

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

ESCUELA DE POSGRADO



TESIS

**Estimación del nivel de captura de dióxido de carbono del eucalipto
(eucalyptus globulus), Ciprés (cupressus macrocarpa) y Pino (pinus
radiata), en la localidad de Huariaca, Pasco - 2019**

Para optar el grado académico de Maestro en:

Gestión del Sistema Ambiental

Autor: Bach. Karina YANTAS TINOCO

Asesor: Mg. Luis Alberto PACHECO PEÑA

Cerro de Pasco – Perú – 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

ESCUELA DE POSGRADO



TESIS

**Estimación del nivel de captura de dióxido de carbono del eucalipto
(eucalyptus globulus), Ciprés (cupressus macrocarpa) y Pino (pinus
radiata), en la localidad de Huariaca, Pasco - 2019**

Sustentada y aprobada ante los miembros del jurado:

Dr. David Jhonny CUYUBAMBA ZEVALLOS

PRESIDENTE

Mg. Eusebio ROQUE HUAMAN

MIEMBRO

Mg. Julio Antonio ASTO LIÑAN

MIEMBRO

DEDICATORIA:

Para mi mama y mi hermano importe en mi vida

AGRADECIMIENTO:

A Dios por estar siempre junto a mi siendo mi
fortaleza.

RESUMEN

La ciudad de Huariaca, tiene una topografía accidentada, con pequeñas llanuras, apreciándose en el flanco derecho e izquierdo vertientes con bosques silvestres y reforestados con eucaliptos, en la parte alta se nota diminutos picachos y la parte inferior presenta vertientes con cultivos transitorios, por lo tanto, la captura y estimación de carbono también. El objetivo de este estudio es estimar la captura de CO₂ en plantaciones forestales de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*) para mitigar el cambio climático. Se estimó de forma descriptiva los valores de biomasa, carbono y CO₂, contemplando una hectárea de área de estudio con una muestra de 2500 m² por especie; para lo cual se empleó el sistema no destructivo, estimando con una forcípula el calibre a la altura del pecho (DAP) y con un clinómetro la altura total por árbol, más adelante los datos fueron sometidos a ecuaciones exponenciales para valorar la captura de CO₂ en toneladas por hectárea.

Los resultados obtenidos indican que la cantidad de dióxido de carbono capturado entre las tres especies forestales, se encontró que la especie ciprés (*Cupressus macrocarpa*) alcanzó un valor de CO₂ de 196.30 tn/ha, mientras que la especie eucalipto (*Eucalyptus globulus*) presentó un valor de CO₂ capturado de 526.64 tn/ha; y en la especie (Pino (*Pinus radiata*)) alcanzó un valor de CO₂ de 315.56 tn/ha, éstas diferencias se dan por el tipo de plantación que tiene cada especie, además que no presentan características similares respecto al DAP y altura. En las plantaciones de eucalipto la densidad es muy alta a diferencia del ciprés y pino. Mientras que la fijación neta anual de CO₂ en toneladas por hectárea fue de: 8.99; 27.87; 12.92 Tn/ha/año respectivamente. En efecto la captura de CO₂ en toda el área de la localidad de Huariaca será de 11705.00 tn.

Palabras claves: Biomasa, carbono, Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*), secuestro de CO₂, servicio ambiental.

ABSTRACT

The city of Huariaca, has a rugged topography, with small plains, with slopes of wild forests reforested with eucalyptus trees being appreciated on the right and left flanks; therefore, the capture and estimation of carbon as well. The objective of this study is to estimate CO₂ capture in Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) forest plantations; Cypress (*Cupressus macrocarpa*) and Pine (*Pinus radiata*) to mitigate climate change. The biomass, carbon and CO₂ values were descriptively estimated, considering one hectare of study area with a sample of 2500 m² per species; For which the non-destructive system was used, estimating the caliber at chest height (DBH) with a caliper and the total height per tree with a clinometer, later the data were subjected to exponential equations to assess the capture of CO₂ in tons per hectare.

The results obtained indicate that the amount of carbon dioxide captured among the three forest species, it was found that the cypress species (*Cupressus macrocarpa*) reached a CO₂ value of 196.30 tn / ha, while the eucalyptus species (*Eucalyptus globulus*) presented a CO₂ captured value of 526.64 tn / ha; and in the species (*Pinus radiata*) it reached a CO₂ value of 315.56 tn / ha, these differences are due to the type of plantation that each species has, and they do not present similar characteristics regarding DBH and height. In eucalyptus plantations the density is very high, unlike cypress and pine.

While the annual net fixation of CO₂ in tons per hectare was: 8.99; 27.87; 12.92 Tn / ha/ year respectively. Indeed, the capture of CO₂ in the entire area of the town of Huariaca will be 11,705.00 tons.

Keywords: Biomass, carbon, Eucalyptus (*Eucalyptus globulus*); Cypress (*Cupressus macrocarpa*) and Pine (*Pinus radiata*), CO₂ sequestration, environmental service.

INTRODUCCION

El Perú es integrante de la CMNUCC desde el año 1992, por lo que se hace cargo del compromiso de notificar a los demás entes integrantes que tratan sobre la emisión y remoción de los Gases de Efecto Invernadero (GEI). Así, el MINAM, como ente nacional sobre el medio ambiente, y visión sobre el cambio climático, generó 2 comunicaciones a nivel nacional relacionado a Inventarios de los GEI (INGEI), que adicionaron datos relacionados a remociones y emisiones del sector USCUSS. Estas informaciones incorporadas dan soporte a informes sobre factores de emisión, las cuales se encuentran dentro de las directivas plasmadas en 1996 del “Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)”, los cuales con aplicados a ecosistemas globales (MINAM, 2016, 18p).

Los GEI (por ejemplo, CO₂ y NO) son los principales impulsores del calentamiento global. Intentando buscar posibles soluciones al calentamiento global, se realizaron diversas conferencias que trataron esta temática, siendo el más notable, el protocolo de Kioto, donde fueron establecidos compromisos buscando reducir la emisión de los GEI, principalmente por los países industrializados. Para concretar esto, se implantó un mecanismo flexible, siendo uno de estos el proyecto Mecanismo de desarrollo limpio (MDL), el cual se centra en incentivar para que se planteen sistemas agroforestales que logren secuestrar y capturar el CO₂ emitido. Además, disminuiría la presión sobre los bosques naturales, presentando mejores paisajes, biodiversidad, y regular el clima (Rosario Zanabria & José Eloy Cuellar, 2015).

La localidad de Huariaca es un sector especialmente indefenso al cambio climático, el cual fue revelado por testimonios de los pobladores que mencionaron la presencia de sucesos meteorológicos extremos, tales como lluvias fuertes, heladas, y sequías, que repercuten negativamente sobre sus patrimonios y economía. Basado en esta

problemática, emplear sistemas de suelo se tornaron una alternativa para actuar como sumidero de carbono, debido a que estos almacenan y capturan CO₂, que posteriormente el liberado en forma de O₂, reduciéndose así notablemente y ayudando en mermar el cambio climático. Estos, también proporciona un uso sostenible de la naturaleza, provee confort y comodidad de las áreas rurales.

Es así que la deforestación por la acción humana y el sobrepastoreo, influye negativamente en la flora y fauna. Sin embargo, la actividad de reforestación trata de regenerar estas pérdidas en estos últimos años, es así que se tiene a la actualidad se tiene más de 480 has reforestadas con eucaliptos.

El proyecto de Tesis **“Estimación del nivel de captura de dióxido de carbono del Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*), Ciprés (*Cupressus Macrocarpa*) y Pino (*Pinus Radiata*), en la localidad de Huariaca, Pasco - 2019”** determina que las plantaciones forestales cumplen un vital rol de retener o capturar el CO₂ durante el ciclo de carbono (C). El trabajo tuvo el propósito de analizar variables dasométricas pertenecientes a 3 especies forestales. Además, su adaptabilidad fue estudiada en terreno de fuerte pendiente. Lograr esto indicó el empleo de una ecuación alométrica, diseñada para Perú, usualmente aplicada a zonas rurales. Para esto, se obtuvieron informaciones de contenido de C, CO₂ secuestrado, biomasa verde, y volumen. De la misma forma, estas ecuaciones fueron diseñadas empleando datos dimensionales (Altura fuste, Diámetro altura pecho, y altura total) sacados del inventario forestal. Los resultados encontrados en este trabajo revelaron lo importante que es tener bosques de *Ciprés (*Cupressus macrocarpa*)*, *Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)* y *Pino (*Pinus radiata*)* en relación a su gran capacidad de retener CO₂, así, fue corroborado que estos ecosistemas forestales proveen múltiples servicios ambientales tales como: captura de C, protección de los recursos hídricos, y conservar la biodiversidad, los cuales generan servicios con impactos sociales positivos. Esta información

obtenida, podría ayudar a tomar decisiones correctas para diseñar políticas ambientales, que permitan subvencionar programas, proyectos, u otras actividades relacionadas a la gestión forestal que pueda dar soporte para conservar, recuperar e incrementar áreas forestales en cualquier ámbito.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCION

INDICE

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación y determinación del problema	1
1.2 Delimitación de la investigación	2
1.3 Formulación del problema.....	2
1.4 Formulación de Objetivos	3
1.5 Justificación del Problema.....	4
1.6 Limitaciones de la investigación	5

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de Estudio.....	6
2.2 Bases teóricas - Científicas.....	10
2.3 Definición de términos básicos.....	12
2.4 Formulación de Hipótesis.....	15
2.5 Identificación de Variables.....	16
2.6 Definición Operacional de Variables e Indicadores	16

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo y de Investigación	18
3.2 Nivel de Investigación.....	18
3.3 Métodos de Investigación.....	18
3.4 Diseño de Investigación	19
3.5 Población y Muestra	19
3.6 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos	19
3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos.....	21
3.8 Tratamiento Estadístico	22
3.9 Selección y Validación de los instrumentos de investigación	27
3.10 Orientación Etica	32

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo	30
4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados	36
4.3 Prueba de hipótesis	43
4.4 Discusión de resultados	47

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Identificación y determinación del problema

Entre los fenómenos atmosféricos que ocasionan mayor impacto negativo al mundo es el cambio climático, es cual es consecuencia del incremento de emisiones de los GEI, lo que trae también un incremento en la temperatura global. Gran parte de los GEI son emitidos de actividades industriales, tráfico vehicular, entre otros que emplean combustibles fósiles. Además, este problema genera mudanzas en ecosistemas, biodiversidad entre otros, motivo por el cual se busca enfrentar y lograr mitigar esas consecuencias. Entre las formas de amortiguar este problema mundial sobre el CO₂, es capturar y almacenar este contaminante en la biomasa y suelo que poseen esa habilidad, siendo los cultivos, sistemas agroforestales, y forestales los más empleados por su forma de actuar como sumideros de C (Montoya et al., 1995). Con el pasar de los años, entidades gubernamentales y no gubernamentales, públicas y privadas, tanto internacionales como nacionales, iniciaron con cuantificar el carbono en diferentes áreas pertenecientes al Perú. No obstante, estos esfuerzos fueron aislados y

discontinuos, por lo que hasta ahora no se obtuvo tener un Inventario Nacional Forestal (INF). Sin embargo, iniciativas regionales de Cusco, Madre de Dios, y San Martín, coordinadamente ejecutaron labores para compilar información local de carbono y registros forestales, el cual podría ofrecer la existencia regional del carbono (MINAM 2014).

En la localidad de Huariaca hay escasos bosques altoandinos que cumplen el rol de capturar carbono, pero que no hay índice de captura de estos. Por ello, es imprescindible tener información local y de indicadores de las especies que se encuentran en este entorno, y así, entender mejor el flujo de C en estos, y formular futuros compromisos para reducir el CO₂, aporrandando en mitigar el cambio climático que genera efectos negativos a esta región

1.2 Delimitación de la investigación

La presente investigación se desarrolló en el ámbito de estudio de la localidad de Huariaca - Pasco, para poder estimar el nivel de captura de dióxido de carbono en plantaciones forestales de: Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*); Ciprés (*Cupressus Macrocarpa*) y Pino (*Pinus Radiata*), para mitigar el cambio climático.

1.3 Formulación del problema

1.3.1 Problema General

¿Cuánto de dióxido de carbono es capturado en plantaciones forestales de: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*) en la localidad de Huariaca – Pasco?

1.3.2 Problemas Específicos

- ¿Cuánto será la cantidad de biomasa arbórea viva total al secuestrar el CO₂ en plantaciones forestales de: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*);

Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*) en la localidad de Huariaca?

- ¿Cuánto será la cantidad de carbono almacenado en las plantaciones forestales de: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*) en la localidad de Huariaca?
- ¿Cuánto será la cantidad de secuestro de CO₂ en las plantaciones forestales de: Eucalipto (*Eucalyptus Globulus*); Ciprés (*Cupressus Macrocarpa*) y Pino (*Pinus Radiata*) en la localidad de Huariaca?

1.4 Formulación de Objetivos

1.4.1 Objetivos Generales

Estimar el nivel de captura de dióxido de carbono en plantaciones forestales de: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinusradiata*) en la localidad de Huariaca.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Determinar la cantidad de biomasa arbórea viva total al secuestrar el CO₂ en plantaciones forestales de: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*) en la localidad de Huariaca.
- Determinar la cantidad de carbono almacenado en plantaciones forestales de: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*) en la localidad de Huariaca.
- Determinar la cantidad de secuestro de CO₂ en plantaciones forestales de: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*) en la localidad de Huariaca.

1.5 Justificación del Problema

1.5.1 Justificación Teórica

El empleo de especies forestales establece una alternativa potencial para conseguir reducir emisiones de CO₂, pero se debe investigar la capacidad de captura entre diversas especies, motivo por el cual, es llevada a cabo la presente investigación.

El rápido aumento de los GEI conlleva a una inquietud mundial por mitigar los efectos de estos, aplicando las políticas internacionales que se centran en procesos de absorción y generación de estos, que ayuda a diferenciar lo primordial de los ecosistemas terrestres. Este cumple un rol clave para saber la habilidad de la vegetación para almacenar el CO₂, por intermedio de la fotosíntesis, visando reducir el CO₂ presente en la atmosfera.

No obstante, la efectividad de la captura de carbono por intermedio de las plantaciones puede cambiar notablemente en función a factores tales como la especie, el manejo, y la calidad del lugar (Prado, 2015). Esto da relevancia a la investigación para la comparación entre especies en la captación de CO₂ presente en la atmosfera por medio de la estimación de la biomasa, y así descubrir la especie que considerablemente captura el dióxido de carbono.

El empleo de especies forestales constituye un gran potencial y una mejor opción para mitigar las emisiones antes mencionadas, pero se debe saber sobre la variabilidad de captura entre especies; por ello que se lleva a cabo esta investigación, que permitirá considerar la importancia de las plantaciones forestales de Pino radiata, Cupressus spp. y Eucaliptus glóbulus en la localidad de Huariaca.

