

# Estudio comparativo del stock de carbono de dos plantaciones de Eucalyptus torelliana ubicadas en el centro poblado Pueblo Libre - Moyobamba

*por Gisela Vásquez Mundaca*

---

**Fecha de entrega:** 08-may-2023 08:33a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2087547965

**Nombre del archivo:** ING.\_AMBIENTAL\_-\_Gisela\_V\_squez\_Mundaca.docx (4.48M)

**Total de palabras:** 19891

**Total de caracteres:** 100768



Esta obra está bajo una [Licencia  
Creative Commons Atribución -  
4.0 Internacional \(CC BY 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Vea una copia de esta licencia en  
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



Obra publicada con autorización del autor

**1**  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Estudio comparativo del stock de carbono de dos plantaciones de *Eucalyptus*  
*torelliana* ubicadas en el centro poblado Pueblo Libre - Moyobamba**

**21**  
**Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Ambiental**

**AUTORA**

Gisela Vásquez Mundaca

**ASESOR:**

Ing. M.Sc. Rubén Ruiz Valles

**Código N°: 6053220**

**Moyobamba – Perú**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN**

**FACULTAD DE ECOLOGÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**Estudio comparativo del stock de carbono de dos plantaciones de *Eucalyptus*  
*torelliana* ubicadas en el centro poblado Pueblo Libre - Moyobamba**

**AUTORA**

Gisela Vásquez Mundaca

**<sup>1</sup> Sustentado y aprobado el día 19 de octubre del 2022, por los siguientes jurados:**

---

**<sup>1</sup> Ing. M. Sc. Santiago Alberto Casas Luna**  
**Presidente**

---

**Ing. Dr. Yrwin Azabache Liza**  
**Secretario**

---

**Ing. M.Sc. Percy Martínez Dávila**  
**<sup>30</sup> Miembro**

---

**Ing. M.Sc. Rubén Ruiz Valles**  
**Asesor**

## Declaratoria de autenticidad

Gisela Vásquez Mundaca, con DNI N°78463356, egresada de la Facultad de Ecología - Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de San Martín, con la tesis titulada: “Estudio comparativo del stock de carbono de dos plantaciones de *Eucalyptus torelliana* ubicadas en el centro poblado Pueblo Libre - Moyobamba”

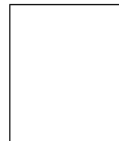
7

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. La redacción fue realizada respetando las citas y referencia de las fuentes bibliográficas consultadas
3. Toda información que contiene la tesis no ha sido plagiada;
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido alterados ni copiados, por tanto, la información de esta investigación debe considerarse como aporte a la realidad investigada.

Por lo antes mencionado, asumo bajo responsabilidad las consecuencias que deriven de mi accionar, sometiéndome a las leyes de nuestro país y normas vigentes de la Universidad Nacional de San Martín.

Tarapoto, 19 de octubre de 2022



---

Gisela Vásquez Mundaca  
DNI N°78463356

**Dedicatoria**

*A mis queridos padres, Patricio Vásquez e Isabel Mundaca quienes por sobre todas las cosas me han brindado su amor y apoyo incondicional e hicieron posible este nuevo logro.*

*A mis hermanos por todos sus consejos y por su inalcanzable apoyo moral y afectivo que me han brindado, en especial a mi hermana Itamar Vásquez quien siempre estuvo pendiente de mí desde el inicio de mi carrera.*

## Agradecimiento

Agradezco a Dios por permitirme la vida y la salud para poder cumplir una de mis grandes metas.

A mis queridos padres por ser ejemplares al darme todo su amor, sus sabios consejos, por haber hecho de mí una persona con buenos valores, por mostrarme sus buenos deseos y su apoyo constante e incondicional siempre.

A la Universidad Nacional de San Martín, por haberme abierto las puertas de esta casa de estudios para formar parte de ella, también a la facultad de Ecología, que mediante la carrera de Ingeniería Ambiental y sus docentes me brindaron enseñanzas y formaron parte esencial de mi formación profesional.

De igual manera agradezco a mi asesor, el Ingeniero M.Sc. Rubén Ruiz Valles, quien me brindó su apoyo constante durante toda la ejecución de mi proyecto de investigación. Asimismo, agradezco a mis jurados por sus valiosos consejos, observaciones y sugerencias de correcciones en este trabajo de investigación.

