo en el Valle de Cinto presenta una densidad absoluta de 2010 individuos de los cuales 364 son juveniles y 1638 son adultos de estos últimos 742 son femeninos y 803 son masculinos. Se considera que la especie viva va a contribuir e influir en la calidad del aire, siendo estas especies forestales las encargadas de captar el CO₂ del medio ambiente lo que contrarrestará el calentamiento global.

La investigación es de vital importancia, para conocer los montos de carbono capturados y almacenados por la especie forestal *Haplorhus peruviana* (carzo) en el Valle de Cinto, como medios para mitigar los cambios climáticos creados por actividades antropogénicas que liberan CO₂ a la atmósfera. Al contar con información requerida se va a utilizar ecuaciones que se ajusten a la biomasa real encontrada, y así conocer el efecto en la mitigación de la emisión de CO₂, el cual ha sido clasificado como uno de los gases con efecto invernadero más abundante en el planeta, por lo que se ha considerado a la cobertura vegetal como una forma viable de compensación de los daños provocados por la acumulación de este gas, debido a la capacidad de las plantas de secuestrar el dióxido de carbono y fijarlo, mediante sus procesos fisiológicos naturales, fotosíntesis y respiración.

1.4 OBJETIVOS

1.2.3 1.4.1 Objetivo general

Cuantificar el carbono almacenado en la especie forestal *Haplorhus peruviana* como servicio ambiental en el Valle de Cinto.

1.2.4 1.4.2 Objetivos específicos

- a) Obtener el volumen total de la especie forestal realizando un inventario dasométrico por sectores.
- b) Determinar la gravedad específica de la especie forestal realizando un análisis físico.
- c) Determinar la fracción de carbono de la especie forestal realizando un análisis químico haciendo uso de reactivos.

1.5 HIPÓTESIS

1.2.5 1.5.1 Hipótesis General

La cantidad de carbono almacenado en la especie forestal *Haplorhus peruviana* contribuirá como servicio ambiental fomentando el desarrollo sostenible en el Valle de Cinto.

1.2.6 1.5.2 Hipótesis Específicas

H1: Los datos dasométricos de la especie forestal registrados en los distintos sectores son referencia básica para obtener el volumen total.

H2: La determinación de la gravedad específica de la especie forestal demuestra la relación directa con la biomasa total.

H3: La determinación de la fracción de carbono de la especie forestal es necesaria para hallar el carbono almacenado total.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES

Se han interpretado investigaciones preliminares a cerca de la Captura de carbono y la prestación de servicios ambientales en distintos ecosistemas como forestales, agroforestales y formaciones vegetales en el ámbito Internacional y Nacional pero específicamente en el área de estudio local solo se han encontrado investigaciones de especies forestales relacionadas a los queñoales *Polylepis besseri* y al olivo *Olea europea*, pero no se han efectuado estudios similares en la especie forestal *Haplorhus peruviana*, por cuanto se menciona información sobre un estudio biodiversidad en la cual resalta la problemática de extinción de esta especie y la importancia de su conservación.

Ámbito Internacional:

Según Figueroa *et al.* (2005), realizaron una investigación denominada “Concentración de Carbono en diferentes tipos de vegetación de la Sierra Norte de Oaxaca” en el cual se determinó que el porcentaje de carbono en la biomasa de las especies forestales de este tipo de bosque son equivalentes al de los bosques de zonas templadas, y el porcentaje de 50 %, empleado para realizar cálculos de depósito de carbono en las masas forestales no interviene en las estimaciones. El porcentaje promedio de carbono en las hierbas y arbustos de los cafetales fue menor consiguiendo un (41,4%) y el de los bosques logro un (47,0%), pero ambos resultaron elocuentemente superiores al porcentaje de carbono en las hierbas de las praderas obteniendo un (34,6%).

Según Ramírez (2012), en la investigación de grado titulada “Secuestro de Carbono en plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus globuloso*) en Cantón Pedro Moncayo, Provincia de Pichincha en Ecuador como una alternativa al desarrollo sustentable”, estableció el contenido de carbono para elaborar ecuaciones que se ajusten a la biomasa existente, concluyó que la retención de carbono en plantaciones de eucalipto que poseen ocho años de vida brindan un beneficio ambiental equivalente a la reducción de 226,872 Ton/ha y 1223,534 Ton en 5,4492 ha de CO₂ de la atmosfera; por tanto produce un beneficio económico igual a 4864, 14 USD/ha y un total en el área de estudio igual a 26505,67 USD por noción de venta de CER's en el Mercado de Carbono al final del periodo de ocho años; conjuntamente de los ingresos generados por el aprovechamiento maderero son igual a 3305,56 USD/ha y un total en el área de estudio de 18012,66 USD; No obstante alcanzan un beneficio social resaltante en cuanto a brindar una alternativa de ingresos económicos familiares complementarios

Según Gayoso (2012), en su investigación titulada “Medición de la Capacidad de Captura de Carbono en bosques nativos y plantaciones de Chile”, determinó que se encontraron resultados interesantes tanto en porcentaje de distribución de la biomasa como del contenido de carbono en el ecosistema forestal, donde destacan por el tipo de especie forestal *siempre verde*. Los valores resultaron de 665,97 MgC/ha para los bosques ubicados en San Juan y de Llancacura. Asimismo, ciñen al suelo con el valor de 606,80 MgC/ha. Sin embargo, el promedio ponderado del contenido de carbono de cada especie en relación a la biomasa resultó en todos los casos inferior al 50 % señalado como valor por defecto e inferior a valores reportados por otros autores y asumió que la venta de captura de carbono y pago por otros servicios ambientales provenientes de estos bosques podría ayudar a que estos se restablezcan y manejen de forma sostenible.

Según Montero *et al.* (2005), realizaron una investigación denominada “Producción de Biomasa y fijación de CO₂ por los bosques españoles”, en la que se estimó la producción de biomasa (aérea y radical) y la fijación de CO₂ para treinta y dos especies forestales, para ello aplicaron las metodologías denominadas apeo, desramado, pesado de fracciones de biomasa en campo y determinación de materia seca en laboratorio para un total de 1.508 árboles.

De igual manera ajustaron modelos alométricos que relacionan diámetro y biomasa seca. En cuanto a los resultados se mostró que los bosques españoles establecen actualmente alrededor de 19% de las emisiones totales de CO₂ producidas en España, y poseen almacenado más de 2.858 millones de toneladas de CO₂.

Según Dauber *et al.* (2009), realizaron una investigación titulada “Estimaciones de biomasa y Carbono en bosques naturales de Bolivia” en la que se estimó los valores de biomasa aérea total de todos los árboles a partir de 10 cm de DAP en bosques naturales de cuatro ecoregiones bolivianas las cuales fueron Amazonía, Preandino Amazonía, Transición Chiquitano Amazónico y Chiquitanía, utilizaron datos de 600 mil árboles obtenidos en 74 inventarios forestales y la ecuación que requiere el DAP, altura total y densidad básica como variables independientes, De esa manera obtuvieron estimaciones confiables de biomasa para bosques naturales, Concluyeron que el sector forestal boliviano presenta una gran capacidad de mitigación por la superficie de bosques naturales en actual producción maderable, no maderable y de servicios ambientales. Los bosques muestran una alta capacidad de almacenamiento de carbono pues la variación de carbono almacenado es de 49 t/ha a 86 t/ha respectivamente.

Según de Miguel *et al.* (2004), realizaron una investigación titulada “Cuantificación del carbono almacenado en la biomasa aérea y el mantillo en sistemas agroforestales de café en el Suroeste de Costa Rica” en donde se desarrolló relaciones alométricas para estimar biomasa de dos especies maderables y muestreos aleatorios para calcular la biomasa de café, mantillo y una especie arbórea de servicio. Asimismo, compararon un sistema de *Coffea arábica* en monocultivo a pleno sol de 14 años, un sistema de *C. arábica* (14 años) sombreado por *Eucalyptus deglupta* (7 años) y así aumento el almacenamiento de carbono en la fitomasa por encima del suelo en 17 t/ha, Valor que corresponde al de la biomasa aérea de los árboles (14 t/C ha) y al incremento de la capa de mantillo desde 1.2 t/C ha, bajo café a pleno sol hasta 4.2t/C ha. Concluyen que el acopio de carbono es un servicio ambiental sostenible cuando se mantiene durante un tiempo suficiente y se acumula durante ese periodo suficiente carbono para compensar emisiones provenientes de otras fuentes.

Según Allione (2012), en su investigación titulada “Cuantificación de Biomasa y carbono en bosques nativos de *Prosopis caldenia* (Burkart) en la Pampa semiárida, Argentina” desarrolló un modelo de estimación de biomasa para la especie a partir de 38 árboles apeados y seccionados, se separó las fracciones de hojas, raíces, fuste, ramas de menos de 2, entre 2 y 7 de más de 7 cm. De diámetro. Se ajustó un sistema de ecuaciones utilizando el método de los mínimos cuadrados, las variables explicativas independientes fueron la sección normal y la altura, mediante el uso de estos modelos se pudo estimar la biomasa y el carbono acumulado en los bosques de caldén. Se cuantificó el contenido de carbono en las diferentes fracciones de leño par dos especies del Espinal *Prosopis affinis* y *Prosopis nigra* y se determinaron valores medios de 47,83 y 47,62 % de carbono respectivamente.

Según Medina *et al.* (2010), realizaron una investigación titulada “Cuantificación de carbono en la biomasa aérea de café (*Coffea arábica* L.) Con sombra, en la Comarca Palo de Sombreo, Jinotega, Nicaragua” en donde identificaron tres tipos de cafeto diferenciadas por su variedad, edad y densidad. Se realizó un muestreo sistemático y la unidad de muestreo fue una parcela circular de 250 m², en cada parcela de muestreo se tomó un árbol de eje central, y se procedió a inventariar e identificar las especies de árboles y cafeto, Se midió la altura total, altura fuste limpio, DAP, peso húmedo y seco de los diferentes componentes, en los depósitos aéreos de cafetos y especies de sombra se estimó la biomasa y contenido de carbono, en el tipo dos de cafeto se encontró el mayor promedio de carbono almacenado con 19.86 Tm/C ha, seguido del tipo tres con 11,12 Tm/C ha, y por último el tipo uno con 5,5 Tm/C ha. La diferencia de contenido de carbono entre tipos de cafeto está directamente relacionado a la densidad, especie de árbol de sombra, edad y manejo de la plantación.

Ámbito Nacional:

Según Martel & Cariampoma (2012), realizaron una investigación sobre “Cuantificación del Carbono Almacenado en Formaciones Vegetales Amazónicas en "CICRA", Madre de Dios-Perú identificaron los bosques de terraza como la formación vegetal que almacena mayores niveles de carbono en sus árboles, y son por tanto la formación vegetal de mayor importancia para

la conservación y manejo. Respecto a la valoración del carbono almacenado, se calculó un estimado superior a los 11 millones de dólares americanos, que representaría el 0,025% del PBI nacional anual, como posibles ingresos en mercado de carbono. Esto a su vez significaría alrededor del 8% del PBI anual para el departamento de Madre de Dios.

Según Pérez (2015), en su investigación titulada “Cuantificación de la captura de CO₂ por la flora nativa de totora en un humedal costero de Perú”, cuantificó la captura de CO₂, por la flora nativa de totora (*Schoenoplectus californicus*) en los humedales de Villa María, sobre la costa del Pacífico. Se delimitó el área representativa ocupada por esta especie para evitar zonas heterogéneas y se cuadrículó la zona trazando líneas que atraviesan toda el área, donde se realizaron muestreos aleatorios de 1m² de la parte aérea y de la raíz de la biomasa. El contenido de carbono en la estructura vegetal se determinó por método de “Walkley y Black” y la captura de CO₂ se estimó mediante el “factor de conversión de carbono a dióxido de carbono”. Se obtuvo un valor de contenido de CO₂ por totora (partes aérea + raíz) de 84.05 tCO₂/ha comprobándose que entre otros importantes servicios al ambiente y al ser humano, estos humedales actúan de modo crucial en la captación de CO₂ atmosférico ante el presente escenario de cambio climático planetario.

Según Mansilla (2008), en su publicación titulada “Valoración económica de la captura de CO₂ en especies nativas: Caso bosque de Queuña Qocha en el Valle de Ollantaytambo” estudió el carbono almacenado por hectárea y se estimó 3.55 tC, para el área actual de bosque que contiene 12.7ha, el stock de carbono almacenado ascendió a 42.54 tC.; se proyectaron estos resultados para un área reforestada de 200 ha, el stock de carbono almacenado alcanza 670 tC, además, asumen que el pago por servicios ambientales del bosque se vincula con los posibles beneficios que obtendría la comunidad invirtiendo en la reforestación evitando así su desaparición. Posteriormente permitirá desarrollar otras actividades económicas sostenibles como son el secuestro de carbono y actividades ecoturísticas. Por tanto, la reforestación se convierte en una forma de capital de trabajo para la comunidad le permitirá obtener ingresos adicionales por ecoturismo.

Según Cubas Angúlo (2016) en su investigación denominada “Captura de carbono de especies arbóreas en sistemas multiestrato en el fundo UNAP, Zungarococha, San Juan Bautista” dio como resultado que las especies que obtuvieron una mayor cantidad de biomasa promedio durante toda su investigación fueron la *Croton lechleri* (sangre de grado), *Inga edulis* (guaba), y el *Spondias mombin* (ubos); con 0.88 Tn.MS/ha; 1,17 Tn.MS/ha y 1,42 Tn.MS/ha respectivamente, por tales resultados estas especies fueron las que más se desarrollaron en su biomasa, y por tal motivo los resultados obtenidos de biomasa sirvieron consecutivamente para obtener más resultados. Concluye que en la investigación el sistema multiestrato evaluado, desde su instalación en el 2012 hasta la última evaluación en el 2013 se logró remover de la atmósfera 141.00 Tn.CO₂/Ha, este valor factiblemente sea negociado en un mercado de captura de CO₂ viabilizando optimizar ingresos y mejorando el ambiente desde el punto de vista funcional, social y económico.

Según Del Águila (2012), en su investigación de grado titulada “Cuantificación de la Captura de Carbono en las especies forestales y su Contribución al ambiente en el Centro de producción e investigación Pabloyacu - Moyobamba - San Martín 2012”; determinó que el carbono estimado en la biomasa vegetal de las especies forestales evaluadas establecen que la mayor cantidad registrada fue en la especie *Himatanthu ssucuuba* “Bellaco caspi” con 175,57 Tn/ha mientras que en menor proporción con un 46,21 Tn/ha en la especie *Ocoteaaciphylla* “Moena”; se estima que las especies evaluadas muestran una contribución muy positiva de captura de carbono a nivel de biomasa arbórea viva, ya que contribuyen con la reducción de CO₂ a la atmósfera por intermedio de la flora que almacena carbono en su estructura mediante la fotosíntesis, brindando así un servicio ambiental en la captura de CO₂ y por presentar valores altos en su investigación.

Según Yaranga & Custodio (2013), realizaron una investigación denominada “Almacenamiento de Carbono en Pastos Naturales Alto andinos” determinaron la correlación entre el peso de la biomasa aérea (hojas y tallos) y la biomasa radicular de las especies de pastos naturales alto andinos *Stipaichu*, *Alchemilla pinnata*, *Festuca dolichophylla*, *Muhelbergia ligularis* resultaron altamente significativos con valores de “r” que oscilaron entre 0,7451 y 0,9923; lo cual determina que bastaría el pesado de la biomasa aérea para conocer el peso

total de biomasa de una planta. La concentración de carbono en las cinco especies de pastos fue superior a 30,00%, en promedio.

Según Quitarán Dávila (2009), realizó una investigación titulada “Determinación del potencial de captura de carbono en cinco especies forestales de dos años de edad, cedro nativo, (*Cedrela odorata*) caoba, (*Swietenia macrophylla*) bolaina, (*Quazuma crinita*) teca, (*Tectona grandis*) y capirona (*Calycophyllum sprucearum*) en la localidad de Alianza San Martín 2009”, y se determinó que el potencial de absorción de carbono mediante actividades de forestación/reforestación dependen de la especie, el lugar y el sistema de ordenación y, por consiguiente, es muy variable. Los índices normales de absorción, expresados en toneladas de carbono (tC) por hectárea y año, en el trópico es de 3.2 a 10 tC. Los estudios realizados en las regiones tropicales indican que sería posible absorber un volumen adicional de carbono, que se cifra en 11.5 a 28.7TC mediante la regeneración de unos 217 millones de Ha de tierras degradadas. Tal vez únicamente un tercio de la tierra ecológicamente adecuada podrá destinarse a actividades de forestación/reforestación.

Según Palomino (2007) en su investigación de postgrado titulada “Estimación del servicio ambiental de captura del CO₂ en la flora de los humedales de Puerto Viejo” estimó el servicio ambiental de captura del CO₂ de las especies de flora la “grama salada” *Paspalum vaginatum* Swartz, la “Salicornia” *Salicornia fruticosa* Linneo, la “totora” *Schoenoplectus californicus*, y el “junco” *Scirpus americanus*, donde se cuantificó la cantidad de carbono almacenado con la finalidad de conocer el potencial de captura del CO₂ de estas especies características de los Humedales y de esta manera conocer la pérdida de estas reservas de carbono al quemarlos o cambiarlos de uso para fines agrícolas o urbanos. En la estimación del servicio ambiental de captura de CO₂ producido por las especies de flora de los Humedales de Puerto Viejo; parte aérea en forma decreciente es en la totora con 73.7 tCO₂/ha, el junco con 40.6 tCO₂/ha, la grama salada con 40.4 t CO₂ /ha y en la salicornia con 12.1 tCO₂/ha. La especie que capta más CO₂ es la totora con 73.7 t CO₂/ha y el junco 40.6 t CO₂/ha.

Ámbito Local:

Según Morales (2014) realizó una investigación de Postgrado titulada “Estado Actual del Bosque de *Polylepis* y su Eficiencia en la Captura de CO₂, en la Provincia de Tarata, Departamento de Tacna”, en la cual determinó la estructura y su densidad poblacional actual de *Polylepis*, tomándose datos de las especies así también de la actividad antropogénica del hombre que afectan el estado actual de los bosques de queñoales en Tarata, se estimó su capacidad de CO₂ de la biomasa aérea de las Queñoas siendo su capacidad de captación de 31 387,6 Tn de CO₂/ha/año, además se tomaron descripciones morfológicas externas de las Queñoas para la comprensión de su fenología del bosque.

Según Zeballos (2013), realizó un informe final de consultoría perteneciente al Gobierno Regional de Tacna, Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente titulado “Estudio de la Biodiversidad del Valle de Cinto” en el cual determinó que la conservación del Valle de Cinto es de suma importancia porque permitirá tomar acciones para evitar la extinción del Carzo, pues actualmente es considerado en peligro crítico de extinción. Por ello reiteran que es necesario la creación de un área protegida complementaria donde se tomaran acciones para el ordenamiento del territorio y el desarrollo de prácticas productivas permitiendo la conservación de ese ecosistema y la indemnización del daño ambiental que se causó en el pasado.

Según Franco (2004), en su investigación de Postgrado denominada “Los Bosques de Queñoales y su Importancia en el Desarrollo Sostenible de las Comunidades de la Provincia de Candarave - Tacna. 2003”, en la cual se determinó que la cobertura del bosque de queñoales en Candarave específicamente de la especie *Polylepis besseri* es densa, en cuanto su valoración económica, Con respecto al carbón de queñoas, 9 familias lo comercializan, con un costo en el mercado de 3 nuevos soles el kilo, la valoración económica del uso directo estimado es de 15 432 929,23 respecto al uso indirecto se determinó mediante la captura de CO₂, lo que es elemental para cualquier toma de decisión ambiental, se suma que el valor de s/. 20 159,6 siendo el VET del bosque la suma de s/. 15 423 088,33.

Según Tito (2012) en su trabajo de posgrado titulada “Estimación Cuantitativa de la capacidad de Captura del CO₂ en plantaciones de olivos en el distrito de Tacna, 2010”, determinó cuantitativamente el CO₂ capturado y almacenado como carbono en tejidos de olivo (*Olea europea*), el carbono acopiado en plantaciones de olivo lo estableció a través de un muestreo aleatorio estratificado. La biomasa se determinó por un método destructivo para 27,80 kg en troncos; 17,70 kg en ramas; 13,42 kg en raíces y 7,89 kg en hojas, Asimismo se creó ecuaciones alométricas que relacionan biomasa con la edad una ecuación que relaciona la altura con el DAP. La biomasa, el carbono almacenado y el CO₂ equivalente fueron: 562 051,3; 281 025,7 y 1 031 364,319 toneladas de olivo.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Superficie y Población

La Provincia de Jorge Basadre es una de las cuatro provincias que conforman la región de Tacna, ubicada al sur del Perú, bajo la intendencia del Gobierno Regional de Tacna, esta provincia se divide en tres distritos; Ilabaya, Ite y Locumba, La provincia fue creada por Ley N°24799 del 21 de abril del 1988, mientras El Distrito de Locumba fue creado por Ley N° 24799 el 19 de Abril de 1988. (Gómez Cornejo, 2017).