1.5.2 Justificación Práctica

Este estudio esta direccionada a las metas establecidas por el MINAM que busca que los bosques primarios sean conservados visando contribuir a mitigar el cambio climático y aportar al desarrollo sostenible.

El contenido generado de información muestra una transformación de representatividad y exactitud del terreno relacionado a la biomasa que ingresa como un suministro futuro de Inventarios sobre los GEI (Comunicaciones Nacionales). Además, de soporte buscando mecanismo para mermar las emisiones resultantes de la degradación y deforestación de bosques, preservando las reservas de C forestal, gestionar sosteniblemente los bosques, y acrecentar las reservas forestales de carbono (REDD+), en conjunto al nivel de referencia forestal relacionado al REDD+ del Perú.

1.5.3 Justificación Metodológica

Permitió aplicar un modelo estadístico de regresión lineal que viabilice estimar la captura de CO₂ presentes en plantaciones forestales de Pino radiata, Cupressus spp. y Eucaliptus glóbulus en la localidad de Huariaca, para tal caso se buscó analizar una variable dependiente y varias variables independientes, como es que la cantidad de CO₂ depende del DAP, biomasa, cantidad de carbono.

1.6 Limitaciones de la investigación

La presente investigación no presentó limitación alguna, es así que los objetivos se lograron cumplir sin problema.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de Estudio

2.1.1 Antecedentes Internacionales

- * Calderón y Lozada (2010), cuantificaron el contenido de biomasa y carbono almacenado en plantaciones forestales de diferentes edades. La cantidad de carbonocapturado en sus plantaciones fue de 0.0879 tn/ha, 0.281 tn/ha, 10.89 tn/ha, 20.55 tn/ha a los 2, 4, 8 y 17, años, respectivamente en la especie *Polylepis incana* y 0.00869tn/ha, 0.0592 tn/ha, 0.18 tn/ha a los 2, 4 y 8 años, relacionado a la especie *Polylepis reticulata*. En relación al biomasa el componente aéreo prevalece en el componente subterráneo, mientras los modelos alométricos que mejor se acomodaron presentaron altos coeficientes de R^2 siendo 0.978 y 0.987 para *P. incana* y *P. reticulata*, respectivamente.

- * **Chimbo Y. (2006)**, estima la biomasa en el Bosque de Aguarongo aplicando el método no destructivo, en una especie nativa y en dos introducidas siendo *Hespermoles Ferruginea*, *Eucalyptus* y *Pinus* respectivamente.
- * **Rodríguez y otros (2016)**, estimaron el carbono y biomasa almacenado en bosques de encino (*Quercus rugosa*), pino (*Pinus maximinoii*), ocote (*Pinus patula*), y roble (*Quercus robur*), presente en tejidos encontrados en la región de Frailesca de Chiapa, donde fueron seleccionado 22 parcelas con área de 500 m². Aquí se midieron la edad en años, diámetro normalizado (DN), y altura, en 358 árboles. Para esto, fueron ajustados las ecuaciones de regresión empleadas entre la edad y biomasa acumulada (BMt). Fue notado, que la biomasa de pino acumuló mayores cantidades de carbono, y los menores fueron para el roble, el cual fue relacionado a la edad y estado fisiológico del árbol.
- * **Paéz M. (2014)**, estimó la capacidad y biomasa que poseen las especies forestales *Myrcianthes* sp., y *Weinmannia tomentosa* encontradas en vereda Barón Germania –Tunja – Boyacá, la cual tiene consideró una extensión aproximada de 240ha, seleccionando 4 unidades de muestreo de 20m x 50m (0.1 ha), levantando un inventario forestal y recolectó muestras forestales necesarias, aplicó el método indirecto; llegando a obtener 44,344.6 Kg biomasa aérea total para todas (4) las parcelas de 0,1 ha., obteniendo un resultado de 55,45 tn/C/ha y 2013.5 tn/CO₂. Según su capacidad de captura de carbono determinó especies de mayor relevancia a *Weinmannia tomentosa* y *Myrcianthes* sp., de quienes se demostró que actúan como especies dinamizadoras y reguladoras del ecosistema.
- * **Acosta y otros (2005)**, Determinaron el contenido de C almacenado en sus partes aéreas de ecosistemas que contengan vegetación con pastizal o forestal presentes en los terrenos de 3 regiones de Oaxaca (Sierra Norte). Aquí, fueron

establecidos 5 parcelas de 100 m², donde fueron medidos la biomasa en diversos depósitos como hierbas, mantillo u hojarascas. Estos autores reportaron que el bosque liquidámbar como sistema almacenó mayor cantidad de C. Mientras que el bosque de acahual y encino con edad aproximada de 10 años, fueron 103,51 y 33 Mg/ha, respectivamente. Sistemas con menor acumulación de carbono fueron el acahual y las praderas con edad de 2 años, mostraron valores de 7.8 y 14 Mg/ha, respectivamente.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

- * **Fuentes y García (2013)**, evalúa el contenido de carbono presente en especies forestales de *Myrcia* sp. “Rupiña”, *Manilkara* sp. “Quinilla”, encontrados en el Centro de Producción de Investigación Pabloyacu, Moyobamba”; con el método indirecto para la estimación. El C medido en el sector uno mostro a la especie *Myrcia* sp. con 8.15 tn/ha, mientras el *Manilkara* sp. mostró 25.89 tn/ha. En el sector 2, la especie *Manilkara* sp. presentó 25.21 tn/ha, mientras el *Myrcia* sp. tuvo 5.57 tn/ha. Ambas especies mostraron la cantidad de carbono en 16.48 tn/ha, con la especie *Manilkara* sp. “Quinilla” logró almacenar carbono en mayores cantidades bordeando los 26.05 tn/ha; de su comparación del DAP con el carbono capturado definieron que hubo una relación directa, es decir si uno aumenta el otro también.

- * **Morales A. (2015)**, evaluó poblaciones de *Polylepis rugulosa* relacionada a su eficiencia para retener captura de CO₂ en la provincia de Tarata, Tacna; su área de estudio fue de 25 x 20 m. El método utilizado fue indirecto con

las medias del DAP, altura y algunos cálculos. Dando como resultado que la especie de *Polylepis rugulosa* en un área de 453 km² tuvo la capacidad de captar CO₂ en 31 387,6 tn de CO₂/ha/año y sus densidades poblacionales son cambiantes. Regeneración natural fue relevante en matízales evaluados de 116 individuos (50,2 %), pero menores cantidades en individuos adultos (28 o 12.2%).

- * **Fluker y Sánchez (2016)**, buscando reducir emisiones de los GEI es capturando el CO₂ empleando un sistema silvopastoril teniendo aliso (*alnus acumuminata*). Esto fue realizado en el distrito de Molinopampa, Chachapoyas, Amazonas; donde el área considerada bordeó los 1.67 ha. En total fueron usados 12 alisos, con 6 años aproximados, empleando el método destructivo. Los encuentros reportaron 9.45 tn/ha en la biomasa, en paso 0.01398 tn/ha, y 0.00602 tn/ha en la hojarasca, mientras 3.95 tn/ha en biomasa vegetal. El modelo alométrico presentó un coeficiente de 0.911, sugiriendo que 91.1% mostrado en DAP. Por último, el carbono estimado por este sistema silvopastoril mostró 3.955 tn/ha.
- * **Sarcca A. (2017)**, estima el stock de carbono (tnC) en el bosque de *Polylepis* del Pichu Pichu - Arequipa obteniendo también la valoración económica del servicio ecosistémico en cuestión y construye una ecuación alométrica para *Polylepis rugulosa*. Aplicando el manual de construcción para usar las ecuaciones alométricas, concluyeron que este modelo: $B = 0.16496 [A + D] 2.667785$ logra exponer mejor la relación entre las variables dasométricas y la biomasa. Además, fue estimado que el bosque tiene un stock de C de 140 485.436 tnC. Además, fue estimado un valor económico para servicio ecosistémico de 5 326 259.87 €. En base a los resultados, se concluyó que

existe una necesidad de gestionar programas, proyectos, y políticas que busquen la conservación de bosques y gerenciarlas correctamente.

- * **Saldaña T. (2017)**, estima la captura de carbono de *Prosopis pallida* en el bosquela Calerita - Chiclayo para aportar un desarrollo sustentable para el distrito Tumbán. Delimita dos parcelas con 400 m² (20m x 20m), donde se llevó a cabo un inventario forestal, que fue monitoreado de forma continua por 8 semanas, empleando la guía de observación, registrando las ocurrencias que podrían causar la reducción en la cantidad de árboles y consecuente a este la captura de CO₂ en estas parcelas. Fue aplicado el método indirecto para la biomasa fresca. Concluyeron es posible contribuir al desarrollo sustentable en el distrito de Tumbán, si se logra estimar las capacidades y captura del carbono.

2.2 Bases teóricas - Científicas

2.2.1 Cambio climático

IPCC (2007), define el cambio climático como la variación significativa, en relación a condiciones climáticas observado en largos periodos de tiempo, siendo estos decenios o más. Estos cambios del clima son usualmente relacionados a procesos naturales internos, mudanzas antropogénicas, forzamiento externo que cambian la composición de la atmósfera o uso de la tierra.

2.2.2 Cambio climático en el Perú

El Perú es intensamente vulnerable debido a diversos factores como la desigualdad y pobreza, en conjunto a condiciones de debilidad relacionada a ecosistemas que son vitales como los Andes y la Amazonia. Entre las vulnerabilidades encontradas en Perú relacionado a marco CMNUCC pueden

destacarse a: sequias y desertificación, Zonas costeras bajas, áreas que muestran alta contaminación atmosférica urbana, zonas áridas y semiáridas, zonas expuestas a inundaciones, zonas propensas a desastres, frágiles ecosistemas montañosos, y una economía dependiente básicamente a ingresos producidos a la producción y aplicación de combustibles fósiles. Entre los efectos negativos producidos podría ser el descongelamiento de glaciares y cordilleras, limitación a acceder a recursos hídricos, la presencia del fenómeno del niño reportado con cambios en los padrones de temperaturas y precipitaciones (MINAN, 2015).

2.2.3 Los efectos del cambio climático en el Perú

En Perú, el SENAMHI, órgano representante indica que los GEI, que generan el cambio climático, tienen influencia sobre las precipitaciones registradas en Lima. “La elevación de la temperatura del mar, sobre todo en el Océano Pacífico, eleva la temperatura del planeta, lo que hace que aumenten las precipitaciones en las zonas costeras”. Un fenómeno ejemplo sobre este calentamiento fue pasado en el 2016 a través del Fenómeno del Niño”.

2.2.4 Efecto invernadero

Este efecto ocurre naturalmente cuando la radiación es absorbida por los GEI, haciendo que el calor térmico de la superficie se incremente. Los gases con capacidad de retener el calor son conocidos como GEI, donde el CO₂ forma parte. El CO₂ viene siendo incrementado en los últimos siglos, registrándose valores nunca antes vistos, que causa el calentamiento global (Houghton y Woodwell, 1989; Centeno, 1992).

2.2.5 Captura de carbono

Proceso originado en función de la fotosíntesis. El agua y CO₂, tienden a reaccionar, formándose así carbohidratos con liberación de O₂, que es insertado

a la atmósfera.

Por medio de la fotosíntesis, el CO² es asimilado por la vegetación asimila, quien gana volumen y presenta formación de carbohidratos. Los bosques a nivel mundial conservan y logran capturar mayores cantidades de C comparado a otros ecosistemas terrestres. Además, estos realizan el 90% del flujo anual de C entre la tierra (superficie) y la atmósfera. La fijación del C, es un proceso continuo encontrado en cualquier sistema que muestre intervención en áreas en proceso de degradación o ya degradadas. Son cuantificables en sistemas de uso de tierra bastante trabajados por agricultores, siendo los más conocidos los bosques primarios, plantaciones anuales, áreas quemadas para cultivo, los barbechos, bosques secundarios, sistemas pastoriles, entre otros.

2.3 Definición de términos básicos

- a. **Biomasa:** Peso estimado o equivalente relacionado a la materia orgánica, encontrada por debajo y encima del suelo (FRA, 2005).
- b. **Rodal – Rodales:** comprende la unidad básica del bosque de manera geográfica, pero continua. Está cubierta de árboles se similares características tales como la forma de la pendiente, la estructura, edad, especie, densidad y volumen (GLOSARIOBOSQUES/Términos)
- c. **Ciclo del Carbono:** Elemento químico y vital de los compuestos orgánicos. Circula por el suelo-subsuelo, atmósfera y océanos, todos estos considerados como reservorios de C, por el cual este elemento es transferido por procesos biológicos, químicos, y físicos (ICRAF 2009).
- d. **Carbono fijado:** relacionado al flujo que realiza el C entre la tierra y la atmósfera como consecuencia de la recuperación de áreas previamente deforestadas, de bosques secundarias, pastizales y hasta alcanzar el bosque

clímax. Así, el cómputo está centrado al incremento de biomasa transformada a carbono (SERFOR. 2015)

- e. **Métodos de medición de carbono:** Para evaluar la biomasa aérea se puede emplear dos métodos: El primero “método directo o destructivo” y el segundo “método indirecto”. El método que usaremos es el indirecto, porque no se pretende interferir en la planta o degradarla. (SERFOR. 2015)
- f. **Método Directo o destructivo:** Este método relaciona a través de una ecuación de funciones matemáticas y/o regresión entre la biomasa (peso total seco) y las variables fácilmente mensurables como la altura total, diámetro, u otros que se emplean para los inventarios forestales (Calderón & Lozada, 2010).
- g. **Método indirecto:** Este método fue el aplicado en este trabajo, y se refiere a emplear factores o ecuaciones expandibles que dejen la articulación de dimensiones básicas recolectadas de las plantaciones (diámetro de copa, diámetro y la altura) o de inventarios forestales que contengan características útiles tales como la densidad de madera o volumen de este, siendo no necesario computar estas últimas para poder determinar la biomasa total del árbol (Torres, 2011). Las ecuaciones son procesadas por intermedio de análisis de regresión y es aplicado cuando existen dimensiones grandes algo característico en bosques naturales (B. Schlegel, 2001).
- h. **Deforestación:** se refiere a destruir los bosques permanentemente. Si los árboles son cosechados y seguidamente son reforestados este acto no es considerado como de deforestación. (SERFOR, 2015).
- i. **Plantación:** Espacios forestales que no contienen las principales características y esenciales elementos de ecosistemas naturales, que es

resultante de tratamientos silviculturales o plantaciones llevadas a cabo (SERFOR, 2015).