## Índice de contenido

Dedicatoria.....	vi
Agradecimiento .....	vii
Índice de tablas .....	ix
Índice de ilustraciones .....	xi
Resumen.....	xii
Abstrac.....	xiii
Introducción.....	1
<b>CAPÍTULO I: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>3</b>
1.1. Antecedentes de la investigación.....	3
1.2. Fundamento teórico científico .....	5
1.3. Definición de términos básicos.....	24
<b>CAPÍTULO II: MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
2.1. Ubicación del área de estudio .....	26
2.1.1. Ubicación política .....	26
2.1.2. Ubicación geográfica .....	26
2.2. Materiales y equipos .....	26
2.2.1. Materiales.....	26
2.2.2. Equipos .....	27
2.3. Metodología.....	27
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	32
2.5. Técnicas y procesamiento de análisis de datos .....	33
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>38</b>
3.1. Resultados.....	38
3.2. Discusión de resultados .....	44
<b>ANEXOS.....</b>	<b>55</b>
Anexo 01 .....	55
Anexo 02 .....	68
Anexo 03 .....	72



### Índice de tablas

10		
Tabla 1	Valores del cálculo de la muestra .....	29
Tabla 2	Coordenadas UTM de la parcela 01 de muestreo .....	31
Tabla 3	Coordenadas UTM de la parcela 02 de muestreo .....	31
Tabla 4	Promedio de las sub parcelas de la parcela 1 .....	38
Tabla 5	Promedio de las sub parcelas de la parcela 2 .....	38
Tabla 6	Promedios de la parcela 1 y 2 .....	39
Tabla 7	Carbono aéreo de la parcela 1 .....	39
Tabla 8	Carbono aéreo de la parcela 2 .....	40
Tabla 9	Carbono en el suelo (tC/ha) de las parcelas 1 y 2 .....	41
Tabla 10	Carbono total (tC/ha) de la parcela 1 y 2 .....	42
Tabla 11	Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 1- sub parcela 1 .....	55
Tabla 12	Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 1- sub parcela 2 .....	57
Tabla 13	Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 1- sub parcela 3 .....	58
Tabla 14	Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 1- sub parcela 4 .....	60
Tabla 15	Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 1- sub parcela 5 .....	62
Tabla 16	Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 2- sub parcela 1 .....	62
Tabla 17	Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 2- sub parcela 2 .....	63
Tabla 18	Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 2- sub parcela 3 .....	64
Tabla 19	Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 2- sub parcela 4 .....	66
Tabla 20	Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 2- sub parcela 5 .....	67

## Índice de figuras

<b>33</b>		
Figura 1.	Ciclo del carbono	14
Figura 2.	Altura del fuste y altura total del árbol	18
Figura 3.	Diámetro a la altura del pecho	19
Figura 4.	Árbol de <i>Eucalypto torelliana</i>	21
Figura 5.	Distribución de las sub parcelas de muestreo	30
Figura 6.	Puntos de muestreo de suelo	31
Figura 7.	distribución del stock del carbono en (tC/ha) por cada sub parcela de la parcela 1	40
Figura 8.	distribución del stock del carbono en (tC/ha) por cada sub parcela de la parcela 2	41
Figura 9.	Distribución del carbono en el suelo de la parcela 1 y 2	42
Figura 10.	Distribución del carbono total del <i>Eucalyptus torelliana</i> por parcela	43
Figura 11.	Distribución del carbono total del <i>Eucalyptus torelliana</i> por componente	43
Figura 12.	Plano de ubicación	72
Figura 13.	Análisis físico - químico del suelo	73

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Demarcación de las sub parcelas de la parcela 1 .....	68
Ilustración 2. Demarcación de las sub parcelas de la parcela 2.....	68
Ilustración 3. Medición del DAP y la altura.....	69
Ilustración 4. Almacenamiento de muestras de suelo de la parcela 1 y 2.....	69
Ilustración 5. Almacenamiento de muestras de suelo de la parcela 1 y 2.....	70
Ilustración 6. Mezcla de suelo de la parcela 1 y 2.....	70
Ilustración 7. Mezcla de suelo de la parcela 1 y 2.....	71
Ilustración 8. Cuarteo de muestras de la parcela 1 .....	71
Ilustración 9. Cuarteo de muestras de la parcela 2 .....	71