La provincia de Jorge Basadre está situada al noroeste de la Región Tacna. Compreendida entre las coordenadas 17° 25' 00" Latitud Sur y 70° 30' 37" Latitud Oeste. *El Mapa de Ubicación de la Provincia de Jorge Basadre se puede visualizar en el Anexo N° 11*

La Provincia de Jorge Basadre posee los siguientes límites:

Por el Norte: Región Moquegua, Por el Sur: Provincia Tacna, Por el Este: Provincia Candarave, Por el Oeste: Océano Pacífico.

El distrito de Locumba Se encuentra ubicada sobre el margen derecho del río Locumba, en la provincia de Jorge Basadre, Región Tacna, además se encuentra en las coordenadas 17° 36' 35" Latitud Sur y los 70° 45' 39" de Longitud Oeste.

En el perímetro del Distrito de Locumba, la representación de las especies vegetales se limitan sólo en los valles, esto por la presencia de agua de riego, mientras que en las zonas donde no hay riego las especies son escasas, se pueden apreciar diferentes formaciones y especies vegetales, de las que podemos mencionar especies arbóreas como: Molle, sauce, eucalipto y carzo. Estas especies se adaptan bien al tipo de clima de la zona y se les puede encontrar a lo largo de la rivera de los ríos, también se pueden mencionar algunas especies arbustivas: carrizo, totora, chilca, colle, entre otras. A lo largo de los valles se ubica las áreas de cultivo irrigadas con las aguas provenientes de las partes altas donde se puede precisar el desarrollo de la actividad agrícola, destacando como principales cultivos: cebolla, maíz, orégano, alfalfa, frutales (Gómez, 2017).

Asimismo se argumenta con el estudio de Clasificación de tierras del Distrito de Locumba por capacidad de uso mayor, que el tipo de suelo que posee el Valle de Cinto pertenece al grupo (C), correspondiente a tierras aptas para cultivos permanentes, los cuales poseen una fisiografía denominada llanura aluvial plana, llanura aluvial disectada, valle estrecho, terraza fluvial baja y pedimeto; estos suelos presentan una pendiente de 1 – 3%. Estos suelos presentan una profundidad variable de 80 a > 10cm, con una pedregosidad de 1 a 10% con textura moderadamente gruesa, gruesa fina y moderadamente fina.

Específicamente este tipo de suelo pertenece a la clase (C3), que corresponde a la calidad agrológica baja, estos suelos presentan limitaciones fuertes o severas para la fijación de cultivos permanentes, por tanto requieren de la aplicación de prácticas adecuadas de manejo para su conservación. Las limitaciones de la sub categoría (C3s) indican que presentan un orden edáfico, inundación y drenaje en algunos casos. Cabe resaltar que toda la expansión del distrito de Locumba pertenece a la Zona de vida Desierto Desecado – Templado Cálido. (Uscamayta, 2011).

En los siguientes cuadros se puede observar detalladamente la caracterización medio ambiental y los análisis químicos, físicos y mecánicos de los suelos pertenecientes al Valle de Cinto.

CARACTERIZACIÓN MEDIO AMBIENTALES				
Departamento:	Tacna	Provincia: Jorge Basadre	Distrito: Locumba	Localidad: Valle Cinto
Unidad Fisiográfica:	Terraza Fluvial Baja (PFTb)		Relieve: Plano	Pend.: 1-2%
Material Madre:	Aluvial reciente		Litología: Depósito estratificado de arenas y limos	
CUM:	C,C3, C3s		Uso Actual: Cultivo permanente	
Zona de Vida:	Desierto Desecado Templado Cálido		Precipitación (mm): 1.5mm/año	T°C: 8.4 a 29.7
Clima:	Arido y Templado, con estaciones secas.		Reg. H°: 72%	
Vegotación:	Molle, chilca, carzo, tuna		Distrib. de raíces:	Finas escasas
Permeabilidad:	Muy rápida		Drenaje:	Algo excesivo
Geod. externa:	Crecidas de ríos, huaycos y colada de barro		Pedreg. superficial:	10%
Prof. N. Freática:	No presenta		Escorr. superficial:	Lento
Prof. E. del suelo:	> 100 cm		Erosión:	Surcos moderados, hídrica
Relieve:	Plano		Inundación:	Inundación ligera
Microrelieve:	Plano		Fertilidad superficial:	Baja
Fragmentos gruesos:	Libre a ligeramente gravoso		Textura:	Media

Fuente: Uscamayta, 2011.

Figura 1. Caracterización Medio Ambiental del Suelo - Valle de Cinto

ANÁLISIS DE CARACTERIZACIÓN QUÍMICO, FÍSICO Y MECÁNICO																		
PROF. cm.	pH	C.E dS/cm	CaCO ₃ %	C %	N %	M.O. %	DISPONIBLE (ppm)		ANÁLISIS MECÁNICO (%)			Clase Textural	CATIONES CAMBIABLES cmol(+)Kg suelo					
							P	K	Arena	Limo	Arcilla		C.L.C	Ca	Mg	K	Na	Al
0-32	7.70	1.10	1.60	0.40	0.034	0.68	16.3	411	76	22	2	AFr.	8.32	5.79	1.09	0.97	0.47	0.0
32-66	7.50	2.84	1.70	0.06	0.005	0.10	3.9	126	80	18	2	AFr.	10.08	8.22	0.81	0.46	0.49	0.0
66-120	7.95	1.32	2.00	0.06	0.005	0.10	3.4	206	70	28	2	FrA	9.92	7.42	1.05	0.59	0.96	0.0

Fuente: Uscamayta, 2011.

Figura 2. Análisis de Caracterización Química, Físico y Mecánico del Suelo

El mapa de Capacidad de Uso Mayor de caracterización de suelos se puede visualizar en el Anexo N° 12

En cuanto a la climatología de la localidad se ha visualizado que se registran las temperaturas máximas más altas de la región, esto es a causa de la estreches del valle por poseer una influencia amplia de insolación de las zonas áridas, registra temperaturas medio mensual que oscilan desde 28°C hasta los 15°C.

Se tiene valores máximos que ascienden hasta 30°C y valores mínimos que descienden hasta 10°C. Presenta un clima semicálido a cálido durante el día y con temperaturas templadas por las noches. Siendo su promedio anual de 19,2°C. (SENAMHI, 2017)

No obstante la variación de la cantidad de agua contenido en el aire en la parte baja de la atmosfera está en función del tipo de suelo, de la época del año de la temperatura del ambiente y de otros factores que afectan al proceso de evaporación, condensación y precipitación. La humedad relativa en función de la temperatura su comportamiento temporal indica valores máximos en los meses fríos de invierno y valores mínimos en los meses calurosos de verano. En la estación meteorológica de Locumba, la cual se encuentra a una altura de 500 m.s.n.m. la humedad relativa es de 72 %. (SENAMHI, 2017)

En esta zona, se visualizó una correlación inversa en la altitud, entonces a mayor altitud menor humedad, debido que en las zonas altas se observa un bajo contenido de vapor de agua. La cantidad de vapor de agua, en meses fríos, se relaciona mucho con la sensación de frialdad debido a que el vapor de agua es más ligero que el aire seco y por tener mayor calor específico que el aire seco. (SENAMHI, 2017)

Cabe destacar que la mayor parte de las lluvias de la Región de Tacna son propiciadas por masas de aire con mayor contenido de humedad que se desplazan desde el océano atlántico a través de la Amazonía brasileña. Las altas temperaturas y la humedad sobre esta zona más la acción convectiva aumentan aún más el contenido de humedad de las masas de aire. Entre los factores que condicionan la precipitación en las zonas andinas se posee la presencia de los Andes, el anticiclón del pacífico sur Oriental, la corriente de Humboldt y las perturbaciones de la circulación general de la atmósfera. La precipitación anual oscila entre 1,5 mm/año y la evaporación total anual presenta valores de 1152 mm. (SENAMHI, 2017)

Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
		07	13	19	07	13	19	07	19		
27.8	17	18.8	26.6	20.2	17	19	16.6	0	0	SW	5
28	16.8	19.6	26.4	20.2	17	18.8	16.6	0	0	SW	7
29	16.4	19.6	28.2	19.69	16.8	19.6	17.2	0	0	SSW	5
29.6	18.2	20.2	28.8	20	17.6	20	17.2	0	0	SSW	4
28.4	19	20.8	28	21.2	17.8	20.2	18.2	0	0	SW	6
28	20	21.8	26.4	21.2	18.8	20.2	18	0	0	SW	4
30	20	22.8	28	21.8	18.8	21	17.8	0	0	SSW	4
28.8	18.8	20.8	28.2	20.8	18.6	20.8	18.4	0	0	SW	5
24	19.6	20.2	23.8	20.4	18.2	19	17.8	0	0	SSE	1
28.9	19.8	21.4	27	21	17.4	20.6	18.6	0	0	SW	4
28	19.2	21	25.8	21.2	18	20	18.6	0	0	SW	5
29	19.6	20.8	28.4	22.2	19	21.2	19.6	0	0	SW	6
30.4	18.8	21.2	28	20.6	19.2	20	18.2	0	0	S	2
28.4	19.8	22.4	27	22	19.2	21.8	19	0	0	S	2
28.4	20.6	22.2	27.4	22	19.2	21.5	18.8	0	0	SW	3
29.6	20.6	22.2	28.8	23.2	19	20.4	18.8	0	0	SW	4
30	20.6	23.4	28.4	22.2	19	20.6	19	0	0	SW	5
30.4	19.6	21.2	28.8	21.6	17.8	20.8	19	0	0	SW	5
30.2	20.2	21.8	27.5	22.9	19	21.2	19	0	0	S	5
30	19.4	21.4	29.4	22.8	18.6	21.6	19.2	0	0	SSW	5
29.8	20.4	22	29	23.2	20.2	21.6	19.6	0	0	SSW	5
30	21.6	22.4	29.2	24	19.2	21.4	20.2	0	0	SW	3
31	21.2	22.2	28.4	22.8	20.2	21.8	20.4	0	0	SW	5
30.6	21.2	23	28.8	22.8	20.2	22	20.4	0	0	SW	5
30.4	20.2	22	29.6	23.8	19.2	22.6	20.2	0	0	SW	6
29.8	20.8	22.4	28.4	23.6	21	22.2	19.2	0	0	SW	6
30.6	20.6	23	29.4	22.6	19.4	20.8	19.6	0	0	SW	7
30	20.8	24.2	29.2	22.6	19	23	19.4	0	0	SW	5
29.8	20	23.4	29	22.8	20	22.8	19.8	0	0	SW	4

Fuente: SENAMHI, 2017.

Figura 3. Resultados Meteorológicos de la estación Jorge Basadre del mes de enero del 2017.

Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
		07	13	19	07	13	19	07	19		
25.7	10	17.4	24.8	17	15	19.8	14.6	0	0	SSW	4
25.7	14	19	25	17.2	16.8	20	14.6	0	0	SW	5
26	12.6	18.4	25.2	17	15.6	19.6	15.2	0	0	SSW	6
26.8	13.4	17	25.8	16.3	15.6	21.8	15	0	0	SW	6
25.6	13	17	23.8	16.8	15.4	19	15	0	0	SSW	4
23.8	14.8	17	22	15.8	15.2	18.2	14.4	0	0	SSW	5
26.8	13.4	16.4	25.2	16.8	15	20	15.1	0	0	S	4
26.4	15.2	16.6	25.8	16.4	15	20.6	14.6	0	0	SW	4
25.4	13.8	16	24	16.6	14.8	18.8	15	0	0	WSW	5
25.4	15	15.8	24.2	16.4	15	20.2	14.8	0	0	SSW	4
24.6	13.6	18.4	22.6	17.2	15.4	18	14.4	0	0	WSW	4
25.7	13	18.8	24.6	16.8	15.6	19.6	14.6	0	0	SW	5
26.8	12	17.6	26	16.8	15.4	21.4	15.2	0	0	S	4
26	11	16.6	25.2	17	16	21.6	16	0	0	S	4
25.7	15.8	16.8	24.8	16.8	15.8	21	16	0	0	SSW	5
26.2	13.8	18	25	17.8	16.8	21	16.4	0	0	WSW	4
24.6	16	18	24	18	16.8	21	17	0	0	SW	4
27.4	14.4	18.2	25.6	18	17.6	21.2	17	0	0	S	4
26.6	15.4	19.8	25.6	18.8	17.2	22.4	17.4	0	0	SSW	4
26.6	12	18.8	25.8	19.2	17.9	22.2	18	-888	0	S	3
27.8	16.1	20.4	26	19.4	19	22.6	18	0	0	SW	5
26.4	15.8	20.2	25	19.4	18.8	22.6	18.2	0	0	WSW	4
27.2	16	18.2	26.6	19.2	17.6	22.8	18.4	0	0	SSW	5
27.6	15	17.8	26.4	18.8	16.8	22.8	17.8	0	0	S	5
27.4	17	18.2	26.6	18.8	17.2	23.4	17.6	0	0	SW	4
27.8	17.8	19.4	27.4	19.2	18.6	24	18	0	0	SSW	5
26.8	15.8	19.8	26	19.6	13.6	22.9	18.4	0	0	S	5
27.6	16.2	18.2	26.2	18.3	17.8	23	17.6	0	0	SSE	5
27	16.3	18.5	25.4	18.6	18	22.8	18	0	-888	S	4

Fuente: SENAMHI, 2017.

Figura 4. Resultados Meteorológicos de la estación Jorge Basadre del mes de diciembre del 2017.

En zonas de valles, es decir con presencia de especies vegetales, se aprecian como principales especies, las aves silvestres entre las que destacan las golondrinas, palomas, etc. pero cerca de los poblados se aprecian los gallinazos. Entre los mamíferos silvestres se puede mencionar el zorro gris, y algunos roedores de campo. De igual forma se observa la crianza de animales como ganado vacuno, ovino y animales menores, esto en los valles costeros, como parte de la actividad pecuaria y la producción lechera (Gómez, 2017).

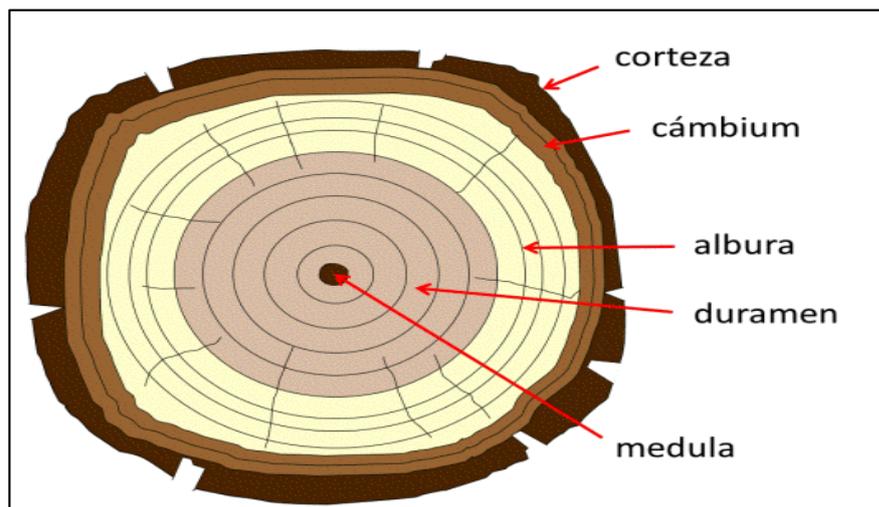
Por otro lado, el comportamiento poblacional de la provincia y el distrito, yacen en la dinámica socioeconómica que se generan en cada uno de sus pueblos, comunidades, anexos y distritos, en ese sentido, el estancamiento y la baja de la producción de los sectores productivos, especialmente el agrícola, está generando según los censos de 1981, 1993, 2005 y 2007 un proceso de disminución continua de la población, tal es así que en 1981, la Provincia Jorge Basadre tenía 15,551 habitantes y según el censo del 2007, tiene 9,872 habitantes que demuestra un decrecimiento poblacional sostenido; de la población actual 5,920 pobladores son varones que representa el 60.0% y 3,952 mujeres que representa el 40.0%, ubicados desde el Litoral peruano hasta las comunidades Alto Andinas de la Provincia.

Según el censo poblacional del año 2007, realizado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática, la Provincia Jorge Basadre, con su capital distrito de Locumba, tiene una población de 2,159 habitantes, de los cuales 1,248 son hombres que representa el 57.8 % y 911 son mujeres que representan el 42.2%; siendo la agricultura la principal actividad económica del distrito de Locumba, la población reside en la zona rural aproximadamente el 54.0% y el 46.0% reside en la zona urbana. Existe una población flotante que por efecto de las siembras y cosechas llegan al valle de Locumba (Gómez, 2017).

2.2.2 Especie Forestal *Haplorhus peruviana*

2.2.2.1 Características generales

En una investigación de estructura anatómica del leño de *Haplorhus peruviana* determinaron que la especie forestal en condición seca al aire su albura es de color amarillo, en tanto al duramen es de color característico con vetas oscuras y con tendencias al color rojizo cuando se oxida, los anillos de crecimiento son no diferenciados, en cuanto a su olor y sabor son no distintivos; presenta el grano entrecruzado, es de textura fina; brillo medio y veteado en arcos superpuestos. Su madera permanece al ser cortada por una cuchilla en sentido transversal a las fibras (Sato, 2011).



Fuente: Solla, 2015.

Figura 5. Corte transversal del tronco de una especie forestal

2.2.2.2 Origen

Haplorhus peruviana es una especie arbórea perennifolia, nativa y endémica del Perú, que se distribuye en los departamentos de Junín, Ayacucho, Huancavelica, Puno y Tacna, aunque también se ha reportado especies en el extremo norte de Chile desde Arica hasta la zona norte de la Provincia del Tamarugal. (García & Ormazábal, 2008).

Se les conoce comúnmente como “ccasi” o “jassi” en la sierra central, con el nombre de “carzo” en el sur del Perú y con el nombre de “carza” en el norte de Chile”. Desde 1977 la *Haplorhus peruviana* está catalogada como una especie de flora silvestre en situación de amenaza. Actualmente está incluida en el grupo de especies “En Peligro Crítico” de extinción, mediante el Decreto Supremo N° 043-2006-AG.

Chipana & Lleellish (2007) menciona a *Haplorhus peruviana* como una especie típica de los valles interandinos que se desarrolla entre los 1800 3000 msnm., sin embargo en el extremo sur del Perú, exactamente en el Valle del Cinto, ocurre en altitudes menores que están por debajo de los 1400 msnm.

2.2.2.3 Clasificación Taxonómica

Según Tárrega & Flores (2008) la especie forestal *Haplorhus peruviana* ostenta la siguiente descripción taxonómica:

Reino: Plantae

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotyledoneae

Superorden: Archychlamydeae

Orden: Sapindales

Familia: Anacardiaceae

Género: *Haplorhus*

Especie: *Haplorhus peruviana* “carzo” (Engl.)

Nombre Común: “Ccasi”; “Jassi”; “Molle macho”, “Carzo”

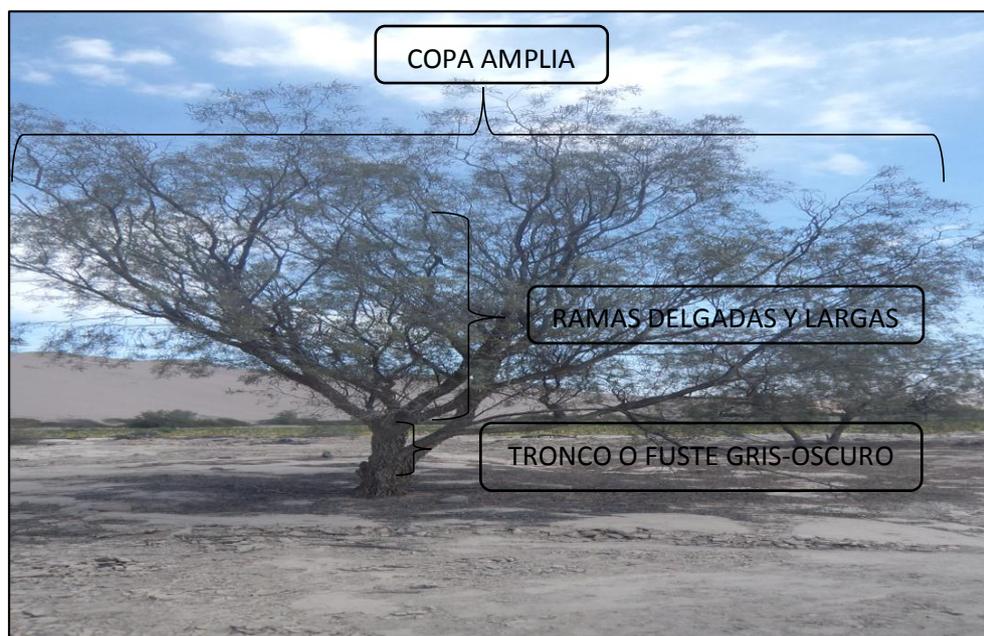
2.2.2.4 Morfología

Tárrega & Flores (2008) menciona que la especie *Haplorhus peruviana* es un árbol dioico que mide de 3 a 6 metros de alto y de 40 a 60 cm de DAP aproximadamente, presentan copa amplia con ramas péndulas decumbentes, delgadas y largas.