- j. Productos forestales no-maderables:** son aquellos productos forestales, pero no son considerados las maderas o subproductos de estos tales como hojas, resina, u otro cualquier material procedente de esta materia prima como animales o plantas (MINAGRI).
- k. Reforestación:** repoblar o volver a plantar sobre la tierra especies arbolistas (MINAGRI)
- l. Sumidero de carbono:** proceso que ocurre de forma natural que merma el CO₂. Actúa como almacenador de C, el cual es emitido por ecosistemas forestales, como consecuencia de reforestar o forestar como está establecido en el ítem 3.3 del protocolo de Kyoto (Mogas, J. y P. Riera. 2004).
- m. Los sistemas agroforestales:** son los responsables de la gestión y empleo de los recursos naturales donde usualmente son relacionados a juntar simultáneamente cultivos agrícolas y especies forestales aplicados en un mismo terreno. Con esta integración se logra una mayor productividad animal y vegetal, diversidad alimenticia, reducir el uso del suelo intensamente, para obtener madera y leña, mitigar la erosión, y evitar la escorrentía. Además, las pasturas logran almacenar el carbono, pero cuando estos emiten este elemento, este fenómeno es relacionado a un factor negativo o aplicado (Arias K. 2001),
- n. Cambio climático:** son acontecimientos que suceden a periodos largos de tiempo como consecuencia a mudanzas naturales o antrópicas (según IPCC). Similar, la Convención sobre el Cambio Climático, menciona que

es una mudanza directa o indirecta de actividades antrópicas que lograr alterar la atmosfera composicional. Estas ocurrencias aportan a las variabilidades del clima observados cuando se compara a periodos anteriores (IPCC, 2006).

ñ. Mapa base: Imagen como mapa recreada sintéticamente que representa el territorio, con el intuito de obtener la referencia geográfica sobre la temática del mapa; ofreciendo información espacial sal área que lo referencia (Quispe V., 2002).

o. Sistema de Información Geográfica: en una manera integradora de componentes como software, hardware y datos geográficos que visan diseñar, almacenar, capturar, desplegar, y analizar las informaciones geográficas en todas sus maneras (CIESAS)

2.4 Formulación de Hipótesis

2.4.1 Hipótesis general

El eucalipto (*Eucalyptus globulus*), ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y pino (*Pinus radiata*) contribuyen significativamente en la captura de dióxido de carbono (CO_2) en la localidad de Huariaca – Pasco.

2.4.2 Hipótesis específicos

- Existe captura significativa de dióxido de carbono (CO_2) en el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y pino (*Pinus radiata*), en su biomasa aérea.
- Existe captura significativa de dióxido de carbono (CO_2) en el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y pino (*Pinus radiata*), en la necromasa.

2.5 Identificación de Variables

El actual estudio de investigación presenta una sola variable, para tal caso es denominada univariable y es como sigue:

Estimación del nivel de captura de dióxido de carbono (CO₂) del eucalipto (*eucalyptus globulus*), ciprés (*cupressus macrocarpa*) y pino (*pinus radiata*), en la localidad de Huariaca.

Dónde: Las plantaciones forestales de: Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*) determinado por la capacidad de capturar y reducir el CO₂ de la atmósfera.

Y la captura de CO₂: permitiendo cuantificar las variables (DAP, altura fuste y alturafuste) obtenidos a través del inventario forestal y se determinó su eficiencia mediante el empleo de ecuaciones alométricas planteadas en estimar biomasa, almacenamiento de carbono y secuestro CO₂.

2.6 Definición Operacional de Variables e Indicadores

Operacionalización de Variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicadores	Criterios De Medición	Valores Finales	Tipo De Variable	Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos
Univariabilidad: Estimación del nivel de captura de dióxido de carbono (CO₂) del eucalipto (eucalyptus globulus), ciprés (cupressus macrocarpa) y pino (pinus radiata), en la localidad de Huariaca. (Captura de CO₂ en plantaciones forestales)	CO ₂ - biomasa: Determinar la biomasa forestal es relevante porque ayuda a conocer sobre el potencial que tienen las ramas, hojas, fuste, y raíces para capturar carbono. (Brown S, 1989)	El factor suelo y factores climáticos son importantes para justificar el almacenamiento de carbono en largos periodos, los ecosistemas forestales son suficientes de almacenar grandes proporciones de dióxido de carbono. (MINAN, 2016).	“Biomasa vegetal”	Biomasa arbórea viva	t/ha	Almacenamiento CO ₂ en la Biomasa aérea viva total por especie eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>), ciprés (<i>Cupressus macrocarpa</i>) y pino (<i>Pinus radiata</i>)	“Cuantitativo”	La guía para determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales (MINAGRI, 2009) fue aplicada. Fue llevada a cabo el inventario forestal para cuantificar en la biomasa aérea, subterránea, y secuestro CO ₂ en plantaciones forestales de (<i>Eucalyptus globulus</i>), ciprés (<i>Cupressus macrocarpa</i>) y pino (<i>Pinus radiata</i>). El método no destructivo fue aplicado a través de ecuaciones alométricas (diámetro y altura total) establecidas para Perú (MINAM, 2016).
				Carbono en biomasa	Tc/ha			
			“Stock de carbono”	Secuestro de dióxido de carbono	T CO ₂ /ha.			
	Plantas perennes, tronco, estructura leñosa y fibrosa empleados como materia prima. Suelen ser nativas, como ingresadas, y que sirven para producción. (Ryan, 1996)	Las plantaciones reforestadas ofrecen variados servicios indirectos: captura de C, fijar C en los suelos, retención de nutrientes, captura precipitación, regula el clima local y aporta en la belleza paisajística. (MINAN, 2016)	“Cálculos biométricos a través de especies forestales buscando determinar el secuestro de CO ₂ ”	Circunferencia	m	Cuantificación CO ₂ almacenado en especie (<i>Eucalyptus globulus</i>) y pino (<i>Pinus radiata</i>)	“Cuantitativo”	
				altura fuste	m			
				altura fuste	m			

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo y de Investigación

Conforme a la clasificación, y por el nivel, el actual trabajo es no experimental; ya que su objetivo es analizar un problema de investigación casi nada investigado o que fue poco tratado previamente. Es así que revisando la literatura fue revelado que solamente fueron estudiados guías o ideas poco relacionadas con objeto de estudio. Como este trabajo no únicamente presenta conceptos, su fin es explicar motivos casuales, de por qué ocurre un evento y en qué términos se da este. (Hernández, S. 2014)

3.2 Nivel de Investigación

Tiene un nivel descriptivo

3.3 Métodos de Investigación

El método está relacionado al diseño, siendo así este estudio es No experimental, descriptivo; ya que visa estimar la cantidad de captura de CO₂ presente en el eucalipto (*Eucalyptus globulus*), ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y pino (*Pinus radiata*); así mismo, no hay manipulación de variables y tampoco se

recolectan datos se presenta en un tiempo y momento único. (Hernández, S. 2014)

3.4 Diseño de Investigación

Los diseños no experimentales podrían ser aplicados en ambos cualitativos o cuantitativos enfoques. Por tanto, la actual investigación es un estudio con diseño no experimentales está basada a la temporalización de la investigación. (Hernández y otros. 2003)

3.5 Población y Muestra

El área determinada se ubica en la localidad de Huariaca, la biomasa concierne al número total de materia viva que muestra en un determinado momento para un sistema biológico, denotada en unidades de peso seco/unidad de superficie, logrando ser empleado para establecer a través de inventarios la cantidad de materia biológica que se halla disponible en un momento y entorno delimitado. La disposición de biomasa en fustes, ramas, hojas y raíces cambia notablemente con la especie, edad, sitio y tratamiento silvicultural.

3.6 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

3.6.1 Diseño de muestreo para la estimación de biomasa en bosques

Schlegel, et al., (2000), refiere que en estudios de biomasa depende de la variabilidad de los bosques, la precisión deseada, las especies encontradas y los recursos disponibles, se emplearan diversos números de árboles de muestra, que generalmente difieren entre 20 y 40 árboles, eligiéndose alrededor de 3 por parcela medida. Para zonas amplias, se eligen cerca de 30 árboles, pero si se precisa establecer la biomasa en localidades específicas, 15 árboles es una cantidad conveniente. Asimismo, el diseño ofrece terrenos rectangulares de 10 m x 25 m para muestreos de biomasa forestal en plantaciones forestales.

3.6.2 Estimación del número de unidades de muestreo

Para realizar el muestreo en el bosque de Huariaca de rodales de ciprés, eucalipto y pino; luego de definir el tamaño apropiado de la unidad de muestreo, y asumiendo que conseguiremos una distribución aproximadamente normal de los datos, conseguimos calcular el número de unidades para el muestreo de ciprés, eucalipto y pino, que se requiere para obtener la precisión que deseamos. El número de unidades depende de la variación que muestren los datos y el nivel de error o precisión que se pretende alcanzar. Un ejemplo, cuando son llevados a cabo estudios de stock de carbono, es aconsejable solo emplear un error de 10 - 20% (Pearson et al., 2005).

La ecuación a seguir refleja el número de unidades de muestreo:

$$n = \frac{t_{\alpha}^2 C^2}{E^2}$$

Dónde:

n = Número de unidades de muestreo

α = Es el valor estadístico de t de Student a una probabilidad (normalmente $\alpha=0.05$)

E = Es el error deseado (porcentaje del promedio, 10-20%) CV = “Coeficiente de variación es obtenido a través de:

$$CV = \frac{\text{Desviación estandar}}{\text{Promedio}} \times 100$$

3.6.3 Materiales y Equipos

Los materiales empleados para recolectar datos son a seguir:

- Bolsas de papel.
- Libreta de campo
- Wincha de 3 m a 10 m

- SERRUCHO
- Cámara fotográfica
- Balanza casera
- Guantes de tela.
- Rotuladores
- Tijera de poda.
- Bolsas plásticas

3.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Vargas, (2007) sugiere, que los métodos estadísticos, son clasificados como aquellos paramétricos y no paramétricos. El primero es aplicado principalmente a datos cuantitativos, para emplear este método; es necesario tener una muestra de tamaño de más grandes que $n = 30$, se utiliza el total del conjunto de los datos, es así que el empleo de este método es eficiente y confiable estadísticamente.

En el actual trabajo la validez de los análisis y la examinación de las muestras de plantaciones de Eucalipto y Pino fue aplicada la estadística inferencial paramétrica.

Aquí, fue empleado la prueba de ANOVA de un único factor, el cual fue comparado al método Kruskal-wallis, buscando identificar si hay diferencias considerables entre 2 grupos, o estos difieren entre sí. Los datos fueron evaluados aplicando el programa Excel y el empleo de cálculos matemáticos.

Hernández, R. (2014) menciona, que cuando empleado la estadística descriptiva, o prueba de correlaciones, en este se realiza el análisis de la relación entre dos variables el cual es cuantificado en un nivel por intervalos o de razón, para estudiar si 2 grupos o más difieren notablemente entre estos.

3.7.1 Aplicación del SIG en el medio ambiente

Moldes F.J. (1995) declara ue los SIG ayudan en labores de gestión, conocimiento, y divulgación de actividades que dibujen al medio ambiente, por intermedio de crear modelos que viabilicen analizar los recursos naturales. Además, permite monitorearla gestión, almacenaje y gestión a datos relacionados al medio ambiente.

3.8 Tratamiento Estadístico

Para evaluar los datos de productividad de biomasa y carbono capturado en las 3 especies forestales en investigación, se empleó el diseño totalmente al azar (DCA), con 3 tratamientos y cada una con 3 repeticiones, el esquema de análisis de ANOVA, y el modelo aditivo lineal aplicado se describe a seguir:

Cuadro n° 01. ANOVA: (Biomasa entre especies)

F. DE V	DEFINICIÓN	G.L
Especies	t-1	2
Error Experimental	t(r-1)	6
Total Correcto	tr-1	8

Cuadro n° 02. ANOVA: (Biomasa entre componentes por especie)

F. DE V	DEFINICIÓN	G.L
Especie (A)	a-1	2
Componentes (B)	b-1	2
A x B	(a-1)(b-1)	4
Error Experimental	ab(r-1)	18

Total Correcto	abr-1	26
-----------------------	-------	----

Cuadro n° 03. ANOVA: (Captura de Carbono entre especies)

F. DE V	DEFINICIÓN	G.L
Especies	t-1	2
Error Experimental	t(r-1)	6
Total Correcto	tr-1	8

El modelo lineal aditivo es el siguiente:

$$Y_{ij} = u + A_i + e_{ij}$$

Dónde:

Y_{ij}= Variable de respuesta

u = Media poblacional

A_i= Efecto de tratamiento sobre medio

experimentalDónde: i=1,2,... , t.

e_{ij} = Efecto del error

experimentalDónde:

j= 1,2,..... , r

Calculo de la Altura Total

Se determinó la altura de los arboles haciendo uso de la siguiente fórmula propuesta por el manual de usuario del clinómetro óptico modelo Suunto. (Sunnto, 2000)

$$H = \left(\frac{Lc}{20} * d \right) + h_o$$

Donde:

H = Altura total del árbol (m)

Lc = Lectura del clinómetro (Lc / 20)

d = Distancia entre operador y el árbol (m)

ho = Altura hasta el ojo del operador (m)

Cálculo del Área Basal

Se halló el área basal de los árboles en metros cuadrados por ha (m²/ha) por medio de la siguiente fórmula propuesta por (Chambi, 2001) para árboles en pie.

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

Donde:

G = Área basal en m²

π = 3,1416

DAP = Diámetro de altura pecho (1.30 m)

Cálculo del Volumen

Para determinar el volumen que se expresa en metros cúbicos por ha-1 (m³/ha) se utilizó la fórmula de (INRENA 2003).

$$V = G * f * h$$

Donde:

V = Volumen (m³)

G = Área basal en m²

f = Factor de forma (0,75)

h = Altura total (m)

Determinación de la Biomasa

Para estimar la biomasa de las plantaciones forestales se utilizó los datos del inventario forestal realizado en el área de estudio. (Rivera, 2009). Para ello es importante contar con los datos necesarios (DAP, altura total y densidad básica de la madera) para aplicar la ecuación de estimación de biomasa más exacta descrita por Brown, 1989.

- **Estimación Biomasa del fuste:** Para obtener la biomasa del fuste se utilizó la fórmula propuesta por Brown, S. (1997)

Donde:
$$BF = \frac{V * Db}{1000}$$
 BF = Biomasa del fuste en toneladas (t)

V = Volumen en metros cúbicos (m³)

Db = Densidad básica en Kg/m³

- **Estimación Biomasa aérea:** Posteriormente se procedió calcular la biomasa aérea total a partir de la biomasa del fuste y el factor de expansión de biomasa (IPCC,2003).

$$BAT = BF * FEB$$

Donde:

BAT = Biomasa aérea total en toneladas (t)

BF = Biomasa del fuste en toneladas (t)

FEB = Factor de expansión de biomasa = 3,4 (IPCC, 2003)

- **Biomasa radicular:** Para este estudio se consideró el valor de 20% de biomasa radicular respecto de la biomasa aérea obtenida (Higuchi

N.1994)
$$BR = BAT * R$$

Donde:

BR = Biomasa radicular

en toneladas (t) **BAT** =

Biomasa aérea en

toneladas (t) **R** = 0,20

(Higuchi N. 1994)

▪ **Estimación Biomasa verde total:** Para el cálculo de la biomasa verde total se procedió a sumar la biomasa aérea total más la biomasa radicular (Higuchi N. 1994).

$$\mathbf{BVT = BAT + BR}$$

Donde:

BVT = Biomasa verde total en toneladas (t)

BAT = Biomasa aérea en toneladas (t)

BR = Biomasa radicular en toneladas (t)

Estimación del Contenido de Carbono

La biomasa verde se multiplicó por 0,5 debido a que la materia verde contiene en promedio un 50% de carbono y 50% de agua almacenado para ello se utilizó la siguiente fórmula (IPCC, 2003)

$$\mathbf{CT = BV * 0,5}$$

Donde:

CT = Carbono total en toneladas de carbono por hectárea (tC/ha⁻¹)

BV = Biomasa verde en toneladas por hectárea (tC/ha⁻¹)

Estimación del Secuestro Dióxido de Carbono

Para estimar la cantidad de dióxido de carbono se procedió a multiplicar el carbono total expresado en toneladas con el factor Kr. Fórmula propuesta por: (Alegre J. 2008) y IPCC, (2003)

$$\text{CO}_2 = \text{CT} * \text{Kr}$$

Donde:

CO₂ = Dióxido de carbono en toneladas por hectárea (t/ha⁻¹)

CT = Carbono total en toneladas por hectáreas (t/ha⁻¹)

Kr = 3,667

3,667 = Factor de conversión a CO₂ resultante del cociente de los pesos moleculares del dióxido de carbono y del carbono.

(Peso de las emisiones) /(Peso atómico del Carbono)

* Peso del CO₂ = C+2O = 43,999915

* Peso atómico del Carbono = 12,001115

* Peso atómico del Oxígeno = 15,9994 x 2 = 31,9988

3.9 Selección y Validación de los instrumentos de investigación

- a. Hernández, S. (2014) asegura, que la recolección de datos involucra en procesar un plan detallado de técnicas o medios que nos guíen a recoger datos con una intención específica. Una herramienta de medición es aquella que registra datos observables que simbolizan ciertamente los conceptos o las variables que el investigador tiene como intención. En términos cuantitativos es el registro de datos reales o verídicos, que consiste en el registro organizado, válido y fidedigno de comportamientos y situaciones observables.
- b. Es así que en el presente estudio de investigación se efectuó la recolección de datos cuantitativos desde el punto de vista vivencial, es decir, el registro de datos se efectuó a través de la observación con el instrumento de medición denominado inventario forestal efectuado al 100% en el bosque plantado de Eucalipto y Pino.
- c. Decreto Supremo N° 007-2016-MINAM, Estrategia Nacional sobre Bosques

y Cambio Climático. Es un importante instrumento de gestión abocado a lograr las metas de reducción de la deforestación y en general de las emisiones de GEI procedentes de la tala y quemado de los bosques, donde se plantea promover e incentivar la implementación de toda acción de mitigación del sector forestal/USCUSS que sea de prioridad para el cumplimiento a la contribución nacional.

- d. Decreto Supremo N° 012-2009-MINAM, se aprobó la política nacional del ambiente, cuyo eje de política 1 establece, entre sus objetivos, lograr la implementación de instrumentos de evaluación, valorización y financiamiento para la preservación de los recursos naturales, diversidad biológica y prestaciones ambientales en el país; y como lineamiento de política del tema 4; aprovechamiento de los recursos naturales, promover la valoración económica de los servicios ambientales que genera la diversidad biológica y especialmente, los ecosistemas vulnerables incluyendo los bosques húmedos tropicales, para la prevención y restablecimiento del medio ambiente.
- e. Estimación de los contenidos de carbono de la biomasa aérea en los bosques del Perú, es un documento que puntualiza la metodología seguida y los resultados del primer esfuerzo realizado en el Perú, a escala nacional referido a la estimación de la presencia de carbono en los bosques del Perú a partir de datos de campo. La presencia de carbono obtenido durante el presente estudio ha sido estimada sobre el sustento de inventarios forestales y de carbono, ejecutados por instituciones gubernamentales y no gubernamentales, a nivel nacional e internacional, con prevalencia en los bosques del Perú. Para la selección y validación del instrumento de investigación se consideró lo indicado en el ítem 4.3, estimación de contenidos de carbono por parcela,

documento autorizado del ministerio del ambiente, por lo que se preparó un formato para el inventario de captura de dióxido de carbono, teniendo en cuenta la información requerida para el desarrollo de las Ecuaciones alométricas utilizadas para el cálculo de contenido de carbono en biomasa arriba del suelo en los bosque indicados en la siguiente tabla:

Tabla N° 1. Ecuaciones alométricas empleadas para el cálculo de contenido de carbono en biomasa arriba del suelo en bosque

Ecuación / Factor	Alcance	Región	Referencia
$0,112 \times (\rho \cdot \text{dap}^{2.5} \cdot \text{ht})^{0.916}$	Costa y Sierra	Dry forest	Chave <i>et al.</i> (2005)
$\rho \cdot \text{Exp}(-1,239 + 1,980 \cdot \text{Ln}(\text{dap}) + 0,207 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^2 - 0,0281 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^3)$	Selva Alta y Zona Hidromórfica	Wet forest	Chave <i>et al.</i> (2005)
$\rho \cdot \text{Exp}(-1,499 + 2,148 \cdot \text{Ln}(\text{dap}) + 0,207 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^2 - 0,0281 \cdot \text{Ln}(\text{dap})^3)$	Selva Baja	Moist forest	Chave <i>et al.</i> (2005)
$6,666 + 12,826 \cdot \text{ht}^{0.5} \cdot \text{Ln}(\text{ht})$	Palmas de Alto Porte (ht > 11m)		Pearson <i>et al.</i> (2005)
$23,487 + 41,851 \cdot \text{Ln}(\text{ht})^2$	Palmas de Bajo Porte (ht ≤ 11m)		Pearson <i>et al.</i> (2005)
	Lianas		Putz F.E. (1983)
0,49	Fracción de carbono		IPCC, 2006
0,64	Densidad de madera por defecto		

Dónde:
 ρ = densidad de la madera
 dap = diámetro a la altura de pecho
 ht = altura del árbol

3.10 Orientación ética.

El informe de investigación cumple con respetar la ética profesional, considerando las normas morales que rigen y por consiguiente respeto por los valores.

Por tal motivo, se han revisado los estudios previos de nuestro proyecto de investigación, elaborando las referencias de acuerdo a las normas de ética, asimismo en cumplimiento al esquema de tesis

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción del trabajo de campo

4.1.1 Cantidad de biomasa, carbono y CO₂ en Ciprés (*Cupressus macrocarpa*)

La tabla N° 1, muestra los resultados de la cuantificación de la biomasa, carbono y CO₂ en tn/ha para plantaciones de *Ciprés (Cupressus macrocarpa)* en la localidad de Huariaca. Se puede notar que existe un aumento de biomasa a mayor DAP. Es así, para el valor máximo de DAP de 67.72 cm, la biomasa es de 2000.96 kg/árbol y el valor mínimo de DAP de 10.58 cm es de 25.40 kg/árbol, ósea tiene una diferencia de 79 veces, confirmando que a mayor DAP mayor será la biomasa almacenada en consecuencia el secuestro/captura de CO₂ es mayor.

Tabla N° 1. Biomasa, carbono y CO2 en tn/ha, de las plantaciones forestales en

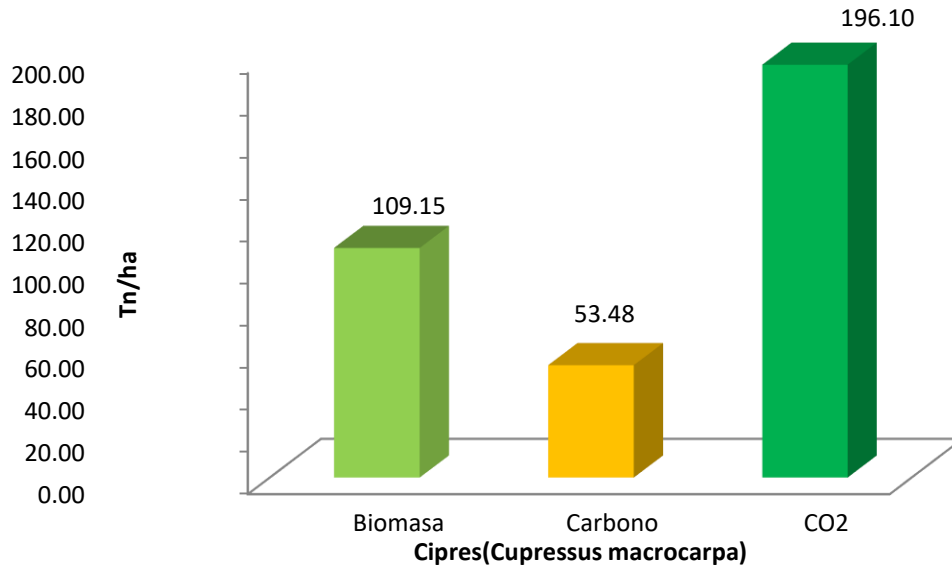
Cipres (*Cupressus macrocarpa*)

Especie	DAP	Biomasa (kg/árbol)	Biomasa (tn/ha)	Carbono (tn/ha)	CO₂ (tn/ha)
Cupressus	Max	67.72	2000.96		
macrocarpa	Min	10.58	25.40		
Total			109.15	53.48	196.10

Fuente: Elaboración propia

Se observa en el grafico n° 1, que la cantidad de carbono (C) es menor en las plantaciones de *Cipres (Cupressus macrocarpa)*, en vista de que el carbono representa el 50% de la biomasa existente, ósea que el fuste de los arboles es 50% carbono y 50% masa; y los resultados tienen la misma inclinación que la biomasa, a más DAP más es el valor del carbono almacenado. También se puede distinguir que los valores de CO₂ son superiores por casi tres veces más al del carbono en la especie *Cipres (Cupressus macrocarpa)* que al factor de conversión de masa atómica.

Grafico N° 1. Captura de biomasa, carbono y CO₂ en tn/ha, en Cipres (*Cupressus macrocarpa*)



Fuente: Elaboración propia

4.1.2 Cantidades de biomasa, carbono y CO₂ en eucalipto (*Eucaliptus glóbulus*)

La tabla N° 2 presenta los resultados de la cuantificación de la biomasa, carbono y CO₂ en tn/ha para *Eucaliptus glóbulus* en la localidad de Huariaca. Donde se puede evidenciar que existe un aumento de biomasa a mayor DAP. Es así, que para el valormáximo de DAP de 70.18 cm, la biomasa es de 2175.28 kg/árbol y la del valor mínimo de DAP de 22.01 cm es de 168.60 kg/árbol, donde se tiene una diferencia de 13 veces, que no es mucho; ya que las especies son de la misma edad, asimismo reafirmando que a mayor DAP mayor será la biomasa almacenada.

Tabla N° 2. Biomasa, carbono y CO₂ en tn/ha/año, de las plantaciones forestales en

Eucaliptus glóbulus

Especie	DAP	Biomasa (kg/árbol)	Biomasa (tn/ha)	Carbono (tn/ha)	CO₂ (tn/ha)
Eucaliptus	Max	70.18	2175.28		
globulus	Min	22.06	168.60		
Total			293.12	143.63	526.64

Se observa en el grafico n° 2 que la cantidad de carbono es menor en las plantaciones de Eucalipto (*Eucaliptus globulus*), esto se debe a que el carbono representa el 50% de la biomasa existente, y los resultados tienen la misma tendencia que la biomasa, a mayor DAP mayor es el valor del carbono almacenado. Para tal caso se puede diferenciar que los valores de CO₂ conservan un rango mayor por casi dos veces al de carbono en la especie la Eucalipto (*Eucaliptus globulus*).

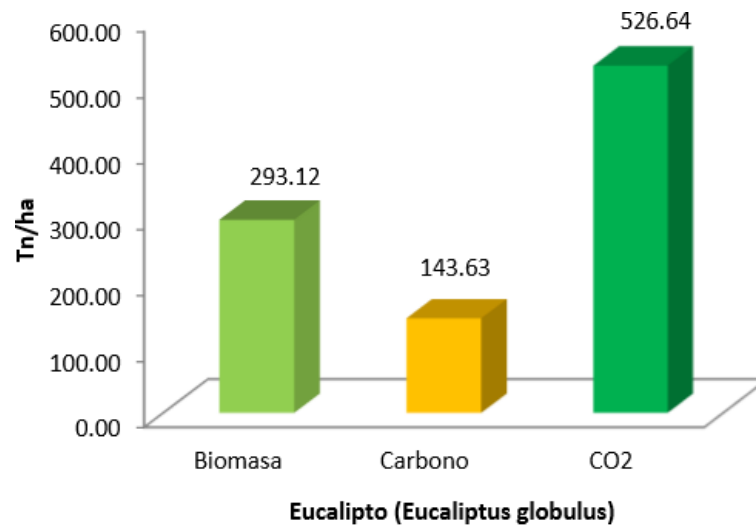
La captura promedio anual de carbono y CO₂ para las plantaciones de las tres especies de la localidad Huariaca como consecuencia del incremento Medio Anual IMA se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N° 3. Captura promedio anual de C y CO₂

(IMA 7.96 m³/ha/año)	IMA Ajustado m³/ha/año	INCREMENTO ANUAL DE BIOMASA m³/ha/año	CAPTURA POTENCIAL ANUAL DE C tn/ha/año	FIJACIÓN DE CO₂ ANUAL EN tCO₂/ha
8.34	20.13	15.20	7.60	27.87

Fuente: Brown et al, 1986 y Farnum et al, 1983 Citado en el IPC, 1996

Grafico N° 2. Captura de biomasa, carbono y CO₂ en tn/ha, en Eucaliptus globulus



Fuente: Elaboración propia

4.1.3 Cantidad de Biomasa, Carbono y CO₂ en Pino (*Pinus radiata*)

La tabla n° 4 muestra los resultados de la cuantificación de la biomasa, carbono y CO₂ en tn/ha para el *Pino (Pinus radiata)* en la localidad de Huariaca. Donde se observa que los valores de la biomasa son muy menores o bajos a diferencia de las demás especies forestales en estudio, esto se debe a que la consistencia de las plantaciones es muy densa. Para el valor máximo de DAP de 51.51 cm, la biomasa es de 761.16 kg/árbol y la del valor mínimo de DAP de 17.76 cm es de 61.70 kg/árbol,

donde existe una diferencia de 12 veces, reafirmando que a mayor DAP mayor será la biomasa almacenada.