La corteza de su tronco es de color gris-oscuro, su textura es áspera, muy rugosa, agrietada en todo sentido y en cuyos espacios se encuentran acumuladas resinas cristalinas y pegajosas, de olor característicos que con el tiempo se solidifican y se entornan blanquecinas.

Presenta Hojas simples, alternas, verde glaucas, sésiles o subsésiles, linear-lanceoladas de 4-10 cm de largo y de 8 a 11 mm de ancho, presentan un margen serrulado y son cortamente pecioladas, su haz y envés son de colores congruentes (verde-gris). Presenta dimorfismo foliar, las plantas jóvenes son lanceoladas y de raquis zetado mientras que las plantas adultas son moderadamente falcadas, de borde entero, penninervadas, ápices acuminados, limbos glabros pelúcido puntactas. Son de inflorescencia en panícula, sus flores son unisexuales, eso quiere decir que cada sexo en un individuo distinto.

Las Flores masculinas poseen inflorescencia en panículas cortas, auxiliares y terminales, sus flores son sésiles, rojizas, pequeñas y abundantes. Presenta 05 sépalos, 10 estambres, filamentos cortos, anteras globosas. El androceo es de color amarillo intenso. Las Flores femeninas poseen inflorescencia en panículas cortas. Sus flores son rojizas y presentan lo siguiente: cáliz con 5 sépalos, 5 pétalos imbricados, 3 estigmas papilosos y un ovario supero globoso uniseminado. Florecen en los meses de agosto y setiembre, sus ejemplares son aislados o se encuentran en grupos pequeños dispersos. Se caracteriza porque su fruto o drupa es carnoso con una sola semilla dicotiledónea protegida por un endocarpio grueso y altamente coriáceo. Su coloración es negra cuando llega a la madurez y su forma es obovoidea (Zegarra, 2011).



Fuente: Elaboración propia, 2017.

Figura 6. La especie forestal *Haplorhus peruviana* y sus partes.

2.2.2.5 Distribución y Crecimiento

El área de distribución de *Haplorhus peruviana* en el valle de cinto acontece desde los 600 metros en el sector denominado Machorrta (315 057 y 8 053 591 UTM), hasta los 1400 metros de altitud, en la localidad de Caoña (324 705 y 8 072 686 UTM), en el extremo norte del valle.

La población de *Haplorhus peruviana* está conformada por 1638 árboles, que sobreviven en el Valle desértico de Cinto, de los cuales el 95,6% son adultos y solo el 4,4% son juveniles, información basada en el último censo del año 2008. (Tárraga & Flores, 2008)

La renovación de población de *Haplorhus peruviana* se da a dos niveles mediante rebrotes y a través de semillas (plántulas). La primera se da en mayor proporción debido a la capacidad de regeneración natural de la planta, que permite el resurgimiento de nuevas ramas, flores, frutos y semillas. La regeneración de la planta a través de semillas tiene como factores limitantes la falta de agua, la escasa precipitación y la alta radiación solar.

2.2.2.6 Importancia de la especie forestal

La especie forestal *Haplorhus peruviana* posee características importantes tales como proteger los suelos contra la erosión, brindar servicios ambientales como captura de CO₂ del ambiente, generar producción de oxígeno, regular el escurrimiento del agua, generar microclima del valle y proveer hábitat a la fauna silvestre existente en el Valle de cinto.

Según Zeballos (2013), el estudio de biodiversidad evaluó el proceso de desertificación en Locumba, definido como un proceso de empobrecimiento de los ecosistemas áridos, semiáridos y algunos subhúmedos, a causa de los impactos combinados de las actividades del hombre y la sequía, según el estudio de biodiversidad determinó que el área ubicada por los relaves de Quebrada Honda se encuentra en proceso de desertificación ya que el suelo está en proceso de degradación debido a la acumulación de contaminantes proveniente de los relaves de Toquepala. En ese estudio se formuló la posibilidad de crear un área prioritaria para la conservación del valle de Cinto debido a la presencia de la especie *Haplorhus peruviana*, la cual es una especie arbórea nativa y considerada endémica del Perú catalogada como especie de flora silvestre en situación amenazada desde el año 1977 y ahora categorizada como especie “En Peligro Crítico de Extinción” (CR), por el Decreto Supremo N° 043-2006-AG.

Se observó que más del 50 % de la población de *Haplorhus peruviana* está siendo afectada por las actividades antropogénicas de los lugareños a causa de actividades de tala, corte de ramas y quemado de árboles, a esto se suma la sobre explotación de los recursos hídricos que viene generando el secado del 12.7 % de la población (Zeballos, 2013).

2.2.3 Carbono

2.2.3.1 Ciclo de Carbono

El carbono interviene en la composición de los seres vivos y forma parte de la atmósfera, hidrósfera y litósfera. En la atmósfera se encuentra mayoritariamente en forma de anhídrido carbónico (CO_2), que constituye el 0,03% de la misma. (Alva, 2001).

En la hidrósfera, el carbono se encuentra en forma de ion bicarbonato (HCO_3^-) y de ion carbonato (CO_3^{2-}). En la litosfera lo podemos encontrar en tres maneras diferentes: formando rocas carbonatadas, silicatos cálcicos o en forma de combustibles fósiles. Se puede considerar que la circulación del carbono en el ciclo comienza a partir de CO_2 atmosférico, así como del disuelto en la hidrosfera. Este anhídrido es retirado de ambos medios y fijado por los productores primarios mediante fotosíntesis o quimiosíntesis, y transformado en carbono orgánico que forma la materia vegetal y, más tarde, la materia orgánica de los consumidores (Alva, 2001).

El retorno del carbono hacia su depósito original (atmósfera e hidrósfera) se produce básicamente por tres procesos:

La respiración de todos los seres vivos aeróbicos, que libera CO_2 ; La combustión de la materia viva por incendios, por el uso de combustibles fósiles, etc.; La descomposición de la materia orgánica que producen los microorganismos y los descomponedores.

Por consiguiente, en el ciclo del carbono se puede diferenciar en:

Ciclo biológico:

Es el que comprende los intercambios de carbono (CO_2) entre los organismos vivos y la atmósfera, es decir, la fotosíntesis, que es un proceso mediante el cual, el carbono queda retenido en las plantas y la respiración que lo devuelve a la atmósfera. Este ciclo es relativamente rápido, estimándose que la renovación del carbono atmosférico se produce cada 20 años. Por lo tanto, este ciclo desempeña un papel importante en los flujos de carbono entre los diversos depósitos, a través de los procesos de fotosíntesis y respiración.

Ciclo biogeoquímico:

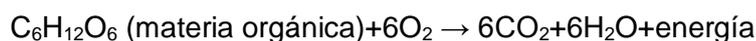
Es aquel proceso que regula la transferencia de carbono entre la hidrósfera, la atmósfera y la litosfera. El CO_2 atmosférico se disuelve con facilidad en el agua, formando ácido carbónico que ataca los silicatos que constituyen las rocas, resultando iones de bicarbonato. Estos iones disueltos en agua alcanzan el mar, son asimilados por los animales para formar sus tejidos, y tras su muerte se depositan en los sedimentos. El retorno a la atmósfera se produce en las erupciones volcánicas tras la fusión de las rocas que lo contienen. Este último ciclo es de larga duración, al verse implicados los Mecanismos geológicos. Además, hay ocasiones en las que la materia orgánica queda sepultada sin contacto con el oxígeno que la descomponga, produciéndose así la fermentación que lo transforma en carbón, petróleo y gas natural.

2.2.3.2 Importancia de la Fotosíntesis

La fotosíntesis se representa con la fórmula:



La Respiración se representa con la fórmula:



Es posible determinar que el mayor cambio entre el depósito terrestre y el atmosférico es producto de los procesos de la fotosíntesis y la respiración. Los días en las estaciones de primavera y verano, las plantas absorben luz solar y CO_2 de la atmósfera y paralelamente los animales, plantas y microbios, mediante su respiración, devuelven el CO_2 .

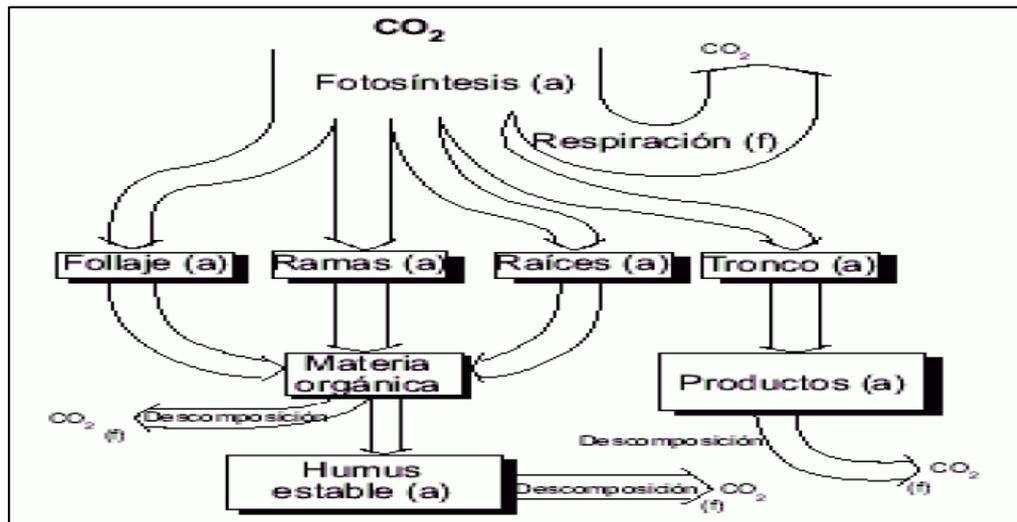
Por lo que cuando la temperatura o la humedad son mucho más bajas, ejemplo en invierno o en los desiertos, la fotosíntesis y la respiración se reduce, así como el flujo de carbono entre la superficie terrestre y la atmósfera (Alva, 2001).

El CO₂ atmosférico es incorporado a los procesos metabólicos de las plantas mediante la fotosíntesis. Este CO₂ participa en la composición de todas las estructuras necesarias para que el árbol pueda desarrollarse (follaje, ramas, raíces y tronco). Al crecer, éste incrementa su follaje, ramas, flores, frutos y yemas de crecimiento (que en su conjunto conforman la copa) así como su altura y el grosor de su tronco. La copa necesita espacio para recibir energía solar sobre las hojas, lo que da lugar a que las copas de los árboles compitan por esta energía. Esto origina, a su vez, un dosel cerrado. Los componentes de la copa aportan materia orgánica al suelo, que al degradarse se incorpora paulatinamente y da origen al humus estable, éste, a su vez, aporta nuevamente CO₂ al entorno.

Simultáneamente, los troncos al ir aumentando su diámetro y altura alcanzarán un tamaño aprovechable en términos comerciales, pudiéndose extraer productos como tablas, tablones y polines, que darán origen a subproductos elaborados, como muebles y casas. Estos productos finales tienen un tiempo de vida determinado, después del cual se degradan aportando CO₂ al suelo y/o a la atmósfera.

Durante el tiempo en que el CO₂ se encuentra constituyendo alguna estructura del árbol y hasta que es enviado nuevamente al suelo o a la atmósfera, se considera almacenado. En el momento de su liberación (ya sea por la descomposición de la materia orgánica y/o por la quema de la biomasa) el CO₂ fluye para regresar al ciclo del carbono.

La figura 4. Representa los flujos y almacenes de carbono en un ecosistema forestal, donde el follaje, las ramas, las raíces, el tronco, los desechos, los productos y el humus estable son almacenes de carbono, que se incorporan al ciclo por descomposición y/o quema de la biomasa forestal (Alva, 2001).



Fuente: Alva Calderón, 2001.

Figura 7. Flujo de y almacenes de carbono en un Ecosistema forestal

2.2.3.3 Captura y Almacenamiento de Carbono

Se menciona captura de carbono al almacenamiento del CO₂ de la atmósfera en la tierra, a través del proceso de fotosíntesis, los bosques absorben CO₂ de la atmósfera a medida que crecen, almacenando grandes cantidades de carbono en la biomasa de sus hojas, ramas, tallos y raíces mientras que liberan oxígeno hacia la atmósfera. (Fuente & Garcia, 2012). La cantidad de carbono (C) secuestrado se relaciona a la capacidad del bosque de mantener una cierta cantidad de biomasa por hectárea, la cual está en función a su heterogeneidad y está determinada por las condiciones del suelo y clima.

Las plantas tienen la capacidad de almacenar el dióxido de carbono de la atmósfera basando en el hecho de que durante la fotosíntesis se fija carbono, que luego utilizan para generar el alimento necesario para su crecimiento, estimándose que una hectárea de plantación arbórea puede absorber alrededor de 10 t de carbono por hectárea/año de la atmósfera, dependiendo de las condiciones del lugar (Quitorán, 2009).

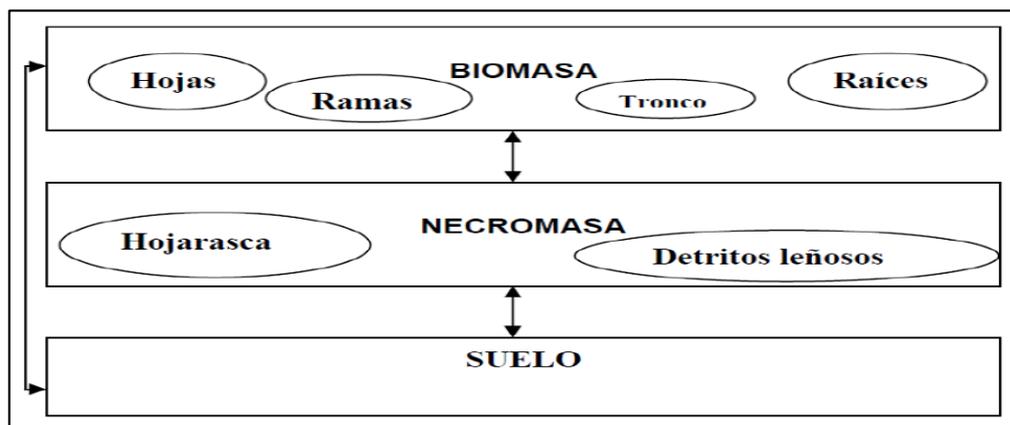
Para evaluar la biomasa aérea se puede emplear dos métodos: El primero "método directo o destructivo" y el segundo "método indirecto". En ambos casos, los valores obtenidos se extrapolan a una hectárea.

Método directo o destructivo: Se describe al método que incluye mediciones de campo, cosecha y toma de muestras de la totalidad de la vegetación, teniendo en cuenta algunos criterios de evaluación. Este método es más costoso y demanda mayor tiempo, proyecta resultados de alta confiabilidad.

Método Indirecto: Se describe al método que aplican cuando los árboles son de grandes dimensiones, y entre las formulas indirectas para estimar biomasa, se encuentra el uso de modelos de biomasa específicos para cada especie, donde los valores de inventarios forestales como diámetro y altura, se transforman a términos de biomasa con la ayuda de modelos generales.

2.2.3.4 Cuantificación de Carbono

Para estipular la cantidad de carbono que un bosque secuestra, almacena o libera, es preciso identificar y examinar cada fuente carbonada que existe en la vegetación, tanto en sus componentes aéreos y subterráneos, así como también en el suelo (necromasa y contenido mineral). La distribución del carbono en un bosque puede conocerse a través de la valoración del contenido parcial de carbono, en cada uno de sus sectores. La figura 5 enseña la sucesión de flujo del carbono entre los sectores de una especie.



Fuente: García, 2011.

Figura 8. Flujo de distribución simplificada del carbono en bosques

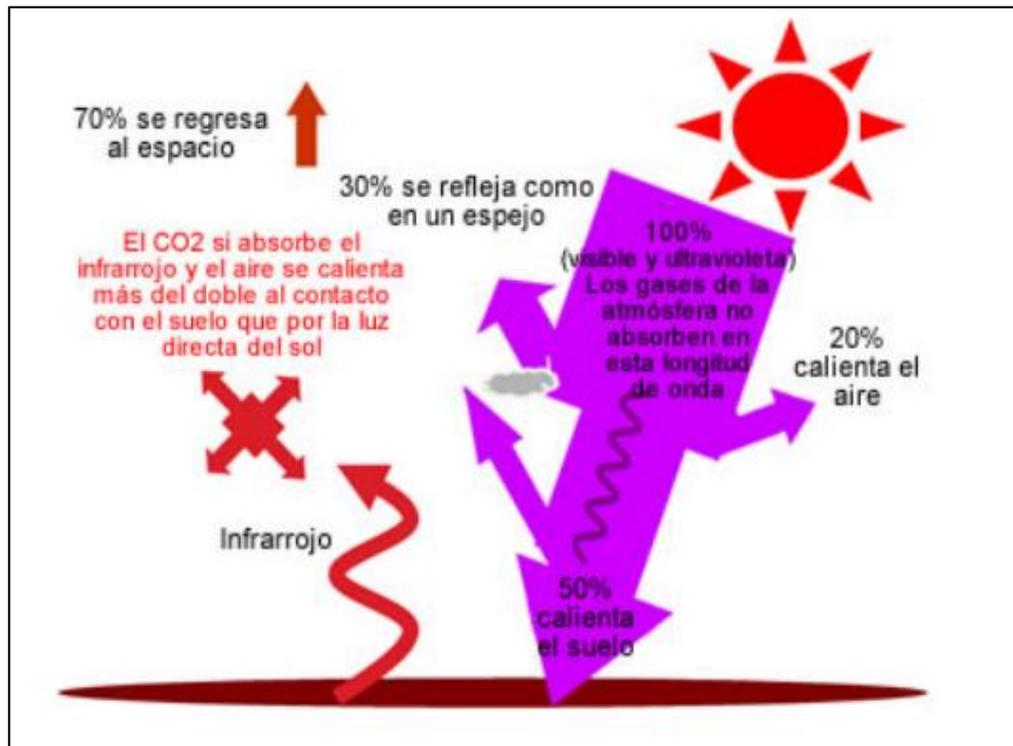
2.2.4 Efecto Invernadero, Calentamiento Global y Cambio Climático

2.2.4.1 Efecto Invernadero

El efecto invernadero representa a un mecanismo por el cual la atmósfera de la Tierra se calienta; esta atmósfera terrestre se describe como una delgada capa de gases que rodea el planeta, y es importante porque en ella habitan los gases fundamentales para el desarrollo de la vida del planeta. La composición química de la atmósfera incluye en mayor porcentaje a solo dos gases, Oxígeno (O_2) en un 20% y Nitrógeno (N) en un 79%, el 1% sobrante está formado por diversos gases entre los más abundantes se encuentra el Argón (Ar) en un 0.9% y el Dióxido de carbono (CO_2) en aproximadamente un 0.03%. Condicionalmente que los gases de la atmósfera están sujetos a la atracción gravitacional de la Tierra, la mayor densidad de gases se concentra cerca de

la superficie terrestre, en los primeros 50 km, en donde se distinguen dos capas. La Tropósfera, que posee unos 10 km en promedio de espesor y que tiene aproximadamente 75% del total de masa de la atmósfera; y la Estratósfera, que llega hasta los 50 km de altura y posee 24% de la masa total de la atmósfera, esta última capa es importante porque en ella reside la capa de ozono la cual filtra la luz ultravioleta.

La figura 6. Describe que Al calentarse la superficie de la Tierra transforma la luz solar en radiación de baja energía – ondas de longitud grande, cargadas hacia el infrarrojo que refleja de nuevo hacia la atmósfera. Esa energía de onda amplia o infrarroja puede ser absorbida de manera muy eficiente por algunos de los gases atmosféricos, de forma particular el CO_2 , metano entre otros, pero el principal es el CO_2 por ser la fuente de calor para la atmósfera. Nótese el cambio de longitud de onda entre la luz que incide en la superficie terrestre (visible y ultravioleta) y la que es reflejada por la superficie terrestre una vez que se ha calentado (infrarrojo) (Caballero *et al.*, 2007).