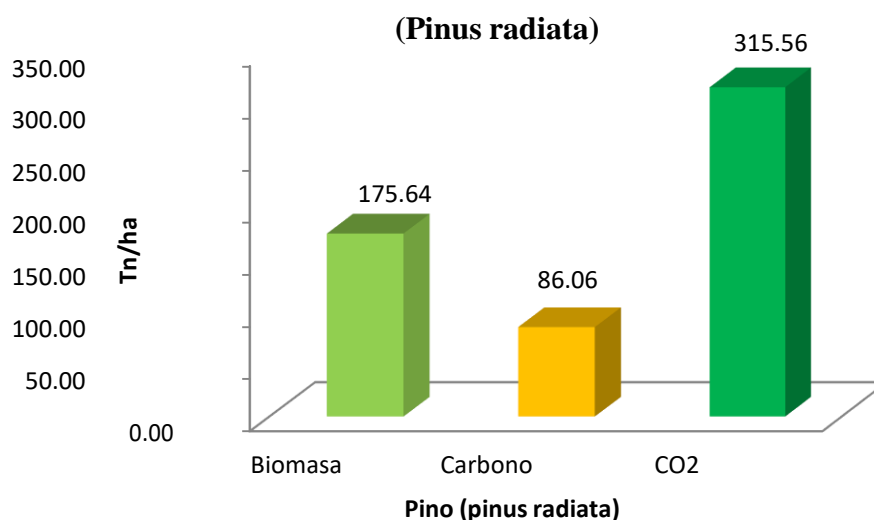
Tabla N° 4. Biomasa, Carbono y CO2 en tn/ha, de las plantaciones forestales en Pino (Pinus radiata)

Especie	DAP	Biomasa (kg/árbol)	Biomasa (tn/ha)	Carbono (tn/ha)	CO ₂ (tn/ha)
Pino (Pinus radiata).	Max	51.51	761.16		
	Min	17.76	61.70		
Total			2.37	1.16	4.26

Fuente: Elaboración propia

Observamos en el grafico N° 3, una menor cantidad de carbono, porque el carbono representa el 50% de la biomasa existente, y los resultados tienen la misma tendencia que la biomasa. Por ello, es que se puede diferenciar que los valores de CO₂ son mayores por casi tres veces al del carbono en la especie estudiada.

Grafico N° 3. Captura de biomasa, carbono y CO2 en tn/ha, en Pino



Fuente: Elaboración propia

4.2 Presentación, análisis e interpretación de resultados

4.2.1 Comparación de las cantidades de CO₂ capturado entre las plantaciones forestales de *Eucalipto (Eucalyptus globulus)*, *Ciprés (Cupressus macrocarpa)* y *Pino (Pinus radiata)*.

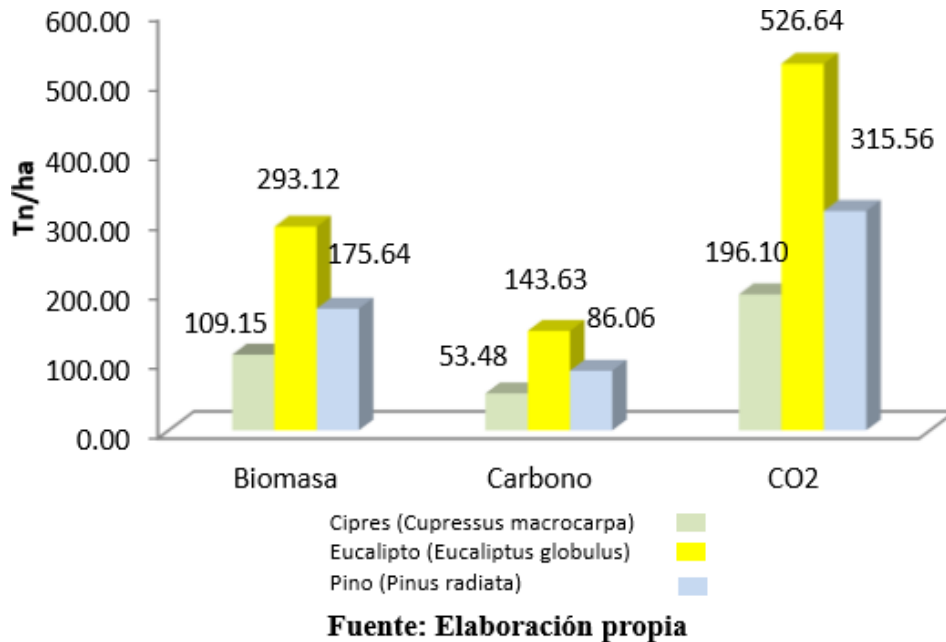
La tabla N° 5 muestra la comparación entre las especies forestales de Ciprés (*Cupressus macrocarpa*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y Pino (*Pinus radiata*).

Tabla N° 5. Captura de dióxido de carbono en la biomasa en las tres especies forestales en la localidad de Huariaca

Especie	Biomasa (Tn/ha)	Carbono (Tn/ha)	CO₂ (Tn/ha)
Ciprés (<i>Cupressus macrocarpa</i>)	109.15	53.48	196.10
Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)	248.31	121.67	446.12
Pino (<i>Pinus radiata</i>)	175.64	86.06	315.56

Fuente: Elaboración propia

Grafico N° 4. Captura de biomasa, carbono y CO2 en tn/ha en las tres especies forestales



De acuerdo al grafico N° 4, los resultados obtenidos de la cantidad de biomasa en las especies forestales de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*); se encontró mayor cantidad biomasa arbórea viva total en las plantaciones de Eucalipto y Pino, en Eucalipto con un total de 293.12t /ha; seguido de la plantación de pino con un total 175.64 t /ha. Estos resultados difieren de otros estudios primordialmente por la edad de la plantación, las características de cada parcela; algunos de los factores, entre ellos el clima, suelo, tipo de plantación, altitud (m.s.n.m), precipitación (mm/año), temperatura (°C), edad, diámetro (m), altura (m) y densidad básica del árbol (Añazco, 1996).

De acuerdo con los resultados obtenidos la cantidad de carbono almacenado en las plantaciones forestales de Cipres (*Cupressus macrocarpa*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y Pino (*Pinus radiata*); se encontró mayor

almacenamiento de carbono, en Eucalipto con un total de 121.67 t C /ha; seguido de la plantación de Pino con un total 86.06 t C /ha.

Los glóbulos es una especie de gran altura de fuste recto, diámetro regular y hojas grandes que poseen corta vida y que caen en gran cantidad en la época de estío.

En consecuencia, los ecosistemas forestales como el Eucalipto y Pino integran una de las mayores condiciones de almacenamiento de carbono, gracias a la fotosíntesis en uno de estos procesos y cada día cobra más consideración de empleo y el uso de los productos conseguidos a través de un conjunto de reacciones químicas.

Añazco (1996), menciona que se debe considerar criterios como tipo de bosque o vegetación, densidad de la madera, factores de ajuste que se basan en datos de biomasa calculada a partir de volúmenes por hectárea de inventarios forestales, así como clima, suelo, tipo de plantación, altitud (m.s.n.m), precipitación (mm/año), temperatura (°C), edad, Diámetro (m), altura (m).

Los bosques de la Tierra tienen una enorme capacidad de absorción y retención del CO₂; y en la actualidad es ampliamente reconocido que los ecosistemas forestales pueden ayudar a reducir los impactos del cambio climático con un secuestro de carbono anual global estimado. (Añazco, 1996).

4.2.2 Determinación del modelo del DAP y CO₂

Para entender la significancia que existe entre el DAP y CO₂ se modela en regresión lineal en el programa SPSS 25, mostrado en las siguientes tablas y los gráficos se encuentran en regresión potencial por la forma de dispersión de datos.

Tabla N° 6. Resumen del modelo de regresión de la especie forestal Cupressus spp

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error	
				estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,964 ^a	,930	,927	3,78296	1,309

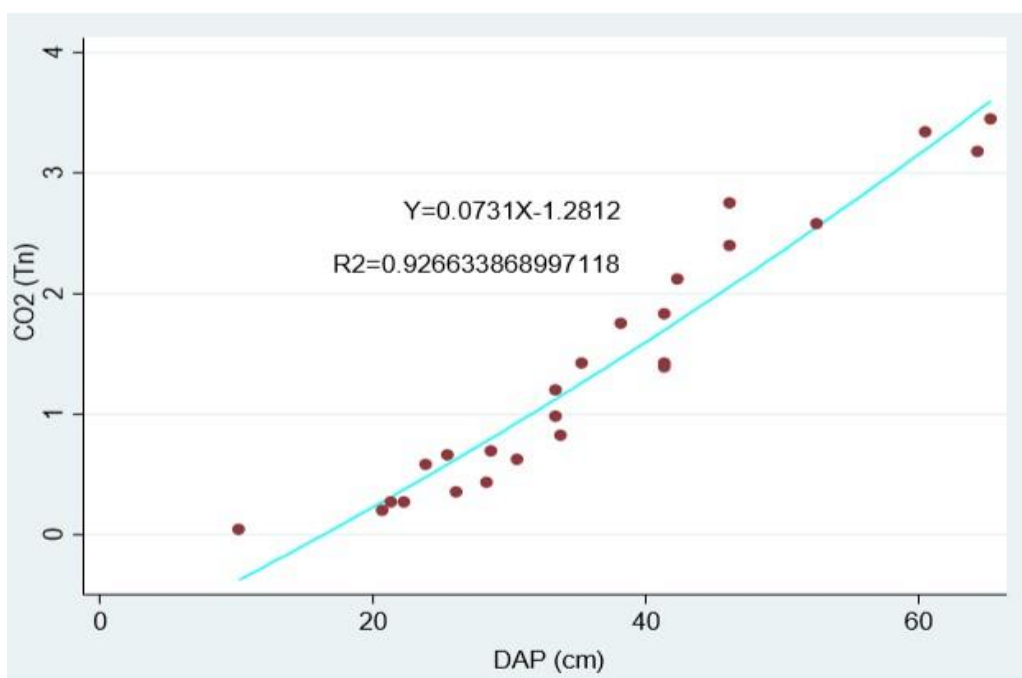
a. Predictores: (Constante), CO₂ (Tn)

b. Variable dependiente: DAP (cm)

Fuente: Elaboración propia

Según los resultados obtenidos se observa en la tabla n° 6, que el R² tiene un valor cercano a la unidad que es 0.930 y es aprobada al igual que el R² ajustado que es de 0.927. No obstante, se hace una rectificación en el gráfico n° 5 de la línea de tendencia de lineal a potencial, porque la dispersión de los valores y el resultado se asemeja más a la unidad R² 0.930.

Gráfico N° 5. Relación entre DAP y CO₂ de Cipres (Cupressus macrocarpa)



Fuente: Elaboración propia

Se muestra en la tabla n° 7, el R^2 tiene un valor cercano a la unidad que es 0.965, y es aprobada al igual que el R^2 ajustado que es de 0.963. No obstante, se realizaron cambios del análisis lineal a potencial por la tendencia de la dispersión de los puntos que se muestra en el gráfico n° 6, con el valor del R^2 de 0.963 que es más cercano a la unidad. En el análisis de correlación de errores se utilizó el indicador Durbin-

Watson, que debe tener un valor cercano a 2, para comprobar que no tiene auto correlación. Para la especie de *Eucaliptus globulus* el valor es de 1.793, lo cual indica que no existe una correlación de primer orden entre los residuos.

**Tabla N° 7. Resumen del modelo de regresión de la especie forestal Eucalipto
(*Eucaliptus glóbulus*)**

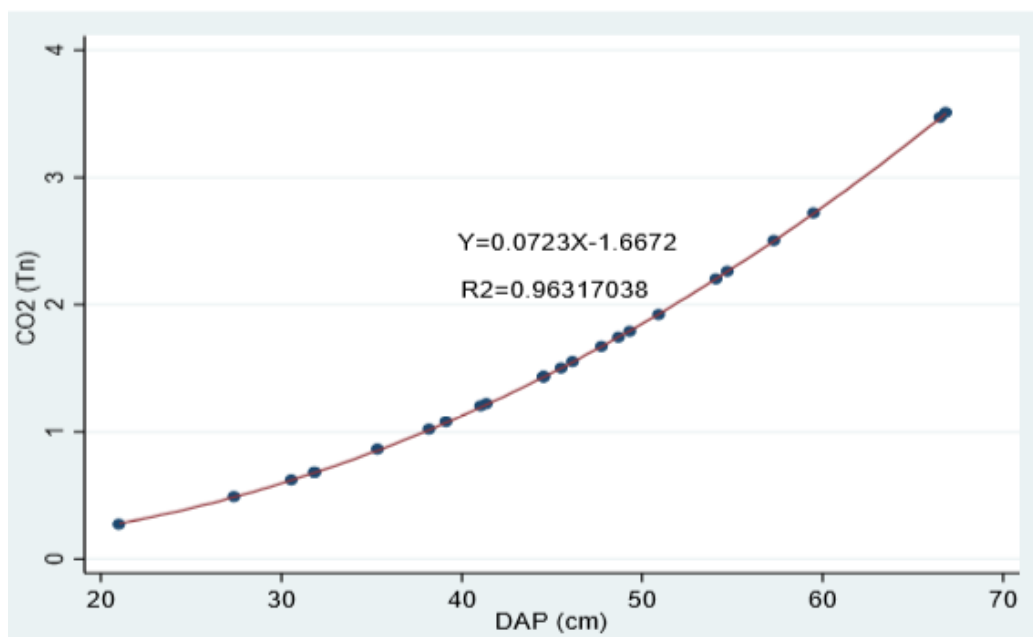
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error	
				estándar de la estimación	Durbin- Watson
1	,982 ^a	,965	,963	2,21632	1,793

a. Predictores: (Constante), CO₂ (Tn)

b. Variable dependiente: DAP (cm)

Fuente: Elaboración propia

Grafico n° 6. Relación entre DAP y CO2 de Eucaliptus globulus



Se muestra en la tabla 8, el R^2 tiene un valor cercano a la unidad que es 0.956, y es aprobada al igual que el R^2 ajustado que es de 0.954. Sin embargo, se hace un cambio en el análisis de lineal a potencial por la tendencia de los datos, dando el valor del Rde 0.978 que es más cercano a la unidad. El análisis de correlación de errores se utilizó el indicador Durbin-Watson, que debe tener un valor cercano a 2, para comprobar que no tiene auto correlación.

En el gráfico n° 7, muestra que para la especie de Pino (*Pinus radiata*) el valor es de 1.685, lo cual indica que no existe una correlación de primer orden entre los residuos.

Tabla n° 8. Resumen del modelo de regresión de la especie forestal Pino(*Pinus radiata*)

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación	Durbin-Watson
1	,978 ^a	,956	,954	2,08627	1,685

a. Predictores: (Constante), CO₂ (Tn)

b. Variable dependiente: DAP (cm)

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 7. Relación entre DAP y CO₂ en Pino (*Pinus radiata*)



El modelo de los tres gráficos que representan a las especies forestales de Eucalipto(*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*) es potencial, porque a medida que va desarrollándose el árbol, va aumentando su DAP, por tanto, su captura también; y no tiene tendencia a disminuir, solo si su DAP o altura llega a declinar por algún motivo. La presencia de CO₂ en la atmosfera es un factor primordial en el proceso del calentamiento global del planeta, es así un determinante en el cambio climático; en tal sentido

se necesita mejorar tecnologías de las industrias y crear sumideros de carbono, como viene a ser las plantaciones forestales, porque estas durante el día absorben CO₂ y expulsan oxígeno, sucediéndolo contrario por la noche absorben oxígeno y expulsan CO₂.