Fuente: Caballero *et al.*, 2007.

Figura 9. Esquema del Efecto invernadero

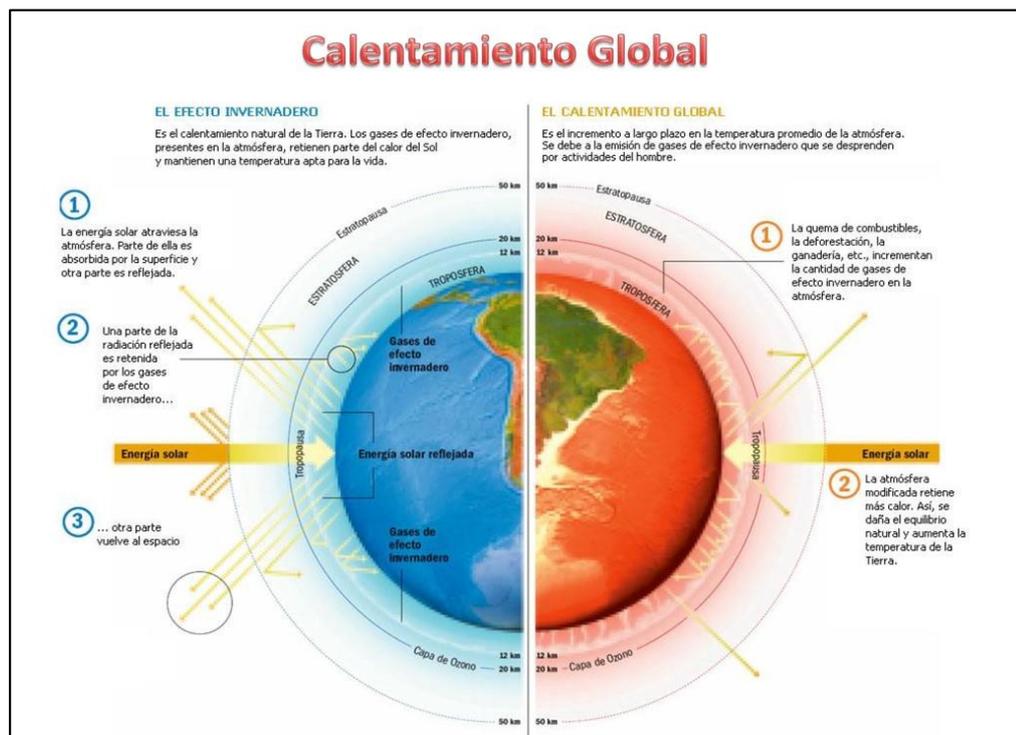
Sin el efecto invernadero que le brinda 0.03% de CO₂ a la atmósfera, la tierra estaría gélida, con una temperatura global de -15°C (bajo cero). Entonces queda claro que la composición de la atmósfera afecta fundamentalmente al clima, y mientras más gases de efecto invernadero como el CO₂ se encuentren en la atmósfera, mayor será la temperatura global del planeta y mientras menos haya más fría será la tierra.

2.2.4.2 Calentamiento Global

El calentamiento global es un fenómeno que representa la tendencia a incrementar la temperatura global del planeta, debido a ello también se incrementa el CO₂ atmosférico. La razón de este incremento en el CO₂ atmosférico puede estar ligada a procesos naturales, como también a componentes humanos significativos, dado que la tala de los bosques y la quema de combustibles fósiles como el carbón y el petróleo han causado un aumento en la cantidad de CO₂ atmosférico, incrementando el efecto invernadero y contribuyendo al calentamiento global. (Caballero, Lozano, & Ortega, 2007)

A continuación se presenta un balance de las entradas y salidas de CO₂ a la atmósfera por causas naturales y contrastarlos con las causas humanas.

1. La disolución en el océano.- el agua, sobretodo el agua fría (cerca de los polos), puede disolver grandes cantidades de CO₂ que cuando el agua se calienta por la circulación oceánica (cuando llega cerca del Ecuador) son devueltas de nuevo a la atmósfera, estando casi en un balance perfecto. Sin embargo, parte del CO₂ que se disuelve en el océano queda “atrapado” en los sedimentos y rocas del fondo del mar, donde se deposita como carbonatos. Ocasionalmente (después de miles o millones de años), estas rocas carbonatadas son fundidas cuando ingresan a capas más profundas de la Tierra a través de procesos geológicos como la subducción, y al fundirse liberan CO₂ que es “expulsado” por las ventilas volcánicas. Todo este ciclo está en un balance muy delicado, controlado por la temperatura del agua del océano y por la intensidad de la actividad geológica. Lo alarmante aquí es que al incrementarse la temperatura global, que también afecta al agua del mar, la capacidad del océano de disolver CO₂ disminuye y eventualmente el océano pueda pasar de ser una trampa de CO₂ a ser una fuente de CO₂.
2. La actividad biológica.- la fotosíntesis es un proceso que fija el CO₂ en el tejido vivo (primero de plantas y luego de animales). La cantidad de CO₂ fijada en tejido vivo (o biomasa) es normalmente devuelta a la atmósfera por medio de la respiración de los organismos, sin embargo con frecuencia la fotosíntesis excede por poco a la respiración, con lo cual los seres vivos funcionan como un depósito de carbono que secuestra CO₂ de la atmósfera y lo guarda en la biomasa, la que se concentra principalmente en los bosques y selvas. La biomasa al morir puede ser almacenada en los suelos o sedimentos y eventualmente sepultada, de manera que la biomasa antigua puede transformarse en carbón o petróleo. Lo preocupante aquí es que al talar los bosques grandes cantidades de biomasa son quemadas y con ello el CO₂ que estaba en los árboles es rápidamente regresado a la atmósfera, con lo que la biosfera puede pasar, de ser un depósito, a ser una fuente. Caballero *et al.* (2007).



Fuente: DeBariloche, 2017

Figura 10. Esquema del Calentamiento Global

2.2.4.3 Cambio Climático

El cambio climático como resultado del efecto invernadero y del calentamiento global es considerado una de las amenazas más serias para el medio ambiente global, que según se prevé tendrá un impacto negativo sobre la salud de los seres humanos, su seguridad alimenticia, la actividad económica, el agua y otros recursos naturales e infraestructura física. (Euguren, 2004).

Según el grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), El cambio climático es determinado como una variación del estado del clima identificable en las variaciones del valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste durante largos periodos de tiempo, generalmente decenios o periodos más largos y puede deberse a procesos internos naturales, o forzamientos externos o a cambios antropógenos persistentes de la composición de la atmósfera o del uso de la tierra. (IPCC.a, 2007).

Es sumamente probable que la influencia humana en el clima ha sido la causa dominante de más de la mitad del aumento observado en la temperatura superficial media global en el periodo 1951-2010, lo que ha originado el calentamiento de los océanos, la fusión de hielo y nieve, la elevación del nivel de mar y cambio en algunos extremos climáticos en la segunda mitad del siglo XX. (IPCC.b, 2014)

Las emisiones de gases de efecto invernadero en el Perú representa menos del 1% de las emisiones mundiales. No obstante, el Perú ha presentado ante la CMNUCC su compromiso de reducción (CODN) sus emisiones de gases de efecto invernadero en 30% con respecto a la proyectada para el año 2030 (298,3 MtCO₂ eq.), lo que representa una reducción de 89,4 millones de t CO₂ eq. Se esperaría que el 67,8% de las reducciones de emisiones propuestas provengan del sector de Uso de Suelo y Silvicultura donde el sector forestal representa el 40% del total de reducción de emisiones. (Pulgar Vidal, 2015)

En cuanto a los compromisos del Perú, el país suscribió y ratificó varios acuerdos internacionales en relación al cambio Climático como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMUNCC) en el año 1992, Protocolo de Kyoto en el año 1997 y el Acuerdo de París en el año 2016. En la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (CNUMAD) celebrado en Rio de Janeiro, Brasil en el año 1992, el

Perú y los demás países del mundo adoptaron la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y se comprometieron alcanzar con los objetivos de la convención que es de estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmosfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. (UNFCCC, 1992)

2.2.5 Servicios Ecosistémicos

Los servicios ecosistémicos son las consecuencias esperadas del buen funcionamiento de los ecosistemas, los cuales tendrán un mejor desempeño y una mayor provisión de bienes y servicios ambientales en relación directa a su condición de bienes manejados. Es así que cualquier impacto negativo sobre el medio puede alterar el funcionamiento de los ecosistemas y reducir su capacidad de aporte local al entorno y a la sociedad.

Los impactos negativos sobre un ecosistema pueden ser naturales (como los sismos, las erupciones volcánicas, los eventos meteorológicos extremos y el fuego originado naturalmente) y antrópicos (como el cambio de cobertura y uso del suelo, la emisión de gases de efecto invernadero, la contaminación o alteración de los cursos de agua). Por tanto, evitar en lo posible, mitigar o compensar tales impactos son acciones que se deben promover para mantener en forma óptima o para ayudar a la recuperación de un ambiente afectado. El flujo natural de bienes y servicios ambientales se renueva continuamente por sí mismo, no precisa de la intervención del hombre para su mantenimiento, ni para constituir la base que soporta la vida en el planeta, generando a la vez actividades económicas y otros múltiples beneficios.

Según Landell-Mills & Porras (2002), los servicios ambientales o ecosistémicos más importantes que califican para sistemas de pago por servicios ambientales (PSA) son: la captura y el almacenamiento de carbono; la biodiversidad; los servicios hidrológicos; y las bellezas escénicas. Sin embargo, pueden haber muchos otros Servicios ambientales, en especial en un país como el Perú de tan variable geografía y clima por lo que se toman dos alternativas para presentarlos. (Llerena & Yalle, 2014).

En la figura 8. Se describe los bienes que la naturaleza provee dentro del concepto de servicios ambientales o ecosistémicos (Llerena & Yalle, 2014).

ECOSISTEMAS	BIENES	SERVICIOS
Agrícolas	Alimentos, fibras, genes y otros	En cuencas, agua, hábitat, materia orgánica, captura de carbono.
Forestales	Madera, no maderables, energía, fauna, agua, alimentos, genes	En cuencas, agua, clima, hábitat, materia orgánica, captura de carbono, reduce contaminación del aire y agua, control de erosión, reciclaje de nutrientes, paisaje, recreación, biodiversidad.
Pajonales y bofedales	Forraje, agua, alimentos, genes, turba	En cuencas, agua, hábitat, biodiversidad, control erosión, captura de carbono, paisaje, recreación.
Acuáticos	Agua, peces, energía, genes	En agua, flujo y dilución de residuos, nutrientes, biodiversidad, transporte, hábitat, paisaje, recreación.
Costeros	Peces, alimentos, sal, algas, genes	En costas y riberas, hábitat, biodiversidad, flujo/dilución de residuos, nutrientes, biodiversidad, paisaje, recreación.

Fuente: Llerena & Yalle, 2014.

Figura 11. Cuadro de ecosistemas bienes y servicios

2.2.5.1 Servicio Carbono Forestal

El dióxido de carbono, (CO₂), es un gas de efecto invernadero, éste se desplaza libremente en la atmósfera. Las plantas absorben el CO₂ de la atmósfera a través de la fotosíntesis. Los árboles almacenan carbono en sus tejidos hasta que mueren, son aprovechados o hasta que se descompone su biomasa y fijan carbono (C) en el suelo. Por tanto el manejo forestal puede mejorar la capacidad de los ecosistemas forestales para capturar carbono, este manejo forestal representa la actividad antrópica que un contribuyente puede gestionar; en caso que existiera un mecanismo de retribución será compensado económica o no económicamente, ello sustentado en la mejora de las condiciones en que brinda el servicio ecosistémico forestal intrínseco en la naturaleza. (MINAM b. , 2014)

Según la nueva Ley Forestal y de Fauna Silvestre, los servicios de los ecosistemas forestales, de otros ecosistemas de vegetación silvestre y de la fauna silvestre son aquellos derivados de las funciones ecológicas y evolutivas de dichos ecosistemas y de los flujos de materia, energía e información provenientes del patrimonio forestal, y de fauna silvestre de la Nación que producen beneficios e incrementan el bienestar para las personas y la sociedad. En relación al mecanismo de retribución por los servicios ecosistémicos de captura y almacenamiento de carbono en ecosistemas forestales, se cuenta actualmente con iniciativas de forestación, reforestación, revegetación y REDD+. (MINAM b. , 2014)

La Forestación es la conversión directa inducida por el hombre de tierras que carecieron de bosque durante un período de al menos 50 años a tierras forestales mediante plantación, siembra y / o fomento antropógeno de semilleros naturales., Es decir esta actividad busca establecer plantaciones donde antes no las hubo, y con ello incrementar las reservas de carbono. (CMNUCC, 2001)

La Reforestación es la conversión directa inducida por el hombre de tierras no boscosas en tierras forestales mediante plantación, plántulas y / o fomento antropógeno de semilleros naturales en terrenos donde antiguamente hubo bosques, pero que se ha convertido en tierras no forestales. (CMNUCC, 2001).

Asimismo, en la nueva Ley Forestal y de Fauna Silvestre, se reconoce como la actividad avocada a establecer plantaciones con fines de recuperación, restauración o con fines productivos en un área que antes fue bosque y ha perdido el 70% de su cobertura original.

La Revegetación es la actividad humana directa para aumentar las reservas de carbono en lugares mediante el establecimiento de vegetación en una superficie mínima de 0,05 ha y que no cumple con las definiciones de forestación y reforestación contenida. (CMNUCC, 2001).

La REDD+ es un esquema de pagos que promueve la Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y la Degradación de los bosques, a través de manejo forestal sostenible y la participación directa de las comunidades locales (Gómez, 2010).

Se menciona algunos agentes causantes de la deforestación siendo los siguientes:

Generación de mayores extensiones de tierra para fines agrícolas y ganaderas.

- Tala de árboles para extraer la madera.
- Incendios.
- Construcción de espacios urbanos y rurales.
- Plagas y enfermedades de los árboles.

Según Gómez (2010) la REDD+ contribuye a la disminución de las emisiones de carbono y además generará los siguientes aportes:

- Promoción de la conservación de suelos y biodiversidad.
- Promoción de actividades de recreación y turismo.
- Protección de cuencas hidrográficas.
- Reducción de la vulnerabilidad a los fenómenos naturales.
- Preservación de los medios y los modos de vida de las poblaciones que dependen de estos ecosistemas.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

2.3.1 BIOMASA

Peso o volumen total de organismos presentes en un área o volumen dados. (Fundacion Azul Ambientalistas, 2015)

2.3.2 CAPTURA DE CARBONO

Extracción y almacenamiento de carbono de la atmosfera en sumideros de carbono como son los océanos, los bosques o la tierra, a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis. (Del Águila, 2012)

2.3.3 CINTA DIAMÉTRICA

Es una cinta graduada que proporciona los diámetros en centímetros, se utiliza para efectuar mediciones de diámetro a partir de la circunferencia del fuste de un árbol con mayor facilidad y precisión. (Cuñachi Encinas, 2014)

2.3.4 CLINÓMETRO

Instrumento que se utiliza para medir ángulos de elevación e inclinación, desde distancias de 15 a 20 metros, en el caso de los árboles se anota el valor del ángulo entre el horizonte y la base del árbol, después desde el horizonte hasta la copa del árbol. (Chave, 2005)

2.3.5 COEFICIENTE MÓRFICO

Se utiliza como valor medio para los árboles de determinadas categorías diamétricas en masas concretas. Siendo así la razón entre el volumen del árbol y el de un cilindro. (López, 2008)

2.3.6 DATOS DASOMÉTRICOS

Son las variables que se usan en la dasometria, que es parte de la dasonomía (ciencia de los bosques) para la aplicación de métodos estadísticos para la búsqueda de soluciones a problemas asociados con la existencia, crecimiento y el manejo del bosque. (ICRAF, 2009)

2.3.7 DÉFICIT HÍDRICO

Situación en la que el agua disponible no es suficiente para satisfacer la demanda, se considera un problema común entre las plantas cultivadas y las comunidades naturales (Basurto, Nuñez, Perez & Hernandez, 2008).

2.3.8 DESARROLLO SOSTENIBLE

Es el desarrollo que satisface las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, concepto definido por el Informe Brundtland. (Bermejo Gómez, 2014)

2.3.9 DESERTIFICACIÓN

Es la disminución o destrucción del potencial biológico de la tierra y puede desembocar en definitiva en condiciones de tipo desértico. Constituye del deterioro generalizado de los ecosistemas. (UPAEP, 2016)

2.3.10 DIÓXIDO DE CARBONO (CO₂)

Un gas natural presente en la atmósfera de la Tierra pero que también se produce por actividades humanas como la quema de combustibles fósiles. El principal gas de efecto invernadero. (Fundación Azul Ambientalistas, 2015)

2.3.11 ECOSISTEMAS

Es un sistema natural vivo que está formado por un conjunto de organismos vivos (biocenosis) y el medio físico en donde se relacionan (biotopo). Un ecosistema es una unidad compuesta de organismos interdependientes que comparten el mismo hábitat. (Lazo, 2010).

2.4.12 ECUACION ALOMÉTRICA

Es una ley sencilla de crecimiento relativo, la razón entre los crecimientos relativos Y y X. la ecuación alométrica es una fórmula aproximada y simplificada. Su principio es una expresión de interdependencia, organización y armonización de los procesos fisiológicos. Con armonía de los procesos se mantiene vivo al organismo y en estado uniforme (MINAM, 2009).

2.4.13 ESPECTROFOTÓMETRO

Es un instrumento que tiene la capacidad de manejar un haz de Radiación Electromagnética (REM), comúnmente denominado luz, separándolo en facilitar la identificación, calificación y cuantificación de energía (Villamil, 2005).

2.4.14 EVAPOTRANSPIRACIÓN

Es la combinación de los fenómenos de evaporación desde la superficie del suelo y la transpiración de la vegetación. La dificultad de la medición en forma separada de ambos fenómenos obliga a introducir el concepto de evapotranspiración como pérdida conjunta de un sistema determinado (Medel, 2007).

2.4.15 FOTOSÍNTESIS

Es un proceso de anabolismo autótrofo, constituye no solo la forma de nutrición del reino vegetal sino por la base de la alimentación de todas las cadenas tróficas, Consta de dos fases: una luminosa y otra oscura. En ellas se produce la transformación no solo de materia inorgánica en orgánica, sino también de energía luminosa en energía química de enlace, para que se lleve a cabo el proceso se necesita energía solar, dióxido de carbono que ingresa por los estomas de las hojas, clorofila, agua y sales minerales que son absorbidas por las raíces (Ocampo, 2014).

2.3.16 FRAGMENTACION DE HÁBITAT

Es un proceso de cambios ambientales importante para la evolución y la biología de la conservación, definida como aquel proceso en el cual una gran expansión de hábitat es transformada en un número de parches más pequeños que se encuentran aislados entre sí por una matriz con propiedades diferentes a la del hábitat original (Wilcove, McLellan, & Dobson, 1986).

2.3.17 GASES DE EFECTO INVERNADERO

Se denominan gases de efecto invernadero (GEI) a los gases cuya presencia en la atmósfera contribuye al efecto invernadero. Los más importantes están presentes en la atmósfera de manera natural, Entre ellos tenemos: al vapor de agua (H₂O), al dióxido de carbono (CO₂), al metano (CH₄), a los óxidos de nitrógeno (NO_x), al ozono (O₃), y los clorofluorocarbonos (Del Águila, 2012).

2.3.18 GRAVEDAD ESPECÍFICA

Es una comparación de la densidad de una sustancia con la densidad del agua, es adimensional y numéricamente coincide con la densidad. (Tiphler, 2000).

2.3.19 INVENTARIO FORESTAL

Es un determinado procedimiento que se consiste en una tabulación confiable y satisfactoria de información de los árboles, relativa a una determinada área de bosque de acuerdo a un fin previsto (Del Águila, 2012).

2.3.20 PAGO POR SERVICIOS AMBIENTALES

Son una clase de instrumentos económicos diseñados para brindar incentivos a los usuarios del suelo, de manera que continúen ofreciendo un servicio ambiental (ecológico) que beneficia a la sociedad como un todo (CIFOR, 2011).