Es primordial forestar y reforestar espacios con poca densidad de árboles, ya sean parques recreacionales, pequeñas áreas verdes, avenidas principales y bosquetes. Con esta investigación también se pretende incentivar a la población a plantar árboles para disminuir o reducir el cambio climático que viene generando estragos a nivel mundial, ello debido al calentamiento global, generado por el llamado efecto invernadero.

4.3 Prueba de hipótesis

4.3.1 Resultados de Contrastación de Hipótesis

La hipótesis se contrastará mediante el análisis paramétrica ANOVA con su comparador de Kruskal-Wallis, utilizando un intervalo de confianza del 95 % (nivel de significancia de $\alpha = 0,05$) usando el paquete estadístico implementado por el SPSS 25; modelo que permite hacer comparaciones entre las plantaciones reforestadas de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Ciprés (*Cupressus ssp*) y Pino (*Pinus radiata*), para realizar la prueba estadística se plantearon las siguientes hipótesis:

Ha: El Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*) contribuyen significativamente en el almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) en la localidad de Huariaca – Pasco.

Ho: El Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*) no contribuyen significativamente en el almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) en la localidad de Huariaca – Pasco.

4.3.1.1 Biomasa total en plantaciones forestales de eucalipto

(*Eucalyptus globulus*), CIPRES (*Cupressus macrocarpa*), y PINO (*Pinus radiata*)

Con respecto al análisis estadístico, en la tabla n° 9, se presenta los resultados del ANOVA con las fuentes de variabilidad de la biomasa, se observa que el valor de p (0,00) es menor que $\alpha = 0,05$ determinándose que existen diferencias significativas en la producción de biomasa por clase especie, indicando que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula (ver prueba de hipótesis). Así mismo los resultados de la comparación de medias aplicando la prueba estadística de Kruskal-Wallis demuestran que existen diferencias significativas entre todos los grupos estudiados.

Tabla N° 9. ANOVA en masa en plantaciones forestales de Eucalipto (*Eucalyptus glóbulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*)

DESCRIPCIÓN						
<i>Grupos</i>	<i>Cuenta</i>	<i>Suma</i>	<i>Promedio</i>	<i>Varianza</i>		
CIPRES	25	947.49891	37.9000	210.1259		
EUCALIPTO	25	1174.782	46.9913	147.0440		
PINO	25	763.8927	30.5557	81.7716		
ANOVA						
<i>Variaciones</i>	<i>S C</i>	<i>G l</i>	<i>Prom cuad</i>	<i>F</i>	<i>Prob</i>	<i>V crítico para F</i>
Entre grupos	3389.3181	2	1694.6591	11.5824	0.00	3.1239
Dentro de los grupos	10534.5956	72	146.3138			
Total	13923.9137	74				

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de biomasa es la misma entre las categorías de especie.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

4.3.1.2 Contenido de Carbono en plantaciones forestales de Ciprés (*Cupressus macrocarpa*), Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y Pino (*Pinus radiata*)

Respecto al análisis estadístico, en la tabla N° 10, se presenta los resultados del ANOVA con las fuentes de variabilidad de captura de carbono, se puede observar que el valor de p (0,00) es menor que $\alpha=0,05$ determinándose que existen diferencias significativas en el almacenamiento de carbono por clase diamétrica, indicando que se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula (ver prueba de hipótesis).

Tabla N° 10. Contenido de Carbono en masa en plantaciones forestales de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*)

DESCRIPCION

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
CIPRES	25	98.606	3.944	9.045
EUCALIPTO	25	119.182	4.767	6.672
PINO	25	30.888	1.235	0.721

ANOVA

<i>Variaciones</i>	<i>SC</i>	<i>Gl</i>	<i>Prom cuad</i>	<i>F</i>	<i>Prob</i>	<i>V crítico para F</i>
Entre grupos	170.731	2	85.3655	15.5780	0.00	3.1239
Dentro de los grupos	394.550	72	5.4794			
Total	565.281	74				

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de c es la misma entre las categorías de especie.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

4.3.1.3 Secuestro de Dióxido de Carbono (CO₂) en plantaciones forestales de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*)

En relación al análisis estadístico, en la Tabla n° 11 se muestran los resultados del ANOVA con las fuentes de variabilidad del secuestro de CO₂, se observa que el valor de p (0,00) es también menor que $\alpha = 0,05$ determinándose que existen diferencias significativas en el secuestro de CO₂ por clase especie, por tanto, se acepta la hipótesis alterna y se rechaza la hipótesis nula (ver prueba de hipótesis). Por ello los resultados de la comparación de medias aplicando la prueba estadística de Kruskal- Wallis, nos indican que existen diferencias significativas entre todos los grupos estudiados.

Tabla N° 11. Secuestro de CO2 en las plantaciones forestales de Eucalipto (Eucalyptus globulus); Ciprés (Cupressus macrocarpa) y Pino (Pinus radiata)

DESCRIPCION

Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza
CIPRES	25	36.156	1.446	1.216
EUCALIPTO	25	43.700	1.748	0.897
PINO	25	10.864	0.435	0.089

ANOVA

Variaciones	S C	G l	Prom cuad	F	Prob	V crítico para F
Entre grupos	23.665	2	11.832	16.117	0.00	3.124
Dentro de los grupos	52.859	72	0.734			
Total	76.524	74				

Resumen de prueba de hipótesis

	Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1	La distribución de co2 es la misma entre las categorías de especie.	Prueba de Kruskal-Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula.

Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de ,05.

4.4 Discusión de resultados

Conforme a la comparación de las cantidades de CO2 capturado entre las plantaciones forestales de eucalipto (Eucalyptus globulus), Cipres (Cupressus macrocarpa) y Pino(Pinus radiata).

Los resultados obtenidos son similares a un estudio de investigación anterior de Zanabria (2015), en su tesis titulada: “Carbono total almacenado en los depósitos de diferentes sistemas de uso de tierra del ecosistema alto andino, valle del Mantaro”, concluyó que, *P. radiata* tiende a crecer más en su copa, que es de fuste recto, y logra atingir más de 1 m de diámetro, muestra siempre hojas verdes (acículas), características que han logrado favorecer mayores cantidades de carbono. En tanto para *E. globulus*, especie con elevada, de fuste recto, grandes hojas y diámetro regular, pero que poseen vida corta, y que son caídos en enormes cantidades en época de estío. Este presenta un rápido crecimiento, almacenando así bastante carbono dentro su fuste, raíces, y biomasa. En la biomasa del pino el carbono fijado fue de 112.39 tC/ha, siendo el 52% del total de carbono fijado.

Así, el Eucalipto y Pino como ecosistemas forestales se tienden a formarse como posibles grandes potenciales para almacenar carbono, como consecuencia de la fotosíntesis, de los procesos, donde su empleo y productos producidos están ganando mayor importancia, ya que estos son obtenidos a través una serie de reacciones químicas.

Añazco (1996), menciona que se debe tener en cuenta criterios como tipo de bosqueo vegetación, densidad de la madera, factores de ajuste que se basan en datos de biomasa calculada a partir de volúmenes por hectárea de inventarios forestales, así como clima, suelo, tipo de plantación, altitud (m.s.n.m), precipitación (mm/año), temperatura (°C), edad, Diámetro (m), altura (m).

Los bosques de la Tierra tienen una enorme capacidad de absorción y retención del CO₂; y en la actualidad es ampliamente reconocido que los ecosistemas forestales pueden ayudar a reducir los impactos del cambio climático con un secuestro de carbono anual global estimado. (Añazco, 1996).

En cuanto al establecimiento del modelo del DAP y CO₂, en esta investigación también se pretende motivar a la población a plantar árboles para reducir o mitigar el cambio climático que viene generando estragos a nivel mundial, causado por el calentamiento global, originado por el efecto invernadero.

Gestionar de manera sostenible los bosques se torna una alternativa factible y eficaz, para mermar que las áreas se deterioren. Asimismo, es considerado como mejor opción más allá es establecer la reforestación o mantener áreas protegidas. Un correcto manejo forestal permite que la biodiversidad se preserve, eliminando inclusive los estragos ocurridos por la deforestación, y consigue restaurar la cobertura forestal si el suelo posee las condiciones necesarias (Morales & Milton, 2015).

CONCLUSIONES

- Se concluye que el DAP y altura de las tres especies Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*), se observó que en las tres especies existe variaciones por el tiempo y tipo de plantación; pues el DAP de ciprés (*Cupressus macrocarpa*), estuvo comprendido entre 10.19 cm y 29.10 cm; la especie (*Eucalyptus globulus*) presentó un DAP con variaciones entre 17.26 cm y 69.75 cm y la especie (*Pinus radiata*), comprendía un DAP entre 19.10 cm y 53.39. Como se observa existe gran diferencia de medidas del DAP entre las tres especies, esto es por la distancia que existe entre los árboles puesto que a mayor distancia mejor es el desarrollo del fuste.
- La especie que tiene un superior contenido de carbono en la biomasa aérea de las tres especies forestales de la localidad de Huariaca, fue el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con 121.67 Tn/ha, seguido del Pino (*Pinus radiata*) con 86.06 Tn/ha y siendo el Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) con 53.48 Tn/ha la especie con menor contenido de carbono.
- En la cantidad de dióxido de carbono capturado en las tres especies forestales estudiadas, se encontró que la especie del Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) alcanzó un valor de CO₂ de 196.30 tn/ha, en comparación de la especie Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) que presentó un valor superior de CO₂ capturado de 526.64 tn/ha; y en la especie Pino (*Pinus radiata*) alcanzó sólo un valor de CO₂ de 315.56 tn/ha, éstas diferencias se dan por el tipo de plantación que tiene cada especie, además que no presentan características similares respecto al DAP y altura. En las plantaciones de eucalipto la densidad es muy alta a diferencia del ciprés y pino.
- Mientras que la fijación neta anual de CO₂ en toneladas por hectárea fue de: 8.99; 27.87 y 12.92 Tn/ha/año respectivamente. Por consiguiente, en el Eucalipto (*Eucalyptus globulus*) la captura en toda el área de la localidad de Huariaca será de 11705.00 tn.

RECOMENDACIONES

- Efectuar estudios de captura de CO₂ empleando otras especies nativas que se encuentren en la localidad de Huariaca, como forma para conservar y preservar el ambiente para ofrecer un aire más limpio, puro de oxígeno y de alta calidad.
- Concienciar o sensibilizar a los habitantes de Huariaca a preservar las plantaciones forestales de Eucalipto (*Eucalyptus globulus*); Ciprés (*Cupressus macrocarpa*) y Pino (*Pinus radiata*), por los beneficios de los servicios ecosistémicos que nos proporciona.
- Poner en claro al Gobierno Regional de Pasco a primar programas de reforestación y sistemas de manejo forestal que se incrementen tanto en la cantidad de madera obtenida como el carbono secuestrado en el bosque y plantaciones forestales, preservando y conservando de esta manera el desarrollo de árboles aportará en contribuir para mermar el cambio climático y captura de CO₂, de esta manera lograr unecosistema forestal sostenible a favor de los habitantes de la localidad de Huariaca.

BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA M. 2005. Concentración de carbono en diferentes tipos de vegetación de la sierra norte de Oaxaca.
- ALEGRE, J. 2001. Manual – Reservas de Carbono y Emisión de Gases con Diferentes Sistemas de Uso de la Tierra en Dos Sitios en la Amazonía Peruana.
- ALEGRE, J. 2000. Reservas de carbono en diferentes sistemas de uso de la tierra en la amazonia peruana. Consorcio para el Desarrollo Sostenible de Ucayali (CODESU) Boletín informativo. Perú 12: 8-9
- ALEGRE, J. 2000. Reservas de carbono con diferentes sistemas de uso de la tierra peruana. Boletín informativo. Perú pág. 6
- ALEGRE, J. 2008. Manejo de sistemas agroforestales para la recuperación de los suelos degradados de la Amazonia y generación de servicios medio ambientales. En: XI congreso Nacional y IV Internacional de la Ciencia del Suelo. "Suelos: Agricultura Sustentable, Biodiversidad y Agroforestería para el Desarrollo Rural". Tarapoto-Perú. 34-50.
- ÁLVAREZ, G. 2008. Modelos alométricos para la estimación de biomasa aérea de dos especies forestales del trópico de Cochabamba, Bolivia (en línea). Tesis Mag. Sc. CATIE, Turrialba, CR. 89 p. Consultado 05 abril. 2017.
- ARIAS K. 2001. Los sistemas agroforestales.
- ARÓSTEGUI, A. 1982. Recopilación y análisis de estudios tecnológicos de maderas peruanas. Proyecto PNUD / FAO /PER/81/002. Documento de trabajo N° 2. Lima, Perú. 57p.
- ECHEVARRÍA, R. 2003. Descripción Geográfica de la Provincia de Ambo, pg.37.
- ELORZA, M. 2006. Cultivo intercalado de Cedro Rosado (*Acrocarpus fraxinifolius*

Wight) y su efecto sobre el contenido de materia orgánica en el suelo. México: Revista UDO Agrícola 6 (1).

- FAO 2004. National forest inventory. Field manual. Template. Forest Resources Assessment WP94. Rome, 83 pp.
- FAO 2001. Climate Change and Forests, State of the World Forests. FAO Corporate Document, 21pp.
- FAO. 1981. El eucalipto en la repoblación forestal. Roma, FAO. (Colección FAO. Montes N°11). 723p.
- FAGAN, B. 2009. El Gran Calentamiento. Gedisa, Barceona.
- FERREYRA, S. 2010. Curso de Posgrado “Relación Agua, Suelo, Planta, Atmósfera”. Maestría en Riego y Drenaje, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional deCuyo. Pg. 27.
- FINEGAN, B. 1997. Memorias del taller internacional sobre estado actual y potencial de manejo y desarrollo del bosque secundario tropical en América Latina: Bases ecológicas para el manejo de bosques secundarios de las zonas húmedas del trópico americano, recuperación de la biodiversidad y producción sostenible de madera. Pucallpa, Perú. GTZ, CTA. Pp. 106-109.
- FIGUERES, C. 2005. Draft proposal for the Implementation of Programmatic CDM project activities within the existing regulatory framework of CDM project activities. Prepared for the Carbon Finance Business Unit of the World Bank. November 29. Summary versión.
- FLUKER P. y SÁNCHEZ O. 2016. Captura de carbono en un sistema silvopastoril con aliso (*Alnus acuminata*), en el distrito de Molinopampa, Chachapoyas, Amazonas 2016.