2.3.21 REFORESTACIÓN

Es un método activo que busca recuperar la cobertura de bosque en un sitio deforestado mediante la introducción de semillas o plántulas. (Bloommfield & Calle, 2013)

2.3.22 SERVICIO ECOSISTEMICO O AMBIENTAL

Son aquellos beneficios económicos, sociales y ambientales, directos e indirectos, que las personas obtienen del buen funcionamiento de los ecosistemas, tales como regulación hídrica en cuencas, el mantenimiento de la biodiversidad, el secuestro de carbono, y la belleza paisajística, la formación de suelos y la provisión de recursos genéticos, entre otros (República, 2014).

2.3.23 SECUESTRO DE CARBONO

Es un servicio ambiental basado en la capacidad de los árboles para absorber y almacenar el carbono atmosférico en forma de biomasa. Los niveles de absorción pueden ser mejorados con el manejo adecuado de los ecosistemas forestales, evitando su conversión en fuentes emisoras de gases de efecto invernadero (GEI). (Fundacion Azul Ambientalistas, 2015)

2.3.24 SISTEMA RADICULAR

Conjunto de raíces de una misma planta, según su origen y desarrollo se distinguen dos tipos de sistemas radiculares, los cuales están asociados a grupos diferentes de plantas. En las gimnospermas y dicotiledóneas la raíz primaria se produce por alargamiento y ramificación (Valla, 2007).

2.3.25 STOCK DE CARBONO

La cantidad de carbono contenida en una fuente, es decir, un embalse o un sistema que tiene la capacidad de acumular o liberar el carbono (Del Águila, 2012).

2.4 MARCO LEGAL

A NIVEL NACIONAL

- Ley N°28611 - Ley General del Ambiente, Publicado el 15 de Octubre del 2005.
- Decreto Supremo N°043-2006-AG – “Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre”. Publicada el 13 de Julio del 2006.
- Decreto Legislativo N°1013 – Ley de Creación, organización y Funciones del Ministerio del Ambiente. Publicado el 14 de mayo del 2008.
- Decreto Supremo N°012-2009 – Política Nacional del Ambiente. Publicado el 23 de mayo del 2009.
- Ley N°29763 – Ley Forestal y de Fauna Silvestre. Publicado el 22 de julio del 2011.
- Ley N°30215 – Ley de Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos (MRSE). Publicado el 29 de junio del 2014.
- Decreto Supremo N°018-2015-MINAGRI – “Aprueba el Reglamento para la Gestión Forestal”. Publicado el 30 de setiembre del 2015.

- Decreto Supremo N°009-2016-MINAM – “Aprueban reglamento de la Ley N°30215, Ley de Mecanismo de Retribución por Servicios Ecosistémicos. Publicado el 21 de julio del 2016.

A NIVEL REGIONAL

- Ordenanza Regional N° 028-2009-CR.REG.TACNA, la cual declara de interés y patrimonio regional las especies de flora en peligro de extinción en la región Tacna.
- Ordenanza Regional N°012-2011-CR/GOB.REG.TACNA. que crea el Sistema Regional de Áreas Naturales Protegidas de Tacna (SIRANNP).
- Ordenanza Regional N° 012-2011-CR/GOB.REG.TACNA, que identifica 8 Sitios Prioritarios de Conservación-SPC en la región Tacna. El cual uno de ellos es el Valle de Cinto.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio pertenece a una investigación de tipo descriptivo, ya que busca ampliar el conocimiento científico ya existente.

3.2 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Para el desarrollo de la investigación se utilizó el diseño correlacional y el diseño completamente al azar.

3.3 ÁMBITO Y TIEMPO DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1 Ámbito

Se ejecutó la investigación en siete sectores Machorrита, Barrial, Chirontita, Cinto, Matogroso, Gentilar y Caoña ubicados en el Valle de Cinto, Distrito de Locumba e Ilabaya.

3.3.2 Tiempo

El tiempo de la investigación en cuanto a las actividades de campo y laboratorio conciernen desde el mes de noviembre del año 2016 hasta el mes de enero del año 2017.

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

3.4.3 Población

La población para el presente proyecto de investigación está conformada por la distribución de la especie forestal *Haplorhus peruviana*, comprendida en un área de 8 517,2 ha en el Valle de Cinto.

3.4.4 Muestra

Para la cuantificación de población de la especie forestal *Haplorhus peruviana* se determinó el tamaño de la muestra mediante la ecuación estadística para proporciones poblacionales demostrándose con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{z^2(p \times q)}{e^2 + \frac{(z^2(p \times q))}{N}}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

z = Nivel de confianza al 95 %

p = Proporción de la población con la característica deseada

q = Proporción de la población sin la característica deseada

E = Nivel de error al 5 %

N = Tamaño de la población

3.5 DEFINICION OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

Tabla 1. Operacionalización de Variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	INDICADORES	METODOS
Biomasa Total de Haplorhus peruviana	Es el peso o volumen total de especies vegetales presente en un area o volumen dado este caso en la especie forestal Haplorhus peruviana	Volumen Comercial total m ³ /ha Gravedad especifica t/m ³	Método de Olazabal y Aguilar (determinacion por ecuacion alometrica) Norma Técnica Peruana 251.008 de Selección y colección de muestras (determinacion de propiedades fisicas de la madera)
Carbono Almacenado de Haplorhus peruviana	Es la capacidad de absorber y almacenar el carbono atmosferico en forma de biomasa.	Fracción de Carbono %C Biomasa Total t/ha	Método de Walkey-Black (determinacion espectofometrica) Metodo no destructivo indirecto-MINAM (Inventario forestal y analisis de laboratorio)

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

3.6 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1 Selección del área de estudio

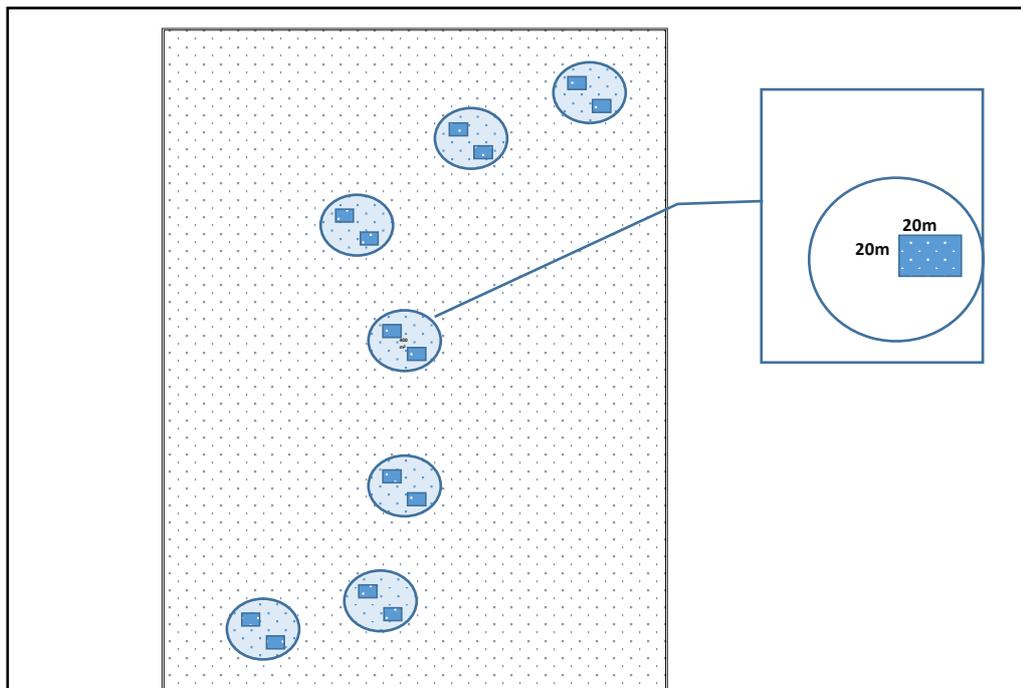
Se seleccionó como área de estudio al Valle de Cinto que se encuentra ubicado en el Distrito de Locumba y cierta parte en el Distrito de Ilabaya en la Provincia Jorge Basadre de la región Tacna por poseer especies forestales protegidas para su conservación. El Valle de Cinto es considerado un bosque relicto de carzo en la Zona Sur del País, Se observó una necesidad de realizar estudios de investigaciones en sus especies forestales.

3.6.2 Descripción del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado en el Valle de Cinto, quebrada del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna. Este valle es casi paralelo al de Locumba, comprende una extensión de 8 517,2 ha. El Valle de Cinto se encuentra en la zona de vida del desierto desecado - Templado cálido, con una temperatura máxima de 26,7°C, una temperatura mínima de 12,2°C y una temperatura media de 19,2°C. Las precipitaciones pluviales son escasas con periodos de total ausencia de lluvias, radiación solar muy alta entre 7 a 8 horas. Presenta suelo arcilloso, limoso y con grava, Se observa un ecosistema en transición, con mayoría de especie forestal *Haplorhus peruviana* con un promedio de 26,43 cm de DAP y con una altura promedio de 5,03 m.

3.6.3 Tamaño de muestra

Para el estudio de la especie forestal en el Valle de cinto, se registraron 57 árboles de carzo para medir los datos dasométricos cada especie forestal fue elegida en un perímetro de 20 x 20 m, distribuidas en siete sectores del Valle de Cinto. Para luego extraer un total de 14 muestras entre ramas y fuste correspondiente a dos árboles por sector, las cuales sirvieron para realizar las pruebas de gravedad específica y fracción de carbono.



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Figura 12. Esquema de Tamaño de Muestra

El mapa de Unidades de Muestreo en el Valle de Cinto se puede visualizar en el Anexo N° 13

3.6.4 Delimitación de los sectores de estudio

La delimitación de los sectores Machorrita, Barrial, Chirontita, Cinto, Matogroso, Gentilar y Caoña, se realizó inicialmente en un área total de 8.517 m², Posteriormente se dividió en siete sectores 400 m² (20m x 20m) cada uno,

3.7 TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

El procesamiento de datos, a partir de las mediciones hechas en campo y laboratorio se realizaron en una hoja de cálculo Excel y utilizando el software STARGRAFICS, se sometió a un análisis de varianza ANOVA (con un nivel de significancia de $P \leq 0.05$) completamente aleatorio para determinar si existen efectos significativos en los datos dasométricos en cada sector del Valle de Cinto y en el contenido de carbono determinado en el fuste y ramas de la especie forestal. Asimismo los resultados se presentarán en tablas y figuras mediante la herramienta del Excel y la herramienta SIG (ArcView GIS versión

3.1) para la visualización de mapas que están diseñados para mejorar el análisis y despliegue de cualquier información referenciada geográficamente.

3.7.1 Métodos

Se utilizó la metodología no destructiva indirecta para la determinación de la biomasa de ecosistemas peruanos forestales de bosques relictos del Ministerio del Ambiente. La cual se consta de 03 fases: 1) Inventario Forestal: Para la determinación del volumen se utilizó la metodología aplicada por Olazábal (1997) y Aguilar (1998), 2) Trabajo de Laboratorio: Para la determinación de la gravedad específica se empleó la Norma Técnica Peruana 251.008:1980 de Selección y colección de muestras y Para la obtención de la fracción de carbono se utilizó el método Walkey-Black modificado para determinación espectrofotométrica. 3) Cálculos realizados para determinar la biomasa y el carbono. (MINAM a. , 2009).

3.7.1.1 Procedimiento del Inventario Forestal

El volumen se determinó para cada uno de los árboles que tenían mayor o igual a 5 cm. de DAP en pie; y de las ramas que tenían una circunferencia mayor o igual a 4 cm de los árboles evaluados. Para lo que se identificaron al azar áreas de 20m x 20m dentro de 7 los sectores

Se procedió a medir árboles en cada parcela que tenían DAP mayores o iguales a 5cm.Los datos tomados fueron: DAP, altura total, altura comercial, diámetro inferior y superior del fuste, también se midieron para las ramas el diámetro inferior y superior, distancia entre estos dos extremos de aquellos que tenían más de 4cm de circunferencia de los árboles evaluados.

En base a los datos anteriores se determinó el volumen comercial y volumen de las ramas de cada uno de los árboles evaluados, mediante la siguiente relación matemática:

$$V = BFH$$

Donde:

V = Volumen

B = Área basal

H = Altura comercial

F = Factor de forma del árbol

El área basal se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$B = \frac{\pi D^2}{4}$$

Donde:

B = Área basal

$\pi = 3.1416$

D = Diámetro a la altura del pecho.

El factor de forma (coeficiente mórfico) del árbol se calculó mediante la siguiente relación:

$$F = \frac{Va}{Vc}$$

En donde:

Va = Volumen del árbol, el cual se halla por la siguiente fórmula de un cono:

$$Va = \frac{1}{2} \pi H (R^2 + r^2 + Rr)$$

Donde:

H = Altura

R = Radio mayor

r = Radio menor

Y en cuanto a:

Vc = Volumen del árbol, el cual se halla por la siguiente fórmula de un cilindro:

$$Vc = \pi r^2 H$$

Donde:

r = Radio del diámetro a la altura del pecho

3.7.1.2 Procedimiento de Trabajo de laboratorio

Se seleccionaron 2 árboles por sector y luego se procedió a obtener trozas de fuste y ramas; posteriormente fueron transportadas en bolsas de polietileno para evitar pérdida de humedad. Con una sierra de cadena se aserraron las trozas, para obtener muestras de 5 x 5 x 15 cm para el fuste y de 3 x 3 x 15 cm para las ramas aproximadamente, luego se trasladaron las muestras al laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada

de Tacna con la supervisión del encargado del laboratorio (Ing. Pablo Aya Arapa) y así proceder con los análisis correspondientes.

a) Gravedad específica

1. Se mantuvieron las muestras durante 12 horas en una estufa a 110°C para obtener el peso seco al horno (g).
2. Luego se sellaron las muestras con una película de poliestireno (polímero) de peso aproximadamente de 0.0001gr; para el análisis se despreció este peso por no alterar significativamente el peso de la muestra.
3. Se obtuvo el peso del sistema sin muestra, el cual estaba compuesto por una balanza analítica (0.0001).
4. Se colocó la muestra en el sistema y se sumergió en agua destilada (ésta no debe tocar las paredes del recipiente), luego se obtuvo el peso del sistema con muestra (g).
5. Con la diferencia de los pesos anteriores se calculó el peso del agua destilada desplazado (g).
6. Por último se calculó la gravedad específica (g/cm³) con la siguiente fórmula:

$$GE = \frac{PSH}{VM}$$

Donde:

GE = Gravedad específica (g/cm³)

PSH = Peso seco al horno (g)

VM = Volumen de la muestra (cm³)

b) Fracción de carbono

El carbono orgánico de la muestra se oxida con dicromato de potasio en medio de ácido sulfúrico concentrado y en caliente. La reacción fundamental es:



El Cr (VII) del dicromato de potasio (Amarillo naranja) es reducido a Cr (III) (Amarillo-verdoso a verde) cuantitativamente por efecto de la oxidación del carbono. El cambio de color es directamente proporcional al contenido de carbono se describe el procedimiento en dos fases:

FASE 1: Porcentaje de materia seca

1. Las muestras (aserrín) se obtuvieron con un taladro de mesa agujereando 15 puntos con una profundidad aproximada de 3 cm y un diámetro de 3 mm, debidamente codificadas se colocaron en bolsas herméticas y luego se colocaron a la estufa a 110°C por 12 minutos.
2. Luego se pulverizaron en un mortero y se tamizaron en una malla 100.
3. Se pesaron las sustancias (recipiente) sin muestra y luego con muestra en una balanza analítica (g). Y se colocan en un Desecador.
4. Se calculó el porcentaje de materia seca con la siguiente fórmula:

$$\%MS = \frac{PSH}{PS} \times 100$$

Donde:

%MS = Porcentaje de materia seca

PSH = Peso seco al horno (g)

PS = Peso seco (g)

FASE 2: Determinación de fracción de carbono

1. Las muestras pulverizadas pesaron aproximadamente en 0.05 gr en la balanza analítica, luego se colocaron en tubos de ensayo tanto del fuste (14) como de las ramas (14).
2. A cada tubo de ensayo se agregó 1.5 ml de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) y ácido sulfúrico (H_2SO_4) 0.9 ml.
3. Se colocaron los tubos a baño María a 90°C por media hora, sacudiéndolos a diferentes intervalos para ayudar a disolver completamente la muestra.
4. Luego se agregó a cada tubo agua destilada a volumen de 5.0 ml a todos los tubos para diluir.
5. Cada tubo se colocó en el espectrofotómetro para realizar la lectura de Trasmítanza (T%).
6. La cantidad de carbono se calculó mediante la proyección del valor T (%) de la muestra.
7. Finalmente la fracción de carbono se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$C(\%) = \frac{\text{Gramos de C}}{\text{Masa. anh}} \times 100$$

3.7.1.3 Cálculos realizados

Para determinar la biomasa comercial se estimó en base a la información de volumen comercial y la gravedad específica obtenida para el fuste. La ecuación es la siguiente:

$$B_c = V_c \times GE_c$$

Donde:

B_c = Biomasa comercial

V_c = Volumen comercial

GE_c = Gravedad específica del fuste

Se calculó la biomasa a partir del volumen de ramas, por la gravedad específica:

$$B_r = V_r \times GE_r$$

Donde:

B_r = Biomasa de ramas mayores o iguales a 4cm de circunferencia

V_r = Volumen de ramas mayores o iguales a 4cm de circunferencia

GE_r = Gravedad específica de las ramas. (t/m³)

Biomasa Total

Se determinó la biomasa total y por hectárea, utilizando la información de gravedad específica promedio para la especie estudiada y los volúmenes totales estimados anteriormente.

$$BT = VT \times GE$$

Donde:

BT = Biomasa total (t/ha)

VT = Volumen total (m³/ha)

GE = Gravedad específica promedio (t/m³)

Posteriormente, se calculó el carbono almacenado total y por hectárea, utilizando la fracción de carbono promedio de las especies muestreadas:

$$CA = BT \times FC$$

Donde:

CA = Carbono almacenado total (t) o por hectárea (tC/ha)

BT = Biomasa total o por hectárea (t/ha)

FC = Fracción de carbono promedio

3.7.2 Materiales y Equipos

3.7.2.1 Materiales de campo y gabinete:

Libreta y fichas de campo, Bolsas Herméticas, Papel Craft, Lapiceros, Papel Bond y Mapa base.

3.7.2.2 Instrumentos de campo:

Taladro Marca BOSH Modelo PSB 500; GPS Modelo GARMIN 72 H Memoria Interna de 4Gb; Clinómetro Marca SUUNTO Material de lente Acrílico; Cinta Diámetrica Marca LUFKIN Longitud 30 m. y Cámara Fotográfica digital Marca LUMIX Modelo DMC-FH27.

3.7.2.3 Instrumentos de Gabinete:

Laptop Marca TOSHIBA SATELLITE Procesador Intel Core i5; Impresora Marca HP Laser Jet Professional Modelo P1102 w; Calculadora Marca S.U.P.E.R. Modelo: fx-350MS-Cs; Data Backup CD y memoria USB.

3.7.2.4 Materiales de Laboratorio:

Morteros, Tubos de ensayo, Malla 100, Agua destilada, Pipeta, Bombilla, Pinzas, Probetas, Gradilla, Poliestireno y cápsulas.

3.7.2.5 Reactivos:

Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) Marca FERMONT Presentación: 29843 - 2.5 kg Especificaciones de la A.C.S. CAS: 7778-50-9 UN: 3086 NFPA: 3-1-1-OX DOT: Toxico Color de Almacenaje Amarillo y Ácido sulfúrico (H_2SO_4) Marca FERMONT Presentación: 01615 - 2.5 L Especificaciones de la A.C.S. CAS: 7664-93-9 UN: 1830 NFPA: 3-0-2-W DOT Corrosivo Color de Almacenaje Blanco.

3.7.2.6 Instrumentos de Laboratorio:

Estufa Marca MEMMERT Modelo 40050-IP GERMANY,
Espectrofotómetro Marca UNICO SPECTROPHOMETER Modelo S-
2150UVE, Balanza Analítica Marca SARTORIUS BASIC Modelo
BA110S, Baño María Marca MEMMERT Modelo W270, Desecador
Marca CSN SIMAX.

3.7.2.7 Vestimenta de Campo y Laboratorio: Calzado, sombrero, vestimenta y elementos de seguridad adecuados para actividades en terreno y Mandil blanco, guantes, lentes de seguridad y mascarillas descartables para actividades en laboratorio.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 RESULTADOS

4.1.1 Resultados de Inventario Dasometrico

En la evaluación para el inventario dasometrico de la especie *Haplorhus peruviana* “carzo” en los siete sectores Machorrита, Barrial, Chirontita, Cinto, Matogroso, Gentilar y Caoña, utilizando datos de campo, se encontraron las mediciones máximas, mínimas y promedios de los datos dasometricos que se muestran en la siguiente tabla

Tabla 2. Promedio de los datos dasometricos de la especie *Haplorhus peruviana* “carzo” por cada sector

SECTOR	N° ARBOLES MEDIDOS		DAP (cm)	ALTURA TOTAL (cm)	ALTURA COMERCIAL (cm)	DIAMETRO INFERIOR DE FUSTE (cm)	DIAMETRO SUPERIOR DE FUSTE (cm)	DIAMETRO INFERIOR DE RAMAS (cm)	DIAMETRO SUPERIOR DE RAMAS (cm)
Machorrита	20	Max.	100.00	720.00	155.00	268.00	56.00	24.50	18.00
		Min.	11.70	250.00	70.00	16.30	10.50	6.90	4.70
		Promedio	39.17	507.87	121.50	71.90	26.82	12.50	9.40
Barrial	9	Max.	24.80	780.00	180.00	34.40	22.60	12.50	10.80
		Min.	13.80	490.00	100.00	17.20	11.20	5.60	4.00
		Promedio	18.42	626.67	142.22	22.49	15.90	9.42	6.82
Chirontita	3	Max.	38.30	750.00	100.00	43.70	28.70	14.40	12.80
		Min.	12.80	410.00	50.00	15.40	9.80	5.80	3.40
		Promedio	25.30	593.33	76.67	29.80	19.33	9.67	7.20
Cinto	3	Max.	36.80	1000.60	120.00	82.30	29.20	9.50	6.00
		Min.	27.50	252.60	110.00	20.10	15.50	6.60	4.90
		Promedio	33.33	540.79	116.67	57.40	23.57	7.70	5.63
Matogroso	8	Max.	37.30	600.00	150.00	50.00	30.80	6.40	5.00
		Min.	12.80	142.43	100.00	15.50	7.70	3.40	2.10
		Promedio	22.40	261.86	115.00	30.53	17.69	4.76	3.38
Gentilar	8	Max.	28.40	760.00	150.00	32.80	19.30	13.00	7.20
		Min.	7.90	290.00	70.00	9.70	6.10	3.20	2.60
		Promedio	16.86	522.50	107.50	19.15	13.23	7.63	5.04
Caoña	6	Max.	16.30	670.00	160.00	18.90	14.90	6.40	5.30
		Min.	6.40	310.00	80.00	9.70	5.90	3.00	2.80
		Promedio	11.23	533.33	130.00	13.27	9.45	4.40	3.58

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

INTERPRETACIÓN:

Para este estudio en la localidad del Valle de Cinto se tomó datos de los árboles dentro de catorce parcelas, dos por cada sector. Cabe resaltar que cada dato dasométrico ha sido útil para hallar el volumen comercial de ramas y fuste con el propósito de obtener el volumen total de los árboles evaluados.

Los datos dasométricos de todos los árboles muestreados por cada sector obtenidos en campo, se muestran en las tablas 9 y 10 ubicadas en el anexo 2.

4.1.2 Resultados de la Gravedad Específica

Los análisis de laboratorio de gravedad específica han sido necesarios para hallar la biomasa total de la especie forestal *Haplorhus peruviana* mediante cálculos matemáticos, específicamente se empleó la información de la gravedad específica promedio y los volúmenes totales estimados en el inventario forestal anterior para determinar la biomasa total.

Tabla 3. Resultados sobre la gravedad específica

SECTORES	GRAVEDAD ESPECIFICA (t/m ³)	
	FUSTE	RAMAS
Machorrита	0.7251	0.6834
Barrial	0.7582	0.7888
Chirontita	0.7629	0.7163
Cinto	0.5234	0.6171
Matogroso	0.6456	0.6496
Gentilar	0.5376	0.5581
Caoña	0.6542	0.6052
PROMEDIO	0.6581	0.6598

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

INTERPRETACION:

Para determinar la gravedad específica se midieron 14 trozos de 5 x 5 x 15 cm de fuste y 14 trozos de 3 x 3 x 15 cm de ramas. En la presente tabla se puede observar que los resultados están dados por cada sector, resaltando el promedio de todas las mediciones 0.6581 t/m³ para el fuste y para las ramas 0.6598 t/m³.

4.1.3 Resultados de la Fracción de Carbono

Los análisis de laboratorio de fracción de carbono han sido necesarios para hallar carbono almacenado total de la especie forestal *Haplorhus peruviana* mediante cálculos matemáticos. Así mismo se utilizó los datos de biomasa total y la fracción carbono promedio para calcular el carbono almacenado total.

Tabla 4. Resultados sobre la fracción de carbono

SECTORES	FRACCION DE CARBONO	
	%	
	FUSTE	RAMAS
Machorrита	55	2
Barrial	19	4
Chirontita	30	23
Cinto	25	34
Matogroso	63	61
Gentilar	50	36
Caoña	79	29
PROMEDIO	45.9	27

Fuente: Elaboración Propia, 2017.

INTERPRETACION:

Se evaluaron 14 muestras de fuste y 14 muestras de ramas, dando como resultado promedio para el fuste 45.9% de fracción de carbono y para las ramas 27% de fracción de carbono. Asimismo, se puede apreciar la información de fracción de carbono por cada sector.

Tabla 5. Resultados finales de Biomasa total y Carbono almacenado

ESPECIE	LOCALIDAD	BIOMASA TOTAL (t/ha)	CARBONO ALMACENADO (tC/ha)
<i>Haplorhus peruviana</i>	Valle de Cinto	12.4188	4.5240

Fuente: Elaboración Propia, 2017

INTERPRETACION:

Como resultados finales de biomasa total por hectárea de la especie forestal *Haplorhus peruviana* en el Valle de Cinto se obtuvo 12.4188 t/ha y de carbono almacenado total se cuantificó 4.5240 tC/ha.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó en Análisis de Varianza de regresión simple en las variables de estudio con el propósito de observar que correlación existía entre el Carbono almacenado y la Biomasa total, con los resultados de la especie forestal *Haplorhus peruviana* del Valle de Cinto y la *Queuña Qocha* del Valle de Ollantaytambo.

Regresión Simple - Carbono almacenado vs. Biomasa total

Variable dependiente: Carbono almacenado

Variable independiente: Biomasa total

Lineal: $Y = a + b \cdot X$

Tabla 6. Análisis de Varianza de Regresión Simple

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	0.474338	1	0.474338		
Residuo	0	0	0		
Total					
(Corr.)	0.474338	1			

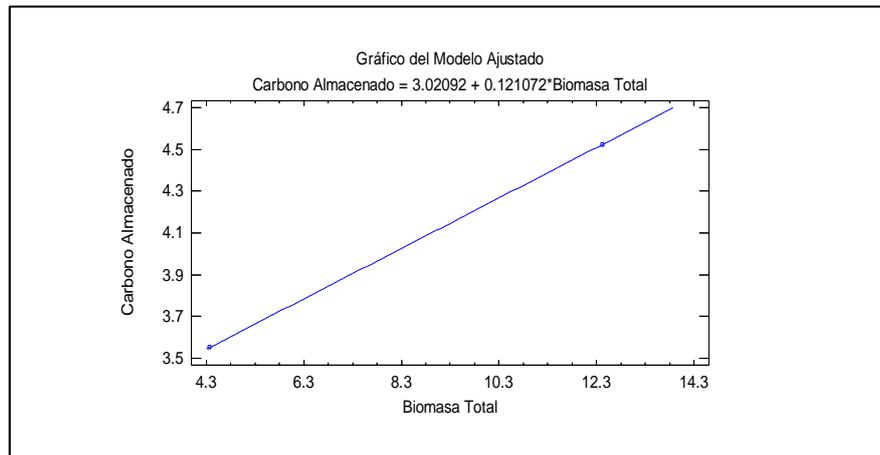
Fuente: Elaboración Propia, 2017

R-cuadrada = 100.0 porciento

La ecuación del modelo ajustado es

Carbono Almacenado = $3.02092 + 0.121072 \cdot \text{Biomasa Total}$

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo ajustado explica 100.0% de la variabilidad en Carbono Almacenado. El coeficiente de correlación es igual a 1.0, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables. El coeficiente de correlación es igual a 1.0, indicando una relación relativamente fuerte entre las variables.



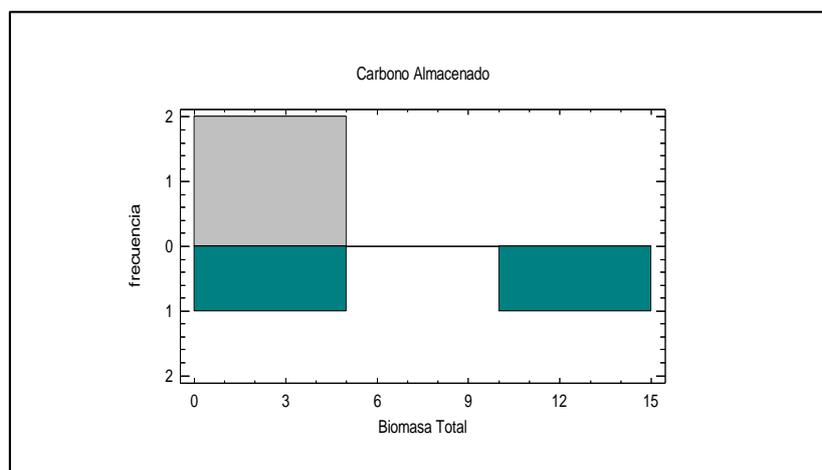
Fuente: Elaboración Propia, 2017

Figura 13. Gráfico de Modelo Ajustado.

Tabla 7. Resumen Estadístico

	Carbono Almacenado	Biomasa Total
Recuento	2	2
Promedio	4.037	8.3924
Desviación Estándar	0.688722	5.68853
Coefficiente de Variación	17.06%	67.78%
Mínimo	3.55	4.37
Máximo	4.524	12.4148
Rango	0.974	8.0448

Fuente: Elaboración Propia, 2017



Fuente: Elaboración Propia, 2017

Figura 14. Gráfico de Comparación de dos muestras.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 DISCUSION

5.1.1 Datos dasometricos de la especie *Haplorhus peruviana* “carzo” por sectores

En la obtención del inventario forestal de la especie *Haplorhus peruviana*, se utilizó los datos del último censo forestal realizado el Gobierno Regional de Tacna, mediante la Gerencia de Recursos Naturales y Gestión del Medio ambiente (Tárraga & Flores, 2008) para la obtención de las muestras. se encontró que en los siete sectores de estudio Machorrita, Barrial, Chirontita, Cinto, Matogroso, Gentilar y Caoña se registraron datos versátiles; por tanto estas diferencias resultan significativas para cada parámetro y estarían determinadas por las propiedades físico-químicas del suelo, clima, estado de conservación, edad de la especie forestal estudiada, si bien es cierto según (Tárraga & Flores, 2008) en la Evaluación poblacional del carzo se diagnosticó que existen árboles adultos y juveniles los cuales surgen por reposición natural en contraparte se puede acotar que en los primeros sectores desde Machorrita hasta el Cinto se observa población juvenil debido al proceso de sensibilización realizado por la ONG ICOMADAS (Instituto de Conservación del Medio Ambiente y Desarrollo Agrícola Sostenido) la cual tuvo como propósito la reforestación del carzo considerando sus importantes características de resistencia a las altas temperaturas y prolongadas sequías.

5.1.2 Gravedad Específica de la especie forestal *Haplorhus peruviana* “carzo”

En la ejecución del análisis físico de las muestras de la especie forestal se determinó la gravedad específica de la *Haplorhus peruviana*, por tanto los datos demuestran la diferencia de resultados en cuanto a fuste y ramas; así también en cuanto a los distintos sectores. Cabe resaltar que la elección de las muestras fue completamente al azar y que las muestras presentaban distintos pesos diferenciados.

5.1.3 Fracción de Carbono de la especie forestal *Haplorhus Peruviana* “carzo”

En la realización del análisis químico mediante el uso de reactivos que oxidan el carbono de las muestras de la especie forestal se determinó la fracción de carbono de la *Haplorhus peruviana*. Cabe resaltar que se elaboró dos procedimientos con el propósito de conseguir al final coloraciones diversas las cuales indicaban la proporción del contenido de carbono. En cuanto a los resultados es claro que el porcentaje de carbono en el fuste es mayor por el tiempo de crecimiento y desarrollo.

5.1.4 Proyección de carbono almacenado en las plantaciones de “carzo”

Adicionalmente, se realizó una proyección del carbono almacenado en las plantaciones de carzo tomando en cuenta los resultados estimados en el presente estudio de 4.5240 tC/ha en 57 árboles en el Valle de Cinto y el último censo realizado en el año 2008, registrándose 1638 especies forestales de *Haplorhus peruviana*. Obteniéndose una proyección de 130 tC/ha almacenado en los individuos de esta especie distribuidos en el Valle de Cinto.

5.1.5 Análisis comparativo de los resultados obtenidos a nivel Internacional

Con los resultados obtenidos de carbono almacenado en el estudio del carzo se han contrarrestado con otros resultados pertenecientes a la investigación de secuestro de carbono en plantaciones de Eucalipto en Cantón – Pichincha, Ecuador, Según Ramírez (2012) las plantaciones de 8 años de edad tuvieron un total de 226,872 tC/ha, por tanto se puede decir que en este caso el factor edad, conservación y cantidad de las plantaciones fueron significativos para el secuestro de carbono, En cuanto a la *Haplorhus peruviana* no se obtuvieron esas grandes cantidades debido a las diferencias de edad y cantidad, pero lo mas resaltante es que, depende de la poblacion para que conserven la especie durante ese período de tiempo.

5.1.6 Análisis comparativo de los resultados obtenidos a nivel Nacional

Los datos obtenidos han contrarrestado con los resultados de la investigación referente al carbono almacenado del Bosque relicto de queñuas en el Valle de Ollantaytambo, Cusco, Según Mansilla (2008) teniendo un total de 3.55 tC/ha en el año 2008 y anteriormente en otro estudio resulto 9.86 tC/ha. Dando a conocer sus variaciones de captura de carbono, se puede decir que depende de la cantidad de árboles que existían años atrás, cabe resaltar que este Valle sufrió deforestación entre otros cambios climatológicos. Entonces se puede decir que la *Haplorhus peruviana* podría captar significativamente mayor cantidad de carbono que la *Polylepis* o queñua, pero esto dependerá de las condiciones climáticas, conservación y condiciones del suelo.

5.1.7 Análisis comparativo de los resultados obtenidos a nivel Local

Con los mismos datos obtenidos se han contrarrestado con los resultados de la investigación referente al estudio del estado actual de *Polylepis* y su eficiencia en la Captura de en la Provincia de Tarata, Región Tacna, Según Morales (2014), se obtuvo una capacidad de captación de 31, 387 tC/ha/año. Dando a conocer sus variaciones de captura de carbono, se puede decir que en la relación con el estudio de la especie forestal *Haplorhus peruviana* carzo también existe variación poblacional en diversas zonas dentro de Tarata, pero otra variable es el estado conservación la cual resulto intacta con un valor de 93.3%. Por tanto se puede decir que el factor conservación en el bosque de queñoales es muy importante para obtener datos significativos de captura de CO₂.

CONCLUSIONES

1. La estimación total promedio de la cantidad de carbono almacenado por la especie forestal de *Haplorhus peruviana* fue de 4.5240 tC/ha. Haciendo una proyección de 1638 árboles, podemos obtener un resultado de 130 tC/ha, lo cual nos indica que el Valle de Cinto es un lugar apto para generar un servicio ambiental por tanto es necesario implementar proyectos, programas y políticas de conservación y gestión sostenible.
2. La información obtenida por el inventario dasométrico ha sido necesaria para hallar el volumen comercial de la especie forestal de *Haplorhus peruviana* mediante cálculos matemáticos. Por tanto se puede decir que los datos son variables según las zonas de ubicación de los sectores y los factores que caracterizan al Valle de Cinto como el clima seco y las propiedades del suelo.
3. Los datos obtenidos mediante los análisis físicos han sido necesarios para determinar la gravedad específica en la especie *Haplorhus peruviana*, Asimismo estos mismos resultados de gravedad específica con el volumen comercial total de las muestras establecen el valor de la biomasa total.
4. Los datos emanados mediante análisis químicos han sido necesarios para determinar la fracción de carbono en la especie *Haplorhus peruviana*, Del mismo modo estos resultados de fracción de carbono con los resultados de biomasa total establecen el valor de la cantidad de carbono almacenado.

RECOMENDACIONES

1. Continuar con las investigaciones de esta especie forestal ya que se debería dar mayor importancia a las especies forestales de nuestra región que están en peligro de extinción.
2. Se recomienda realizar censos de la especie forestal *Haplorhus peruviana* cada 2 años a fin de actualizar información referente al número de sus especies, ya el último censo se realizó el año 2008. Además, de la renovación de las placas de registro de cada individuo, por falta de legibilidad.
3. La Cuantificación de Carbono del carzo significativa es el resultado de un estudio científico el cual deberá ser utilizado por el SERFOR para la planificación y diseño de políticas a nivel local que impulsen la conservación y la gestión sostenible de la especie forestal *Haplorhus peruviana* como servicio ecosistémico ubicada en el Valle de Cinto.
4. Asimismo, la información puede ser utilizada como referencia de estudios de valoración económica orientada a los mecanismos de retribución por servicios ecosistémicos (MRSE).
5. Con respecto a las plantaciones se recomienda también evaluar las diversas edades vegetativas, condiciones edáficas y climáticas con el propósito de determinar el comportamiento de la captura de carbono en la *Haplorhus peruviana*.
6. Mediante la educación ambiental, promover la reforestación de la especie forestal *Haplorhus peruviana* a los pobladores de la zona del Valle de Cinto con el apoyo de las entidades correspondientes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar. (1998). *Evaluación forestal del bosque de Polylepis spp; Mantamay-Yanahuara, Urubamba*. Cusco: UNSAAC, Facultad de Ciencias Biológicas.
- Alva Calderón, R. (2001). *Biología parte IV*. Trujillo: Nueva Edición.
- Basurto Sotelo, M., Nuñez Barrios, A., Perez Leal, R., & Hernandez Rodriguez, O. (2008). Fisiología del estrés ambiental en Plantas. *Synthesis*, 5.
- Bermejo Gómez, R. (2014). Análisis del concepto de desarrollo sostenible según Brundtland. En *Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis* (págs. 15-16). España: Hegoa-Universidad del País Vasco.
- Bloommfield, G., & Calle, A. (2013). *Principios para la restauracion de bosques tropicales: LA REFORESTACION*. Panamá: ELTI Environmental Leadership & Training Initiative.
- Caballero, M., Lozano, S., & Ortega, B. (2007). Efecto Invernadero, Calentamiento Global y Cambio Climático: una perspectiva desde las ciencias de la tierra. *Revista Digital Universitaria*, VIII(10), 1-12.
- Chave, J. (2005). *Medición de la altura del arbol, para arboles tropicales. Manual de Campo*. Toulouse, Francia: PAN-AMAZONIA, Proyecto de avance de las redes científicas en el Amazonas.
- Chipana, G., & Lleellish, M. (2007). Diagnóstico Poblacional del Carzo Haplorhus Peruviana en el Valle de Cinto, Tacna. *Ministerio de Agricultura-INRENA*, 09.
- CIFOR, C. p. (05 de Agosto de 2011). *Copyright © CIFOR 2006*. Obtenido de webmaster-cifor@cgiar.org: http://www.cifor.org/pes/_ref/sp/sobre
- CMNUCC. (2001). *Primera Comunicación Nacional ante la Convencion Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climatico*. Colombia: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM, Trade Link Ltda.
- Cubas Angulo, E. C. (2016). *Captura de carbono de especies arbóreas en sistemas multiestrato en el fundo UNAP, Zungarococha, San Juan Bautista*. Loreto-Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Cuñachi Encinas, G. (2014). *Manual Práctico de Inventarios Forestales*. Ucayali-Atalaya: Coordinadora Regional de los Pueblos Indígenas de Atalaya-CORPIAA.
- Dauber, E., Teran, J., & Guzmán, R. (2009). Estimaciones de biomasa y carbono en bosques naturales de Bolivia. *Revista Forestal Iberoamericana Vol. 1 N° 1*, 10.
- de Miguel, S., Michel, J., & Hergoualc, K. (2004). Cuantificación del carbono almacenado en la biomasa aérea y el mantillo en sistemas agroforestales de cafe en el Suroeste de Costa Rica. *Agroforestería en las Americas N° 41 - 42*, 7.