- FRAGOSO, L. 2003. Estimación del contenido y captura de carbono e biomasa aérea del predio “Cerro Grande” municipio de Tancítaro Michoacán México. Tesis de grado. Ingeniero Agrónomo. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan Michoacán. 2003. p. 3.
- FRA, 2005. Términos y definiciones relacionados con las tablas nacionales.
- FUENTES y GARCÍA, 2013, Evaluación del carbono en especies forestales *Manilkara* sp. “Quinilla” y *Myrcia* sp. “Rupiña” del Centro de Producción de Investigación Pabloyacu, Moyobamba”.
- GAMARRA, J. 2001. Estimación de captura de carbono del bosque de *Eucalyptus globulus* Labill en la comunidad campesina de Hualhuas. Tesis. Perú.
- GUIDO, J. 1984. Estudio del sistema radicular en plantaciones demostrativas de *Pinus radiata* O Don. Tesis Ing. Agron. UNC. Cajamarca.
- GUILLERMO MONTOYA, et al 1995. Desarrollo forestal sustentable: Captura de carbono en las zonas tzeltal y tojolabal del estado de Chiapas.
- GORE, A. 2006. An inconvenient truth: The planetary emergency of global warming and what we can do about it. New York: Melcher Media/Rodale GRUBER, N. 2006. Ocean Biogeochemical Dynamics. Princeton University Press, Princeton, New Jersey, USA.
- HUSS, E. (1998). Producción de plantas de (*Pinus radiata* Don.) en sustratos de corteza compostada y aserrín. Tesis Ing. Forestal. Valdivia. Universidad Austral de Chile, Fac. Cs. Forestales. 56 p.
- ICRAF 2009. Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales.
- INFANTE, P. 1991. Crecimiento juvenil de 32 procedencias y 203 familias de *Eucalyptus globulus* ssp. *globulus* en la zona costera de la VIII Región de Chile. *Ciencia e Investigación Forestal* 5(2):251- 265.

- INFANTE, J. 2003. Micorrizas. Providencia y Santiago.
- INRENA, 2003. Plan general de manejo forestal (PGMF) para concesiones forestales con fines maderables, RJ- 109-2003-INRENA
- IPCC, 2003. Estimación Biomasa aérea
- IPCC, 2006. Cambio climático 2006. Informe de síntesis. Ginebra, suiza.
- IPCC 2014, Informe del IPCC, que tuvo gran influencia para el establecimiento del Comité intergubernamental para la negociación de la convención de cambio climático por parte de la Asamblea de las Naciones Unidas.
- IPCC 2007. Climate change impacts on forests. En: Climate change 1995: Impacts Adaptations and Mitigation of Climate Change: scientific Technical analyses. Edits: Watson, R, T. Zinyowera, M.C., Moss, R.H. Cambridge University Press, 879 pp.
- IPCC 2007. Cambio climático 2007 - Impacto, adaptación y vulnerabilidad, Resumen técnico.
- ISAZA, J. 2009. Cambio climático de la Tierra: la historia induce hacia la prudencia.
- JAGER, M. 2001. Valoración económica de los bosques. Revisión, evaluación, propuestas. FUCEMA.
- KANNINEN, M. 2006. Secuestro de carbono en bosques, su papel en el ciclo global. En América Latina. p.4.
- LOROÑA, A. 1992. Micorrización de Pinus radiata D. Don en la etapa de vivero condos cepas de hongos (Pisolithus tinctorius y Boletus luteus) TITO INEFAN Quito.
- MARLAND, S. 1992. Should be stored carbon in tress? Water, Air and Soil Pollution64, 181-195.
- METODOLOGÍA DEL ICRAF. 2003. Métodos y herramientas en el tema de género.

- MINAGRI 2009. Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Proyectos forestales, pg. 10.
- MINAGRI 2009. Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Proyectos forestales, pg. 39.
- MINAGRI. com.pe. Los productos forestales no maderables.
- MINAM 2014. Cálculo de la Huella Ecológica Departamental y por estratos socioeconómicos.
- MINAM 2014. Estimación de los contenidos de carbono de la biomasa aérea en los bosques de Perú.
- MINAM 2015. Informe Sectorial Ambiente: La Conservación de Bosques en el Perú (2011-2016). Lima, Perú: Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático, MINAM.
- MINAM 2015. Manual de Valoración Económica del Patrimonio Natural. Lima, Perú: Dirección General de Evaluación, Valoración y Financiamiento del Patrimonio Natural.
- MINAG. 2004. Ministerio de Agricultura. Programa para el desarrollo de la amazonia pro amazonia. Perú. 83p.
- MINAM 2016. Informe Sectorial Ambiente: La Conservación de Bosques en el Perú. Lima, Perú: Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático, MINAM.
- MINAM 2016. Guía de valoración económica del patrimonio natural: Lima, Perú: valoración económica para la toma de decisiones, 4: 24p.
- MINAM 2016. Guía de valoración económica del patrimonio natural: Lima, Perú: valoración económica para la toma de decisiones, 5: 27p.
- MINAM 2016. Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco

delas Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, 18p.

- MOGAS, J. y P. RIERA. 2004. Evaluation of a risk reduction in forest fires in a Mediterranean región.
- MOLDES T. (1995) Sistema de información geográfica (SIG).
- MONTAGINNI, F. 2001. Reciclaje de Nutrientes. In: Ecología y Conservación de Bosques Tropicales. 171–172.
- MONTEOLIVA, S. 2002. Calidad del leño en Eucaliptus globulus ssp: variaciones en la densidad básica y la longitud de fibras en lobería, provincia de Buenos aires, Argentina. Revista de la facultad de agronomía, La Plata, AR. 105 p13.
- MORALES ARANIBAR, 2015. Estado actual del bosque de Polylepis y su eficiencia en la captura de CO₂ en la provincia Tarata, departamento de Tacna.
- MORALES & MILTON 2015. Sistematización de experiencias exitosas de manejo forestal sostenible en Guatemala.
- ORREGO, S. 1998. H. Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia. Bogotá: Panamericana formas e Impresos. S.A. 2002. 314. p.
- PAEZ M. 2014. Estimación de biomasa forestal y capacidad de captura de carbono de las especies forestales Weinmannia tomentosa y Myrcianthes sp. Reserva Forestal Protectora el Malmo (Vereda Barón Germania - Tunja-Boyacá).
- PARDÉ, D. 1980. Forest Biomass. Review article. Forestry abstract. 41 (8): 343- 362.
- PARDOS, M. 2006. Can CO₂ enrichment modify the effect of water and high stress on biomass allocation and relative growth rate of cork oak seedlings? Trees 20, 713-724.
- PAGIOLA, A. 2009. Reducción de Emisiones de la deforestación y la degradación de bosques (REDD): Reporte de Evaluación de Opciones. Preparado para el Gobierno

deNoruega. Meridian Institute. Washington, D.C. 108 p.

- QUISPE V., 2002. Diseño, desarrollo e implementación de proyectos de sistemas de información, (SI), sistemas de información geográfica (gis) y tecnología de la información y comunicaciones (TIC),
- RAMÍREZ, L. 2016. Secuestro de carbono en plantaciones de eucalipto (*eucalyptus globulus labill*) - cantón pedro Moncayo, provincia de Pichincha, tesis (Ing. Ambiental), Costa Rica. Pp. 212-224.
- RIVERA, M. 2015. Sistematización, Análisis e Implementación de una base de datos de ecuaciones alométricas construidas para Perú. 24p.
- RIVERA P. · 2009. Determinación de biomasa.
- RODRÍGUEZ, B. 2009. Calentamiento global, deterioro ambiental y desastres”. En Portafolio, 25 de junio.
- RODRIGUEZ L. y Otros 2016. Estimación de biomasa y carbono almacenado en bosques comunitarios de la región Frailesca de Chiapas, México.
- RYAN, J. 1996. Potential net primary productivity in south America: Application of aglobal model. Ecological Application 4, 399-429.
- SALAZAR, E. 2012. Cuantificación del carbono en la biomasa aérea de tres diferentes usos de la tierra en la cuenca del Aguaytia sectores: Irazola, Curimaná y campo verde-región Ucayali, Tesis Ing. en Recursos Naturales Renovables. Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tingo María, Perú. 114p.
- SALDAÑA, T. 2017. Captura de carbono del *Prosopis pallida* en el bosque la Calerita, para contribuir al desarrollo sustentable del Distrito Tumán, 2017. Tesis (Ing. forestal), Universidad Nacional de Arequipa. 46 p.
- SÁNCHEZ, E. 2016. Valoración económica de cuatro servicios ecosistémicos en la región de Chamela, Jalisco, México. Tesis (Ing. geógrafo), Universidad Nacional de

México. 89 p.

- SARCCA, A. 2017. Valoración económica del servicio ecosistémico de secuestro y almacenamiento de carbono en el bosque de polylepis del pichu pichu, Arequipa-2017. Tesis (Ing. Ambiental), Universidad Nacional de Arequipa. 36 p.
- SACHS, J. 2009. La política climática del carbón”. En el tiempo, 24 de octubre.
- Sistema Europeo de Negociación de CO₂, SENDECO₂ Precios CO₂. Consulta: 5 de enero del 2019
- SEGURA, M. 1997. Almacenamiento y fijación en *Quercus costaricensis*, en un bosque de altura en la Cordillera de la Salamanca, Costa Rica. Teis Lic. Cs. For herdia. UNA Costa Rica. 127p.
- SEGURA, L. 1999. Almacenamiento y fijación de carbono en bosques de bajura de la zona atlántica de Costa Rica. p. 12.
- SERFOR, 2015. Primer informe parcial de inventario nacional forestal y de fauna silvestre – PERU.
- SERFOR 2015. Interpretación de la dinámica de la deforestación en el Perú y lecciones aprendidas para reducirla. Documento de trabajo.
- SIMBAÑA, R. 2011. Estimación de captura de carbono en plantaciones de Eucalipto globulus labill. Universidad Agraria la Molina.
- SOSA, T. 2016. Valoración económica del secuestro de CO₂ en tres tipos de bosque en el distrito del Alto Nanay, Loreto-perú-2016. Tesis (Ing. Ambiental), 32 p.
- UNFCC 2009. United Nations Framework Convention on Climate Change, 1997, 1998, 1999, 2007 (Copenhagen), 2009 (Bonn).
- VARGAS, V. 2007. Estadística descriptiva para ingeniería ambiental con SPSS.
- VÁSQUEZ, M. 2001. Investigación científica: aplicaciones; enfoque ambiental.

Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Estadística aplicada, Metodología de la Investigación Científica, Pre-grado y Maestría.

- VILLOGAS, R. 2013. Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales (saf) con cacao (teobroma cacao l.) en producción. Tesis (Ing. Agrónomo), Universidad Nacional Agraria de la Selva. 45 p.

ANEXOS

ANEXO 1

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO (HUARIACA)



ANEXO 2

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema General ¿Cuánto de dióxido de carbono es capturado en plantaciones forestales de: Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>); Ciprés (<i>Cupressus macrocarpa</i>) y Pino (<i>Pinus radiata</i>) en la localidad de Huariaca – Pasco para mitigar el cambio climático?</p> <p>Problemas Específicos ¿Cuánto será la cantidad de biomasa arbórea viva total al secuestrar el CO₂ en plantaciones forestales de: Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>); Ciprés (<i>Cupressus macrocarpa</i>) y Pino (<i>Pinus radiata</i>) en la localidad de Huariaca? ¿Cuánto será la cantidad de carbono almacenado en las plantaciones forestales de: Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>); Ciprés (<i>Cupressus</i></p>	<p>Objetivo General Estimar el nivel de captura de dióxido de carbono en plantaciones forestales de: Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>); Ciprés (<i>Cupressus macrocarpa</i>) y Pino (<i>Pinus radiata</i>) en la localidad de Huariaca para mitigar el cambio climático.</p> <p>Objetivos Específicos Determinar la cantidad de biomasa arbórea viva total al secuestrar el CO₂ en plantaciones forestales de: Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>); Ciprés (<i>Cupressus macrocarpa</i>) y Pino (<i>Pinus radiata</i>) en la localidad de Huariaca. Determinar la cantidad de carbono almacenado en plantaciones forestales de:</p>	<p>Hipótesis General El eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>), ciprés (<i>Cupressus macrocarpa</i>) y pino (<i>Pinus radiata</i>) contribuyen significativamente en la captura de dióxido de carbono (CO₂) en la localidad de Huariaca – Pasco.</p> <p>Hipótesis Específicas H1: Existe captura significativa de dióxido de carbono (CO₂) en el eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>), ciprés (<i>Cupressus macrocarpa</i>) y pino (<i>Pinus radiata</i>), en su biomasa aérea. H2: Existe captura significativa de dióxido de carbono (CO₂) en el eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>), ciprés (<i>Cupressus macrocarpa</i>) y pino (<i>Pinus radiata</i>), en la necromasa.</p>	<p>Variables El presente estudio de investigación cuenta con una sola variable, y se le denomina Univariable y es el siguiente: Estimación del nivel de captura de dióxido de carbono (CO₂) del eucalipto (<i>eucalyptus globulus</i>), ciprés (<i>cupressus macrocarpa</i>) y pino (<i>pinus radiata</i>), en la localidad de Huariaca. (Captura de CO₂ en plantaciones forestales)</p>	<p>Nivel de Investigación Descriptivo</p> <p>Diseño de la Investigación No experimental, descriptiva transversal</p> <p>Enfoque de la Investigación Mixto (cualitativo y cuantitativo)</p> <p>Método Se empleó el método no destructivo para ello se realizó el inventario forestal (Diámetro y altura pecho, total) de acuerdo a ello se utilizó las ecuaciones alométricas construidas para Perú. Para determinar la biomasa aérea y subterránea y stock de carbono en plantaciones forestales de Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>) y Pino (<i>Pinus radiata</i>).</p>

<p>macrocarpa) y Pino (Pinus radiata) en la localidad de Huariaca?.</p> <p>¿Cuánto será la cantidad de secuestro de CO2 en las plantaciones forestales de: Eucalipto (Eucalyptus globulus); Ciprés (Cupressus macrocarpa) y Pino (Pinus radiata) en la localidad de Huariaca?.</p>	<p>Eucalipto (Eucalyptus globulus); Ciprés (Cupressus macrocarpa) y Pino (Pinus radiata) en la localidad de Huariaca.</p> <p>Determinar la cantidad de secuestro de CO2 en plantaciones forestales de: Eucalipto (Eucalyptus globulus); Ciprés (Cupressus macrocarpa) y Pino (Pinus radiata) en la localidad de Huariaca.</p>			
--	---	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3

CÁLCULOS EMPLEADOS PARA OBTENER DIÓXIDO DE CARBONO EN PLANTACIONES FORESTALES DE CIPRES (*Cupressus macrocarpa*), EUCALIPTO (*Eucaliptus globulus*) y PINO (*Pinus radiata*)