- DeBariloche. (23 de Junio de 2017). *RIO NEGRO*. Obtenido de <https://www.rionegro.com.ar/bariloche/por-que-un-estudio-de-gases-de-efecto-invernadero-NC3037438>
- Del Águila, A. (2012). Cuantificación de la captura de carbono en las especies forestales y su contribución al ambiente en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu. San Martín, Peru: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO.
- Euguren, L. (Abril de 23 de 2004). *El Mercado de Carbono en América Latina y el Balance y perspectivas*. CEPAL, Santiago de Chile. Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/docrep/nonfao/lead/x6367s/x6367s00.pdf>
- Figueroa, C., Etchevers, J., Velásquez, A., & Acosta, M. (2005). Concentración de carbono en diferentes tipos de vegetación de la Sierra Norte de Oaxaca. (Redalyc, Ed.) *Terra Latinoamericana*, 23(1), 57 - 64.
- Franco Leon, P. J. (2004). *Los bosques de Queñoales y su importancia en el Desarrollo Sostenible de las comunidades de la Provincia de Candarave*. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Escuela de Posgrado.
- Fuente Cubas, S., & García Castro, F. (2012). *Evaluación de la captura de carbono en las especies forestales Manilkara sp. "Quinilla" y Myrcia sp. "Rupiña", en el centro de Producción e Investigación Pabloyacu*. Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín-Tambopata.
- Fundacion Azul Ambientalistas. (2015). Obtenido de Glosario de términos para la conferencia sobre el clima: <http://azulambientalistas.org/cop21.html>
- García, N. (2011). *Ajuste de Modelos de Captura de carbono para el tipo forestal Roble Raulli-Coigue y su análisis Bioeconomico en la Reserva Nacional Mallenco-Chile*. Cordova-España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes.
- García, N., & Ormazábal, C. (2008). Árboles Nativos de Chile. *ENERSIS S.A.*, 196.
- Gayoso, J. (2012). Medición de la Capacidad de Captura de Carbono en Bosques Nativos y plantaciones de Chile. *Revista Forestal Iberoamericana*, 1(1), 13.
- Gómez Cornejo, R. (13 de Enero de 2017). *Municipalidad Provincial Jorge Basadre*. Obtenido de Portal Web Municipalidad Provincial Jorge Basadre: <http://www.munijorgebasadre.gob.pe>
- Gómez, E. (2010). *MINAM- Portal del Cambio Climatico*. Obtenido de MINAM- Portal del Cambio Climatico- REDD+: <http://cambioclimatico.minam.gob.pe/mitigacion-del-cc/avances-en-la-mitigacion/a-nivel-de-mecanismos-de-mitigacion/redd/que-es-redd/>
- ICRAF. (2009). *Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales*. Lima-Peru: Manual Técnico.
- IPCC.a. (2007). *Cambioclimático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II Y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra, Suiza: Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de publicación). Recuperado el 2017 de abril de 23, de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_sp.pdf

- IPCC.b. (2014). *Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I,II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Ginebra, Suiza: Equipo principal de redacción , R.K. Pachauri y L.A. Meyer. Recuperado el 2017 de abril de 23, de https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf
- Landell-Mills, N., & Porras, I. (2002). *¿Bala de plata u oro de tontos? Revisión global de servicios ambientales del bosque y su impacto sobre los pobres*. Londres: IEED.
- Lazo Ramos, R. (2010). Valoración Biológica, Física y Geográfica de la hierba "Siempre viva" *Tillandsia werdermannii* para su Conservación en la Región Tacna. Tacna: Escuela de Postgrado UNJBG.
- Llerena Pinto, C., & Yalle Paredes, S. (2014). Los servicios ecosistémicos en el Perú. *Xilema Vol. 27*, 63-75.
- López, C. (2008). *Dasometría: Parametros relacionados con la forma del tronco del árbol y su ubicación*. España: Universidad Politécnica.
- Magaña, R. (2004). El cambio climático global: Comprender el problema. *Redalyc*, 17 - 27.
- Manrique Ugarte, M. (13 de Julio de 2006). Normas Legales. *Aprueban Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre-Decreto Supremo N°043-2006-AG*. Lima, Lima, Peru: Diario El Peruano.
- Mansilla Astete, H. (2008). Valoración económica de la captura de CO₂ en especies nativas: Caso bosque de Queuña Qocha en el Valle de Ollantaytambo. *BIOFOR*, 407- 437.
- Martel, C., & Cariampoma, L. (15 de Noviembre de 2012). Cuantificación del carbono almacenado en formaciones vegetales amazónicas en "CICRA", Madre de Dios (PERÚ). *Ecología Aplicada*, 59 - 65(2), 7.
- Martínez, G. (2014). *Desarrollo Sostenible y Recursos Naturales*. Piura: VIII Curso Nacional de Ordenamiento Territorial.Territorios sostenibles y gestión del riesgo frente al Cambio Climático. (Observatorio Andino del Paisaje).
- Martinez, J., & Fernandez, A. (2004). Cambio Climático: Un vision desde Mexico. *Redalyc*, 521 .
- Medel Cámara, B. (2007). La evapotranspiración: Concepto y metodos para su determinación. En *Mejora de la gestión de los recursos hídricos por medio de la integración de técnicas de teledetección y modelos de simulación* (pág. 08). Málaga: Analistas Económicos de Andalucía.
- Medina, C., Calero, C., Hurtado, H., & Vivas, E. (2010). *Cuantificación de Carbono en la biomasa aérea de café (Coffea arabica L.) con sombra, en la Comarca Palo de Sombrero, Jinotega, Nicaragua*. Jinotega: Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, FARENA.UNA.
- MINAM, a. (2009). *Identificación de Metodologías existentes para determinar stock de carbono en ecosistemas forestales*. Lima-Peru: Documento Institucional.

- MINAM, b. (29 de Junio de 2014). *Portal MINAM*. Obtenido de Portal MINAM-Servicios Ecosistemicos- Servicio Carbono Forestal:
<http://serviciosecosistemicos.minam.gob.pe/iniciativacarbono>
- Montero, G., Ruiz-Peinado, R., & Muñoz, M. (2005). Produccion de biomasa y fijacion de CO2 por los bosques españoles. *Instituto Nacional de Investigacion y Tecnologia Agraria y Alimentaria (INIA)*, 274.
- Morales Aranibar, L. F. (2014). *Estado Actual del Bosque de Polylepis y su eficiencia en la captura de CO2*. Tacna: Escuela de Posgrado UNJBG.
- Ocampo Fernandez, N. (2014). *Fotosintesis*. Hidalgo: Universidad Autonoma del Estado de Hidalgo.
- Olazabal. (1997). *Evaluacion del bosque de queuña qocha Ollantaytambo-Urubamba*. Cusco: UNSAAC, Facultad de Ciencias Biologicas.
- Palomino Contreras, D. (2007). *Estimacion del servicio ambiental de captura del CO2 en la flora de los Humedales de Puerto Viejo*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos .
- Perez Pinedo, H. (2015). Cuantificacion de la captura de CO2, Por la flora nativa de totora. *ENERGEIA, Pontificia Universidad Catolica de Argentina*, 9.
- Pineda Lopez, M., Ortiz Ceballos, G., & Sanchez Velasquez, L. (2005). Los cafetales y su papel en la captura de carbono: un servicio ambiental aun no Valorado en Veracruz. *11(2)*.
- Pulgar Vidal, M. (2015). *COP 21 y el Acuerdo de París: El largo proceso hacia el éxito, el rol y las oportunidades para el Perú*. Lima, Perú. Recuperado el 2017 de abril de 30, de <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2015/12/Acuerdo-de-Par%C3%ADs-MPV-Paris.pdf>
- Quitoran Davila , G. (2009). *Determinacion del potencial de captura de carbono en cinco especies forestales de dos años de edad, Cedro nativo, Caoba, Bolaina, Teca y Capirona, en la localidad de Alianza*. San Martin: UNSM.
- Ramírez, J. (2012). Secuestro de carbono en las plantaciones de Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill) - Cantón Pedro Moncayo, Provincia de Pichincha, Como una alternativa al Desarrollo Sustentable. (1). IBARRA, ECUADOR: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Republica, C. d. (29 de Junio de 2014). Ley N° 30215. *Ley de mecanismos de retribucion por servicios ecosistemicos*. Lima, Lima, Peru : El Peruano.
- Risio Allione, L. (2012). *Cuantificacion de Biomasa y Carbono en bosques nativos de Prosopis caldenia (Burkart) en la Pampa semiarida, Argentina*. Palencia: Universidad de Valladolid-Escuela Tecnica Superior de Ingenierias Agrarias.
- Sato Tokashiki, D. (2011). *Estructura anatómica del leño de cinco especies forestales provenientes de Loreto y Junin*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
- SENAMHI. (2017). *Datos Meteorologicos del Historial Climatico*. Tacna, Jorge Basadre: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

- Solla, M. (15 de Abril de 2015). *Primer mundo Tecnológico*. Obtenido de Primer mundo Tecnológico-La madera:
<http://primermundotecnologico.blogspot.pe/2015/04/1.html>
- Tárraga Gonzáles, I., & Flores Castillo, V. (2008). *Evaluación Poblacional de Haplorus peruviana carzo, en el Valle de Cinto*. Tacna: GORE, Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente.
- Tiphler, P. (2000). *Física para la Ciencia y la Tecnología*. Barcelona: Ed. Reverte.
- Tito Vargas, C. (2012). *Estimación Cuantitativa de la capacidad de Captura del CO2 en plantaciones de olivos en el distrito de Tacna, 2010*. Tacna: Escuela de Posgrado Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- UNFCCC. (1992). *Convección Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*. Río de Janeiro, Brazil: FCCC/INFORMAL/84.
- UPAEP. (2016). *Contaminación de suelos*. Puebla: Universidad Popular Autónoma de Puebla.
- Uscamayta, R. (2011). *Clasificación de tierras del Distrito de Locumba por Capacidad de Uso Mayor*. Tacna-Perú: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman.
- Valla, J. J. (2007). *Botánica. Morfología de las plantas superiores*. Buenos Aires: 1a ed. 20a reimp. edición .
- Villamil, J. E. (2005). *Manual de Mantenimiento para Equipos de Laboratorio*. Washington D.C.: Organización Panamericana de la Salud. Área de Tecnología y Prestación de Servicios de Salud.
- Wilcove, D., McLellan, C., & Dobson, A. (1986). *Conservation Biology. the science of scarcity and diversity. Habitat fragmentation in the temperate zone*. Sunderland, Massachusetts: Michael E. Soule. School of Natural Resources, University of Michigan.
- Yaranga, R., & Custodio, M. (18 de Octubre de 2013). Almacenamiento de carbono en pastos naturales altoandinos. *Scientia Agropecuaria*(4).
- Zeballos Patron, H. (2013). *Servicio Profesional para la Elaboración del "Estudio de la Biodiversidad del Valle de Cinto"*. Tacna: GORE, Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión del Medio Ambiente.
- Zegarra Zegarra, R. (2011). Vegetación desértica del Valle de Cinto. *Ciencia y Desarrollo*, 07.

ANEXOS

ANEXO 1. Matriz de Consistencia

Planteamiento del Problema	Hipótesis	Objetivos	Variables	Indicadores	Métodos	Estadística
¿Cuál será el volumen total de la especie forestal realizando un inventario dasométrico por sectores?	Los datos dasométricos de la especie forestal registrados en los distintos sectores son por referencia básica para obtener el volumen total.	Obtener el volumen total de la especie forestal realizando un inventario dasométrico por sectores.	Biomasa Total de Haplorhus peruviana	Volumen Comercial total m ³ /ha	Método de Olazábal y Aguilar (determinación por ecuación alométrica)	Correlación
¿Cuál será la gravedad específica de la especie forestal realizando un análisis físico?	La determinación de la gravedad específica de la especie forestal demuestra la relación directa con la biomasa total.	Determinar la gravedad específica de la especie forestal realizando un análisis físico.	Biomasa Total de Haplorhus peruviana	Gravedad Específica t/m ³	Norma Técnica Peruana 251.008 de Selección y colección de muestras (determinación de propiedades físicas de la madera)	Correlación
¿Cuál será la fracción de carbono de la especie forestal realizando un análisis químico haciendo uso de reactivos?	La determinación de la fracción de carbono de la especie forestal es necesaria para hallar el carbono almacenado total.	Determinar la fracción de carbono de la especie forestal realizando un análisis químico haciendo uso de reactivos.	Carbono Almacenado de Haplorhus peruviana	Fracción de Carbono %C Biomasa Total t/ha	Método de Walkey-Black (determinación espectrofotométrica) Método no destructivo indirecto-MINAM (Inventario forestal y análisis de laboratorio)	Correlación

Fuente: Elaboración Propia, 2017

ANEXO 2. Inventario Forestal correspondiente a Datos Dasometricos de los sectores Machorrita, Barrial, Chirontita, Cinto, Matogroso, Gentilar y Caoña.

N°	SECTOR	DATOS DASOMETRICOS (cm)						
		DAP cm	TOTAL cm	ALTURA	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO	
				COMERCIAL cm	INFERIOR DE FUSTE	SUPERIOR DE FUSTE	INFERIOR DE RAMAS	SUPERIOR DE RAMAS
1	Machorrita	31.5	653.2	120	98.5	51	12.5	9
2	Machorrita	100	447.4	110	268	40	11.5	7.5
3	Machorrita	25	290.0	120	36	15.5	12	9
4	Machorrita	38	420.0	140	40	21.5	10	8.5
5	Machorrita	29.5	250.0	100	37.5	32	10	8.5
6	Machorrita	24	320.0	110	70	17	11.5	9
7	Machorrita	55	550.0	140	86	25	10	6
8	Machorrita	64	469.1	155	111	34	19	17
9	Machorrita	78.5	678.4	155	190	56	13	10.5
10	Machorrita	88	604.8	155	115	43.5	24.5	18
11	Machorrita	40	426.6	150	96.5	26.5	14.6	9
12	Machorrita	31.5	269.3	155	61	23.5	13	7.5
13	Machorrita	42	678.4	150	64	38.5	15.5	10.5
14	Machorrita	14.5	630.0	90	18	12.4	7.9	7.8
15	Machorrita	11.7	320.0	150	16.3	10.5	6.9	4.7
16	Machorrita	25.3	720.0	100	28.4	18.4	9.2	6.3
17	Machorrita	18.5	560.0	80	26.3	17.8	10.5	7.8
18	Machorrita	15.3	480.0	70	18.7	12.6	10.8	8.4
19	Machorrita	24.3	700.0	80	27.4	13.7	11.3	8.7
20	Machorrita	26.8	690.0	100	29.3	27	16.2	14.3
1	Barrial	15.3	570.0	150	17.2	14.2	7.9	5.8
2	Barrial	13.8	570.0	100	17.3	12.9	6.2	4.4
3	Barrial	15.5	610.0	150	18.7	11.2	8.1	5.2
4	Barrial	20.8	780.0	180	34.4	18.7	11.2	6.2
5	Barrial	15.8	560.0	100	19.1	11.3	5.6	4
6	Barrial	16.8	690.0	150	23.7	14.2	10.4	6.2
7	Barrial	24.8	680.0	120	26.4	22.6	12.5	10.3
8	Barrial	22.8	690.0	150	24.3	18.6	10.7	8.5
9	Barrial	20.2	490.0	180	21.3	19.4	12.2	10.8

N°	SECTOR	DATOS DASOMETRICOS (cm)						
		DAP cm	TOTAL cm	ALTURA	DIAMETRO	DIAMETRO	DIAMETRO	
				COMERCIAL	INFERIOR	SUPERIOR	INFERIOR	SUPERIOR
cm	cm	cm	DE FUSTE	DE FUSTE	DE RAMAS	DE RAMAS		
1	Chirontita	38.3	750.0	100	43.7	28.7	14.4	12.8
2	Chirontita	24.8	620.0	80	30.3	19.5	8.8	5.4
3	Chirontita	12.8	410.0	50	15.4	9.8	5.8	3.4
1	Cinto	27.5	369.2	120	20.1	15.5	7	6
2	Cinto	36.8	1000.6	110	69.8	26	9.5	6
3	Cinto	35.7	252.6	120	82.3	29.2	6.6	4.9
1	Matogroso	37.3	310.1	130	32.4	30.8	5.4	2.3
2	Matogroso	12.8	252.6	100	16.8	7.7	6.4	5
3	Matogroso	29.9	142.4	110	50	15.2	3.4	2.5
4	Matogroso	15.9	160.6	120	28.7	12.2	4.1	3.1
5	Matogroso	22.3	252.9	110	41.8	19.7	3.4	2.1
6	Matogroso	28.8	142.4	100	29.1	24.9	5	3.6
7	Matogroso	19.2	233.8	100	29.9	18.5	5.1	4.4
8	Matogroso	13	600	150	15.5	12.5	5.3	4
1	Gentilar	25.1	630	90	29.3	19.3	13	7.2
2	Gentilar	11.7	590	150	11.6	10.4	7	4.8
3	Gentilar	13.4	570	100	17.2	9.8	6.7	4.8
4	Gentilar	20.2	510	120	21.4	15.8	7.6	5.8
5	Gentilar	14.4	400	80	15.8	12.6	8.6	5.9
6	Gentilar	13.8	430	100	15.4	12.6	6.6	4.4
7	Gentilar	28.4	760	150	32.8	19.2	8.3	4.8
8	Gentilar	7.9	290	70	9.7	6.1	3.2	2.6
1	Caoña	6.4	380	140	10.5	5.9	5.2	3.4
2	Caoña	9.8	580	150	11	9.1	3.8	3.6
3	Caoña	9.8	630	160	13.2	9.3	3.6	2.8
4	Caoña	16	630	150	16.3	11.1	6.4	5.3
5	Caoña	16.3	670	100	18.9	14.9	4.4	3.6
6	Caoña	9.1	310	80	9.7	6.4	3	2.8

Fuente: Elaboración Propia, 2017

ANEXO 3. Datos de Análisis de Laboratorio: Fracción de Carbono en Fuste y Ramas

FUSTE			RAMAS		
CODIGO	%T	C %	CODIGO	%T	C %
F 001	0.024	48	R 001	0.001	2
F 002	0.031	62	R 002	0.001	2
F 003	0.012	24	R 003	0.001	2
F 004	0.007	14	R 004	0.003	6
F 005	0.016	32	R 005	0.004	8
F 006	0.014	28	R 006	0.019	38
F 007	0.009	18	R 007	0.016	32
F 008	0.016	32	R 008	0.018	36
F 009	0.034	68	R 009	0.036	72
F 010	0.029	58	R 010	0.025	50
F 011	0.036	72	R 011	0.032	64
F 012	0.014	28	R 012	0.004	8
F 013	0.021	42	R 013	0.012	24
F 014	0.058	116	R 014	0.017	34
PROMEDIO		45.9			27.0

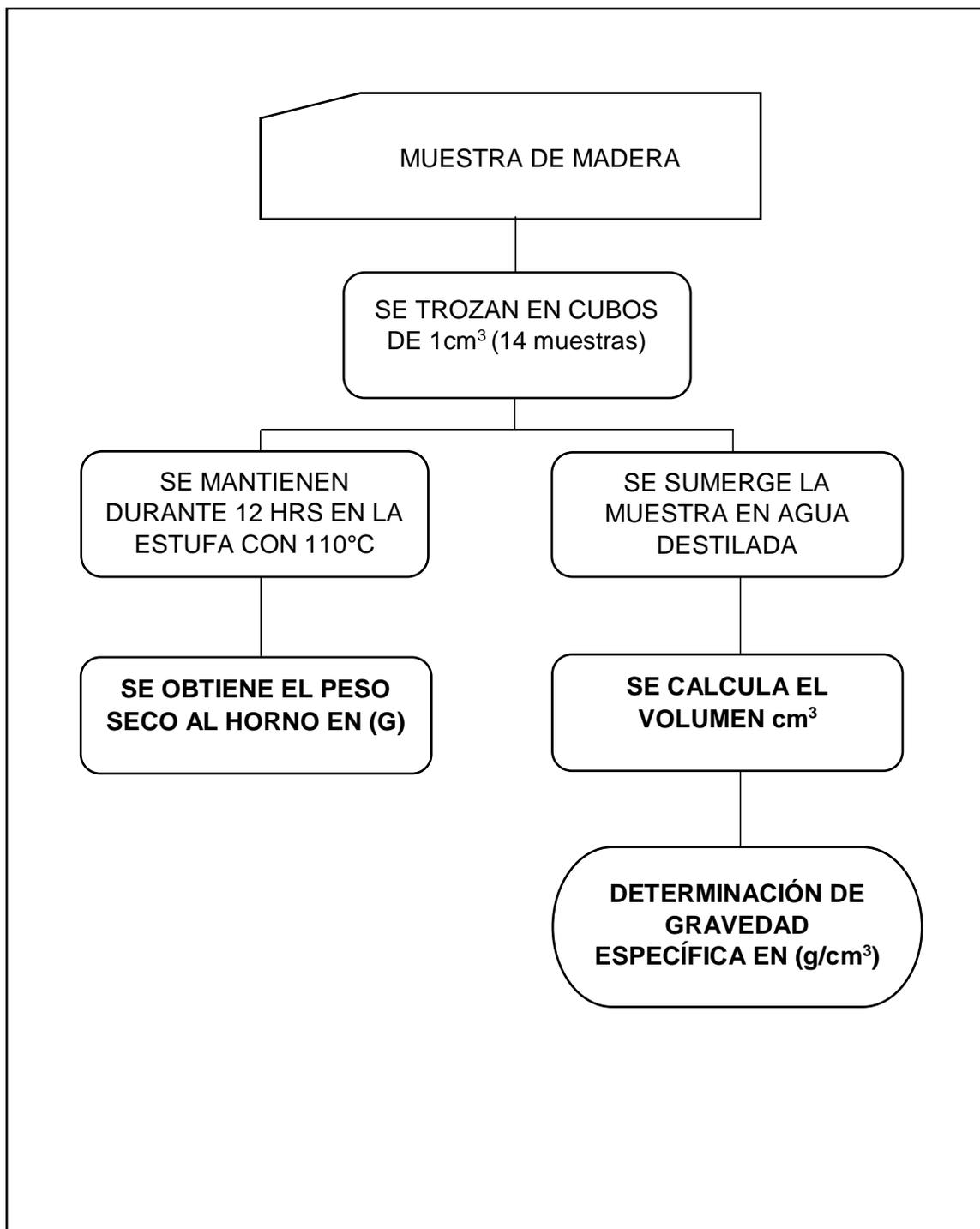
Fuente: Elaboración Propia, 2017

ANEXO 4. Datos de Análisis de Laboratorio: Gravedad específica, Fracción de Carbono, Volumen Comercial y Biomasa Comercial de Fuste y Ramas procesados.

SECTORES	FUSTE				RAMAS			
	GRAVEDAD ESPECIFICA (t/m3)	FRACCION DE CARBONO %	VOLUMEN COMERCIAL m3	BIOMASA COMERCIAL (T)	GRAVEDAD ESPECIFICA (t/m3)	FRACCION DE CARBONO %	VOLUMEN COMERCIAL m3	BIOMASA COMERCIAL (T)
Machorrita	0.7251	55	783.40	568.060715	0.6834	2	373.69	255.389369
Barrial	0.7582	19	165.80	125.702099	0.7888	4	43.60	34.394253
Chirontita	0.7629	30	75.90	57.903017	0.7163	23	27.57	19.748278
Cinto	0.5234	25	100.00	52.344881	0.6171	34	9.10	5.615408
Matogroso	0.6456	63	179.20	115.694837	0.6496	61	2.81	1.826411
Gentilar	0.5376	50	134.90	72.517284	0.5581	36	12.27	6.850152
Caoña	0.6542	79	67.40	44.093580	0.6052	29	2.21	1.334801

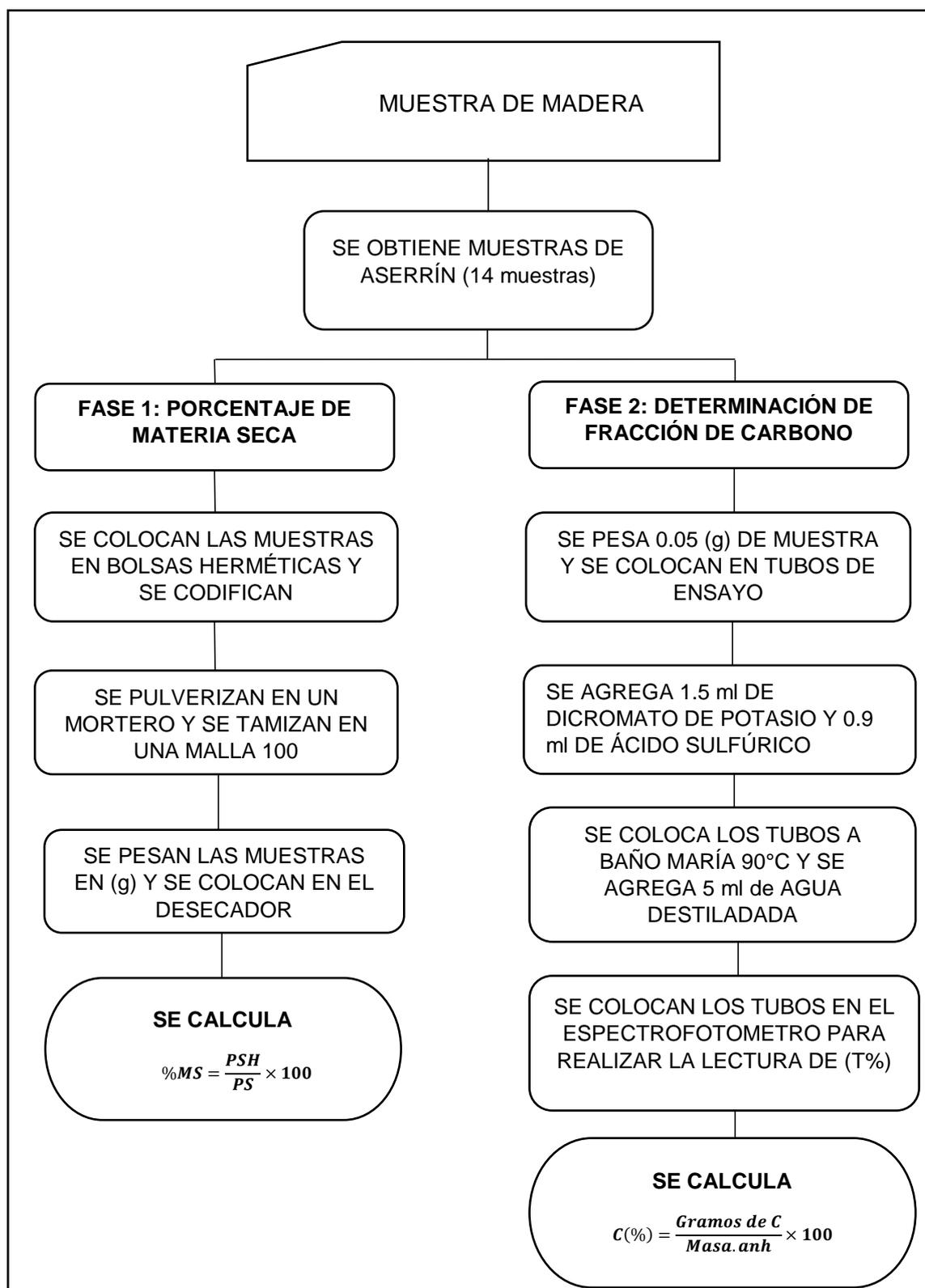
Fuente: Elaboración Propia, 2017

ANEXO 5. Diagrama de Flujo para determinar la gravedad específica en el laboratorio.



Fuente: Elaboración Propia, 2017

ANEXO 6. Diagrama de Flujo para determinar la fracción de carbono en el laboratorio.



Fuente: Elaboración Propia, 2017

ANEXO 7. Coordenadas UTM de las unidades de muestreo para la medición de carbono en la *Haplorhus peruviana* del Valle de Cinto. (Datum WGS84, Zona 19K)

N°	SECTOR	ESTE	NORTE
1	Machorrита	0315920	8055792
2	Machorrита	0315913	8055818
3	Machorrита	0315908	8055831
4	Machorrита	0315904	8055833
5	Machorrита	0315938	8055820
6	Machorrита	0315926	8055837
7	Machorrита	0315925	8055876
8	Machorrита	0315576	8055014
9	Machorrита	0315551	8055009
10	Machorrита	0315561	8055024
11	Machorrита	0315571	8055069
12	Machorrита	0315577	8055050
13	Machorrита	0315620	8055064
14	Machorrита	0316178	8056046
15	Machorrита	0316150	8056057
16	Machorrита	0316158	8056080
17	Machorrита	0316147	8056036
18	Machorrита	0316155	8055991
19	Machorrита	0315681	8055022
20	Machorrита	0315678	8055021
21	Barrial	0316327	8058567
22	Barrial	0316297	8058491
23	Barrial	0316282	8059481
24	Barrial	0316290	8058511
25	Barrial	0316308	8058516
26	Barrial	0316312	8058559
27	Barrial	0316350	8056820
28	Barrial	0316313	8056834

Fuente: Elaboración Propia, 2017

Nº	SECTOR	ESTE	NORTE
29	Barrial	0316348	8056866
30	Chirontita	0316833	8062016
31	Chirontita	0316780	8061960
32	Chirontita	0316879	8062060
33	Cinto	0317455	8063356
34	Cinto	0317580	8063338
35	Cinto	0317577	8063399
36	Matogroso	0318792	8067555
37	Matogroso	0318754	8067511
38	Matogroso	0318917	8067463
39	Matogroso	0318920	8067466
40	Matogroso	0318923	8067472
41	Matogroso	0318966	8067471
42	Matogroso	0318969	8067475
43	Matogroso	0318084	8051690
44	Gentilar	0320003	8068575
45	Gentilar	0319993	8068595
46	Gentilar	0319986	8068594
47	Gentilar	0320002	8068619
48	Gentilar	0320006	8068625
49	Gentilar	0320031	8068600
50	Gentilar	0320036	8068597
51	Gentilar	0320034	8068581
52	Caoña	0322179	8071114
53	Caoña	0322206	8071115
54	Caoña	0322182	8070860
55	Caoña	0322179	8071103
56	Caoña	0322185	8071104
57	Caoña	0322181	8071107

Fuente: Elaboración Propia, 2017

ANEXO 9. Registro Fotográfico

Fotografía N° 01. Proceso de medición de los datos dasométricos de la especie forestal *Haplorhus peruviana*.



Fotografía N° 02. Se observa la especie forestal *Haplorhus peruviana* ubicada en el interior del área de cultivo de los pobladores del Valle de Cinto.



Fotografía N° 03. Se observan las muestras seleccionadas en trozos de fuste y ramas por cada sector extraídas de la especie forestal *Haplorhus peruviana* respectivamente almacenadas y rotuladas.



Fotografía N° 04. Se observa muestras luego de ser sumergidas aplicando el procedimiento de gravedad específica posteriormente se determinó el volumen necesario para realizar los cálculos.



Fotografía N° 05. Se observan muestras pulverizadas de fuste y ramas embolsadas por cada sector de la especie forestal *Haplorhus peruviana* respectivamente rotuladas.



Fotografía N° 06. Proceso de molienda, las muestras pulverizadas pasaron por la malla 100 para luego ser transportadas en cápsulas hacia la estufa.



Fotografía N° 07. Proceso de oxidación de carbono, se le agregó a cada muestra los reactivos correspondientes, el procedimiento forma parte de la determinación de fracción de carbono.



Fotografía N° 08. Proceso de colocación de muestras en el espectrofotómetro para la determinación de la fracción de carbono mediante la lectura de la Trasmitanza.

ANEXO 10. Resolución de Autorización para Investigación dada por SERFOR.



RESOLUCIÓN DE DIRECCIÓN GENERAL
N° 407 -2016-SERFOR/DGGSPFFS

Lima, 22 DIC. 2016

VISTA:

La solicitud de autorización para realizar investigación científica fuera de Áreas Naturales Protegidas con colecta de flora silvestre, presentada por la señora Marly Rosmery Pumasupa Solórzano, y;

CONSIDERANDO:

Que, mediante Solicitud s/n, ingresada el 17 de noviembre de 2016, la señora Marly Rosmery Pumasupa Solórzano, solicitó a la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Moquegua-Tacna, la autorización de investigación científica con colecta de flora silvestre, como parte del Proyecto "Cuantificación de la captura de carbono de la especie forestal *Haplorhus peruviana* "carzo" como servicio ambiental en el Valle del Cinto, provincia Jorge Basadre, región Tacna";

Que, con fecha 25 de noviembre de 2016, la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Moquegua-Tacna remite al SERFOR mediante Memorandum N° 0851-2016-SERFOR-ATFFS MOQUEGUA-TACNA, el expediente referido en el antecedente previo, por contener una especie de flora silvestre en categoría de amenaza según la D.S N° 043-2006-AG;

Que, mediante correo electrónico institucional, de fecha 02 de diciembre de 2016, se solicita a la Sra. Pumasupa Solórzano aclarar 03 observaciones técnicas, las mismas que fueron absueltas el día 12 de diciembre de 2016;



Que, el artículo 140° de la Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, señala que la colecta o extracción de recursos forestales y de fauna silvestre con fines de investigación orientada a determinación de genotipo, filogenia, sistemática y biogeografía es autorizada siguiendo procedimientos simplificados establecidos por el SERFOR. Los requisitos y procedimientos para la colecta o extracción y la exportación de especímenes de flora y fauna silvestre con fines de investigación o propósito cultural lo establece el reglamento de la presente Ley teniendo en cuenta las normas específicas relacionadas;

Que, el artículo 154° Reglamento para la Gestión Forestal, aprobado mediante Decreto Supremo N° 018-2015-MINAGRI, establece que el desarrollo de actividades de investigación básica taxonómica de flora silvestre, relacionadas con estudios moleculares con fines taxonómicos, sistemáticos, filogeográficos, biogeográficos, evolutivos y de genética de la conservación, entre otras investigaciones sin fines comerciales, son aprobadas mediante autorizaciones de investigación científica;

Que, la Tercera Disposición Final del Reglamento de Acceso a los Recursos Genéticos, aprobado por Resolución Ministerial N° 087-2008-MINAM, señala que la obtención de permisos, autorizaciones y demás documentos que otorguen entidades públicas, tales como el Ministerio de Agricultura y que amparen la investigación, obtención, provisión, transferencia u otro de recursos biológicos, con fines distintos a su utilización como fuente de recursos genéticos, no faculta a sus titulares a utilizar dichos recursos como medio para acceder a los recursos genéticos, ni determinan ni presumen autorización de acceso;

Que, mediante Resolución de Dirección Ejecutiva N° 250-2016-SERFOR-DE, emitido por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre-SERFOR, se designó al Ing. Walter Darío Nalvarte Armas las funciones de Director General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR;

Que, el Informe Técnico N° 0652-2016-SERFOR-DGGSPFFS/DGSPF, de fecha 20 de diciembre de 2016, emitido por la Dirección de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal, concluye que la solicitud de autorización con fines de investigación científica fuera de Áreas Naturales Protegidas con colecta de flora silvestre, es una investigación básica que se enmarca en el cálculo de biomasa y carbono, como parte del Proyecto o Estudio titulado "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", ubicado la localidad del Valle de Cinto, distrito de Locumba e Ilabaya, provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna; asimismo, que los resultados previstos son obtener altos niveles de biomasa y carbono de la especie *Haplorhus peruviana* "carzo". Estos resultados enriquecerán los estudios sobre biomasa y carbono a nivel regional y nacional y contribuirán a un mejor diseño y efectividad de los proyectos de carbono, los cuales son también importantes para las acciones de mitigación frente al cambio climático;

De conformidad con el Reglamento de Organización y Funciones aprobado por Decreto Supremo N° 007-2013-MINAGRI y modificado por el Decreto Supremo N° 016-2014-MINAGRI.

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Otorgar la autorización con fines de investigación científica fuera de Áreas Naturales Protegidas a la señora Marly Rosmery Pumasupa Solórzano, correspondiéndole el Código de Autorización N° AUT-IFL-2016-056.



Cuadro 1 Relación de investigadores que participarán en el Proyecto

Nombres y Apellidos	Participación en el Proyecto	DNI N°
Marly Rosmery Pumasupa Solórzano	Investigadora principal /Tesisista	71139211
Richard Sabino Lazo Ramos	Asesor	00516181

Artículo 2°.- La autorización indicada en el artículo precedente incluye la colecta de material biológico de la especie *Haplorhus peruviana* "carzo", según detalle del Anexo 1 de la presente Resolución, a desarrollarse en el Distrito de Locumba e Ilabaya, Provincia de Jorge Basadre, Departamento de Tacna, como parte del Proyecto o Estudio titulado "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", por un periodo de tres (03) meses, contados a partir del día siguiente de la notificación de la presente Resolución de Dirección General:

Artículo 3°.- La titular de la autorización señalada en el artículo 1°, tiene las siguientes obligaciones:

- No extraer especímenes, ni muestras biológicas de flora silvestre no autorizada; no ceder los mismos a terceras personas, ni utilizarlos para fines distintos a lo autorizado.
- No contactar ni ingresar a los territorios comunales sin contar con la autorización de las autoridades comunales correspondientes.
- Retirar todo el material empleado para la ejecución del presente estudio una vez terminado el trabajo de campo y levantamiento de información biológica.



- d) Depositar el material botánico colectado en una institución científica nacional depositaria de material biológico, así como, entregar al SERFOR la constancia de dicho depósito. En casos debidamente justificados, y siempre que el material colectado no constituya holotipos ni ejemplares únicos, el depósito se podrá realizar en una institución distinta a la mencionada; para ello se requiere la autorización del SERFOR.
- e) Sólo en el caso que por razones científicas acotadas se requiera enviar al extranjero parte del material colectado, el interesado deberá gestionar el correspondiente Permiso de Exportación ante la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR, así como pasar el control respectivo. Los ejemplares únicos de los grupos taxonómicos colectados y holotipos, sólo podrán ser exportados en calidad de préstamo.
- f) Comunicar a la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Moquegua-Tacna, la entrada y salida del personal científico en campo, así como, informar brevemente sobre el tipo de muestras colectadas por especie.
- g) Entregar a la Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR, una (01) copia del Informe Final (incluyendo versión digital) como resultado de la autorización otorgada, copias del material fotográfico y/o slides que puedan ser utilizadas para difusión.
- h) Entregar una (01) copia de las publicaciones producto de la investigación realizada en formato impreso y digital, que incluya la lista taxonómica de las especies de flora silvestre objeto de la presente autorización de colecta con las respectivas coordenadas (en formato excel).
- i) Los Informes Parciales e Informe Final deberán contener una lista taxonómica de las especies objeto de la presente autorización de colecta, en formato MS Excel. Esta lista deberá contar con sus respectivas coordenadas en formato UTM (Datum WGS84), incluyendo la zona (17, 18 o 19). El formato de Informe Parcial y Final que debe ser usado se encuentra en el Anexo 2 de la presente resolución.
- j) La entrega por parte de la titular del citado estudio de lo indicado en los literales d) y g) no deberá ser mayor a los seis (06) meses al vencimiento de la presente autorización.
- k) Indicar el número de la Resolución en las publicaciones generadas a partir de la autorización concedida.



Artículo 4°.- La titular del mencionado estudio deberá implementar todas las medidas de seguridad y eliminación de impactos que se puedan producir por las actividades propias de las actividades de las fases de campo, como toma de datos, tratamiento y transporte de muestras, transporte de equipos, personal, etc.

Artículo 5°.- Los derechos otorgados sobre los recursos biológicos no otorgan derechos sobre los recursos genéticos contenidos en ellos, ni autorizan el estudio a nivel genético, de acuerdo con la Tercera Disposición Final del Reglamento de Acceso a los Recursos Genéticos, aprobado por Resolución Ministerial N° 087-2008-MINAM.

Artículo 6°.- La Dirección General de Gestión Sostenible del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre del SERFOR, no se responsabiliza por accidentes o daños sufridos por el solicitante de esta autorización, durante la ejecución del Proyecto; asimismo, se reserva el derecho de demandar del Proyecto de investigación los cambios a que hubiese lugar en los casos en que se dicten nuevas disposiciones legales o se formulen ajustes sobre la presente autorización.

Artículo 7°.- La titular autorizada, se encuentra sujeta al cumplimiento de las obligaciones establecidas para la presente autorización con fines de investigación otorgada.

Artículo 8º.- Notificar la presente resolución a la señora Marly Rosmery Pumasupa Solórzano, a la Dirección General de Información y Ordenamiento Forestal y de Fauna Silvestre, a la Dirección de Control de la Gestión del Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre y a la Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre Moquegua-Tacna, para su conocimiento y fines correspondientes.

Artículo 9º.- Disponer la publicación de la presente Resolución en el Portal Web del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre: www.serfor.gob.pe.

Regístrese y Comuníquese


Ing. Walter Nalvarte Armas
Director General
Dirección General de Gestión Sostenible del
Patrimonio Forestal y de Fauna Silvestre
Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre – SERFOR

ANEXO 11. Mapa de Ubicación de la Provincia de Jorge Basadre.

ANEXO 12. Mapa de Capacidad de Uso Mayor de Suelos de la Provincia de Jorge Basadre.

ANEXO 13. Mapa de Unidades de Muestreo en el Valle de Cinto.