Especie Forestal			CIPRES (<i>Cupressus macrocarpa</i>)								
Hectáreas											
Altitud											
Especie	DAP (Cm)	Altura Tot. (M)	Altura Com. (m)	Área Basal (m2)	Volumen (m3)	Biomasa Fuste (t)	Biomasa Aérea (t)	Biomasa Radicular	Biomasa Verde (t)	Contenido de Carbono (t C/has.)	Secuestro de Dióxido de Carbono (t/has.)
Cipres	41.38	14.23	11.93	0.13	1.60	1.15	3.93	0.79	3.08	1.54	5.65
Cipres	41.38	19.2	10.5	0.13	1.41	1.02	3.46	0.69	2.39	1.19	4.38
Cipres	25.46	16.66	11.3	0.05	0.57	0.41	1.41	0.28	0.40	0.20	0.73
Cipres	23.87	16.37	11.51	0.04	0.51	0.37	1.26	0.25	0.32	0.16	0.58
Cipres	35.33	19.91	14.49	0.10	1.42	1.02	3.48	0.70	2.42	1.21	4.43
Cipres	60.48	17.26	13.04	0.29	3.74	2.70	9.17	1.83	16.80	8.40	30.81
Cipres	64.3	14.49	11.3	0.32	3.67	2.64	8.98	1.80	16.12	8.06	29.56
Cipres	26.1	7.98	7.98	0.05	0.43	0.31	1.04	0.21	0.22	0.11	0.40
Cipres	41.38	14.49	12.15	0.13	1.63	1.18	4.00	0.80	3.20	1.60	5.86
Cipres	28.33	8.31	6.68	0.06	0.42	0.30	1.03	0.21	0.21	0.11	0.39
Cipres	46.15	20.65	17.26	0.17	2.89	2.08	7.06	1.41	9.98	4.99	18.30
Cipres	52.52	17.26	13.04	0.22	2.82	2.03	6.91	1.38	9.56	4.78	17.52
Cipres	33.74	11.92	10.72	0.09	0.96	0.69	2.35	0.47	1.10	0.55	2.02
Cipres	65.25	15.4	9.33	0.33	3.12	2.25	7.63	1.53	11.65	5.83	21.37
Cipres	46.15	24.01	12.59	0.17	2.10	1.52	5.15	1.03	5.31	2.66	9.74
Cipres	38.2	21.42	12.59	0.11	1.44	1.04	3.53	0.71	2.49	1.25	4.57
Cipres	22.28	8.1	3.44	0.04	0.13	0.10	0.33	0.07	0.02	0.01	0.04
Cipres	28.65	13.76	7.81	0.06	0.50	0.36	1.23	0.25	0.30	0.15	0.56
Cipres	42.34	21.45	13.27	0.14	1.87	1.34	4.57	0.91	4.18	2.09	7.66
Cipres	33.42	18.52	11.3	0.09	0.99	0.71	2.43	0.49	1.18	0.59	2.16
Cipres	21.33	9	5.54	0.04	0.20	0.14	0.48	0.10	0.05	0.02	0.09

Cipres	33.42	14.82	11.59	0.09	1.02	0.73	2.49	0.50	1.24	0.62	2.27
Cipres	30.56	10.72	8.1	0.07	0.59	0.43	1.45	0.29	0.42	0.21	0.78
Cipres	20.69	6.76	4.72	0.03	0.16	0.11	0.39	0.08	0.03	0.02	0.06
Cipres	10.19	5.37	2.62	0.01	0.02	0.02	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00

Especie Forestal			Pino (Pinus Radiata)									
Hectareas												
Altitud												
Especie	DAP (cm)	Altura Tot. (m)	Altura Com. (m)	Área Basal (m2)	Volumen (m3)	Biomasa Fuste (t)	Biomasa Aérea (t)	Biomasa Radicular	Biomasa Verde (t)	Contenido de Carbono (t C/has.)	Secuestro de Dióxido de Carbono (t/has.)	
Pino	46.47	30.8	26.54	0.17	4.50	3.24	11.01	2.20	24.26	12.13	44.52	
Pino	20.05	13.99	10.5	0.03	0.33	0.24	0.81	0.16	0.13	0.07	0.24	
Pino	35.01	33.29	28.56	0.10	2.75	1.98	6.73	1.35	9.05	4.53	16.61	
Pino	34.06	24.7	20	0.09	1.82	1.31	4.46	0.89	3.98	1.99	7.30	
Pino	33.42	25.14	20.35	0.09	1.78	1.28	4.37	0.87	3.82	1.91	7.00	
Pino	37.24	27.53	20.71	0.11	2.25	1.62	5.52	1.10	6.09	3.05	11.18	
Pino	37.56	20.71	18.65	0.11	2.07	1.49	5.06	1.01	5.11	2.56	9.38	
Pino	32.47	10.5	10.5	0.08	0.87	0.63	2.13	0.43	0.91	0.45	1.66	
Pino	19.74	11.3	7.98	0.03	0.24	0.18	0.60	0.12	0.07	0.04	0.13	
Pino	25.46	19.2	15	0.05	0.76	0.55	1.87	0.37	0.70	0.35	1.28	
Pino	32.47	18.52	13.04	0.08	1.08	0.78	2.64	0.53	1.40	0.70	2.56	
Pino	42.97	15.26	11.93	0.14	1.73	1.25	4.23	0.85	3.58	1.79	6.58	

Pino	19.1	17.88	12.59	0.03	0.36	0.26	0.88	0.18	0.16	0.08	0.29
Pino	25.46	19.91	15.53	0.05	0.79	0.57	1.93	0.39	0.75	0.37	1.37
Pino	19.1	14.49	11.72	0.03	0.34	0.24	0.82	0.16	0.14	0.07	0.25
Pino	23.87	12.15	9.01	0.04	0.40	0.29	0.99	0.20	0.19	0.10	0.36
Pino	27.06	16.09	9.01	0.06	0.52	0.37	1.27	0.25	0.32	0.16	0.59
Pino	38.00	21.42	17.26	0.11	1.96	1.41	4.79	0.96	4.59	2.29	8.42
Pino	26.00	9.33	9.33	0.05	0.50	0.36	1.21	0.24	0.29	0.15	0.54
Pino	43.00	25.6	20	0.15	2.90	2.09	7.11	1.42	10.10	5.05	18.53
Pino	28.00	17.26	15	0.06	0.92	0.66	2.26	0.45	1.02	0.51	1.87
Pino	31.00	23.84	18.01	0.08	1.36	0.98	3.33	0.67	2.21	1.11	4.06
Pino	47.75	29.65	23.01	0.18	4.12	2.97	10.08	2.02	20.33	10.16	37.30
Pino	40.74	20.71	17.39	0.13	2.27	1.63	5.55	1.11	6.15	3.08	11.29
Pino	55.39	26.54	20	0.24	4.82	3.47	11.79	2.36	27.81	13.90	51.03

Especie Forestal			Eucalipto (Eucaliptus Globulus)								
Hectareas											
Altitud											
Especie	DAP (cm)	Altura Tot. (m)	Altura Com. (m)	Área Basal (m2)	Volumen (m3)	Biomasa Fuste (t)	Biomasa Aérea (t)	Biomasa Radicular	Biomasa Verde (t)	Contenido de Carbono (t C/has.)	Secuestro de Dióxido de Carbono (t/has.)
Eucalypto	54.75	69.75	33.29	0.24	7.83	5.64	19.18	3.84	73.55	36.77	134.96
Eucalypto	48.7	37.61	29.65	0.19	5.52	3.97	13.51	2.70	36.52	18.26	67.02
Eucalypto	39.15	39.25	28.56	0.12	3.44	2.47	8.41	1.68	14.15	7.08	25.97
Eucalypto	38.2	54.95	30.8	0.11	3.53	2.54	8.64	1.73	14.92	7.46	27.38
Eucalypto	41.06	43.68	28.99	0.13	3.84	2.76	9.39	1.88	17.64	8.82	32.37
Eucalypto	66.53	30.87	13.86	0.35	4.82	3.47	11.79	2.36	27.80	13.90	51.01

Eucalypto	59.52	33.79	20.61	0.28	5.73	4.13	14.03	2.81	39.37	19.69	72.25
Eucalypto	35.33	35.18	29.38	0.10	2.88	2.07	7.05	1.41	9.93	4.97	18.23
Eucalypto	44.56	30.87	26.81	0.16	4.18	3.01	10.23	2.05	20.93	10.46	38.41
Eucalypto	44.56	33.79	27.28	0.16	4.25	3.06	10.41	2.08	21.67	10.84	39.76
Eucalypto	44.56	32.17	24.96	0.16	3.89	2.80	9.52	1.90	18.14	9.07	33.29
Eucalypto	54.11	33.69	25.98	0.23	5.97	4.30	14.62	2.92	42.73	21.37	78.42
Eucalypto	46.15	64.97	49.06	0.17	8.20	5.91	20.08	4.02	80.64	40.32	147.97

Eucalypto	31.83	19.2	14.49	0.08	1.15	0.83	2.82	0.56	1.59	0.80	2.92
Eucalypto	45.52	42.89	32.01	0.16	5.21	3.75	12.75	2.55	32.49	16.25	59.62
Eucalypto	50.93	46.17	1.84	0.20	0.37	0.27	0.92	0.18	0.17	0.08	0.31
Eucalypto	66.84	41.21	2.64	0.35	0.93	0.67	2.27	0.45	1.03	0.51	1.89
Eucalypto	41.38	46.17	28.21	0.13	3.79	2.73	9.28	1.86	17.23	8.62	31.62
Eucalypto	49.34	49.06	39.08	0.19	7.47	5.38	18.28	3.66	66.85	33.42	122.67
Eucalypto	47.75	17.26	12.59	0.18	2.25	1.62	5.52	1.10	6.09	3.04	11.17
Eucalypto	30.56	41.21	29.44	0.07	2.16	1.55	5.28	1.06	5.58	2.79	10.25
Eucalypto	27.37	25.98	21.42	0.06	1.26	0.91	3.08	0.62	1.90	0.95	3.49
Eucalypto	57.3	24.01	16.09	0.26	4.15	2.99	10.15	2.03	20.61	10.31	37.82
Eucalypto	21.01	20.65	16.09	0.03	0.56	0.40	1.36	0.27	0.37	0.19	0.68
Eucalypto	31.83	24.01	18.52	0.08	1.47	1.06	3.61	0.72	2.60	1.30	4.77

Anexo 5 Instrumentos de Validación

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN

FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE DIÓXIDO DE CARBONO DEL EUCALIPTO (EUCALYPTUS GLOBULUS), CIPRÉS (CUPRESSUS MACROCARPA) Y PINO (PINUS RADIATA), EN LA LOCALIDAD DE HUARIACA, PASCO - 2019”

INVESTIGADOR: YANTAS TINOCO KARINA

0=Deficiente 1=Regular 2=Buena

ASPECTOS	INDICADORES	PREGUNTAS/ITEMS									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado	2									
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		2								
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología			2							
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				2						
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					2					
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias						2				
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos							2			
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones								2		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico									2	
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado										2
TOTALES		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2

APELLIDOS Y NOMBRES DEL VALIDADOR: Dr. PACHECO PEÑA, Luis Alberto

TÍTULO PROFESIONAL/ GRADO ACADÉMICO Y/O SEGUNDA ESPECIALIZACIÓN: MAESTRO EN RESPONSABILIDAD SOCIAL, RELACIONES COMUNITARIAS Y GESTIÓN DE CONFLICTOS

CARGO U OCUPACIÓN: JEFE DE MEDIO AMBIENTE

Pasco, 1 de julio del 2021



 FIRMA
 DNI N° 19910127

Puntaje total = TOTALES/20

LEYENDA:	00 - 05	DEFICIENTE ()
	06 - 10	REGULAR ()
	11 - 15	BUENO ()
	16 - 20	MUY BUENO (x)

Fuente: Elaboración propia

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

“ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE DIÓXIDO DE CARBONO DEL EUCALIPTO (EUCALYPTUS GLOBULUS), CIPRÉS (CUPRESSUS MACROCARPA) Y PINO (PINUS RADIATA), EN LA LOCALIDAD DE HUARIACA, PASCO - 2019”.

INVESTIGADOR:

Karina YANTAS TINOCO

ESCALA DE VALORACIÓN	0=Deficiente 1=Regular 2=Buena											
	ASPECTOS	INDICADORES	PREGUNTAS/ITEMS									
1			2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado	2										
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		2									
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología			2								
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				2							
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					2						
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias						2					
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos							2				
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones								1			
9. METODOLOGIA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico									1		
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado										2	
TOTALES PARCIALES		2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	
TOTAL		Muy Bueno							18			

APELLIDOS Y NOMBRES DEL VALIDADOR:

Julio César Carhuaricra Meza

TÍTULO PROFESIONAL/ GRADO ACADÉMICO Y/O SEGUNDA ESPECIALIZACIÓN:

Estudios de posgrado:
 Maestro en Investigación y Docencia Universitaria.

Fuente: Elaboración propia

Master en Gestión Integrada de la Calidad, la Seguridad y el Medio Ambiente.
Doctor en Ciencias de la Educación
Doctor en Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible.
Doctor en Dirección y Gestión de Proyectos.
Posdoctoral en Investigación Científica Cualitativa.

CARGO U OCUPACIÓN:

Docente Principal de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
Docente Mentor e Investigador en Educación para el Desarrollo Sostenible. IESALC-UNESCO

Pasco, 10 de mayo del 2021



Dr. Julio César Carhuaricra Meza
DNI 04014156

Puntaje total = 18/20

LEYENDA:	00	-	05	DEFICIENTE ()
	06	-	10	REGULAR ()
	11	-	15	BUENO ()
	16	-	20	MUY BUENO (x)

UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN
FICHA DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN:

**“ESTIMACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE DIÓXIDO DE CARBONO DEL
 EUCALIPTO (EUCALYPTUS GLOBULUS), CIPRÉS (CUPRESSUSMACROCARPA) Y
 PINO (PINUS RADIATA), EN LA LOCALIDAD DE HUARIACA, PASCO - 2019”**

INVESTIGADOR:

YANTAS TINOCO KARINA

0=Deficiente 1=Regular 2=Buena

ASPECTOS	INDICADORES	PREGUNTAS/ITEMS												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado	2												
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables		2											
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología			2										
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				2									
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					2								
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias						2							
7. CONSISTENCIA	Basado en aspectos teórico científicos							2						
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones								2					
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del diagnóstico										1			
10. OPORTUNIDAD	El instrumento ha sido aplicado en el momento oportuno o más adecuado												2	
TOTALES		2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2		

APELLIDOS Y NOMBRES DEL VALIDADOR: PORRAS COSME SANYOREI
 EVALUADORA DE LA ESTRUCTURA DE LA INVESTIGACION -METODOLOGICA

TÍTULO PROFESIONAL/ GRADO ACADÉMICO Y/O SEGUNDA ESPECIALIZACIÓN: MAESTRO
 EN DOCENCIA UNIVERSITARIA, DOCTORA EN CIENCIAS DE LA EDUCACION

CARGO U OCUPACIÓN: DOCENTE UNIVERSITARIA

Fuente: Elaboración propia

Pasco, 12 de mayo del 2021



Puntaje total = TOTALES/19

.....
FIRMA

DNI N° 40144077

LEYENDA:	00	-	05	DEFICIENTE ()
	06	-	10	REGULAR ()
	11	-	15	BUENO ()
	16	-	20	MUY BUENO (x)