## Resumen

La investigación se desarrolló en el centro poblado Pueblo Libre, con el objetivo de evaluar el stock de carbono de dos plantaciones de *Eucalyptus torelliana*, generando un conjunto de datos verídicos de manera que con ello se implementen proyectos para pagos de servicios ambientales a futuro. La población evaluada fue dos parcelas de 3 y 4 años de edad, de una hectárea cada una, del mismo modo la muestra estuvo conformado de 5 sub parcelas (20 m x 25 m) por parcela, estas ubicadas aleatoriamente, una en cada esquina y otra en el centro. La metodología utilizada fue la metodología propuesta por el Centro Internacional de Investigación Agroforestral ICRAF, (2009) para ello se realizó un inventario forestal, para luego realizar cálculos de biomasa y stock de carbono a través del uso de fórmulas alométricas y utilizando el programa de Excel. Los resultados evidencian para el componente aéreo que la parcela que presento más biomasa y stock de carbono fue la parcela 1 con valores de 123,2268 (tn/ha), 55,4524 (tC/ha) seguido la parcela 2 con valor de 119,5156 (tn/ha) y 53,7804 (tC/ha) respectivamente. Para el componente suelo la parcela 2 presento mayor carbono con valor de 51,99 (tC/ha) y la parcela 01 almaceno menor carbono con un valor de 32,33 (tC/ha). Se concluye que la parcela 2 es la que almacenó mayor stock de carbono total; dando como resultado de 105,7704 (tC/ha), esta diferencia se debe principalmente al suelo, ya que este componente capturó mayor carbono en esta parcela.

**Palabras clave:** Stock, densidad, fórmulas alométricas

## Abstract

The research was carried out in the village of Pueblo Libre, with the aim of evaluating the carbon stock of two plantations of *Eucalyptus torelliana*, generating a set of accurate data in order to implement projects for the payment of environmental services in the future. The population evaluated consisted of two plots of 3 and 4 years old, of one hectare each, and the sample consisted of 5 subplots (20 m x 25 m) per plot, randomly located, one in each corner and another in the center. The methodology used was the methodology proposed by the International Center for Agroforestry Research ICRAF, (2009) for this purpose a forest inventory was carried out, and then calculations of biomass and carbon stock were made through the use of allometric formulas and using the Excel program. The results show that the plot with the highest biomass and carbon stock was plot 1 with values of 123.2268 (tn/ha) and 55.4524 (tC/ha) followed by plot 2 with values of 119.5156 (tn/ha) and 53.7804 (tC/ha) respectively. Regarding the soil component, plot 2 had the highest carbon stock with a value of 51.99 (tC/ha) and plot 01 had the lowest carbon stock with a value of 32.33 (tC/ha). It is concluded that plot 2 is the plot that stored the highest total carbon stock, resulting in 105.7704 (tC/ha), and this difference is mainly due to the soil, since this component captured more carbon in this plot.

**Keywords:** Stock, density, allometric formulas.

## Introducción

Actualmente <sup>55</sup> el cambio climático es la problemática ambiental más notable a nivel mundial, puesto que este fenómeno es incentivado en cierta totalidad por el exceso <sup>60</sup> de gases de efecto invernadero en la atmósfera principalmente el CO<sub>2</sub>, la cual este a su vez es emitido por las diversas actividades que desarrolla la humanidad.

<sup>2</sup> La quema de combustibles fósiles y la deforestación vienen siendo <sup>5</sup> una de las actividades humanas principales que emiten en abundantes cantidades el dióxido de carbono, así lo afirma Watson et al. (2010), esto es lo que ha generado gran preocupación mundial debido a que el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) presente en la atmósfera contribuye de manera directa al calentamiento global.

<sup>23</sup> Los árboles juegan un papel esencial en el ciclo global del carbono y en la mitigación del cambio climático, de manera que estos absorben CO<sub>2</sub> durante la fotosíntesis para acumularlo en sus raíces, troncos, ramas, madera muerta e incluso en la tierra de los bosques, para seguidamente convertirlo en biomasa. Entonces, al talar o quemar los bosques, este carbono que estaba acumulado queda libre y regresa a <sup>10</sup> la atmósfera en forma de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), aportando así a la acumulación de GEI y por ende produciendo efectos en el clima (Mieses, 2017).

<sup>5</sup> La región de San Martín tiene un total de área boscosa de 3 533 642 ha, siendo el 72,45% representante del bosque original, así mismo, cierta parte de dichas áreas fueron utilizadas como productores de cultivos, sistemas perennes y pastos; a la actualidad habiéndose disminuido su <sup>5</sup> capacidad de almacenar o fijar carbono en los distintos sistemas de uso de la tierra (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2014).

Para Sosa <sup>56</sup> (2016), la biomasa de una planta es de gran importancia puesto que nos da a conocer el papel que juegan nuestros bosques en la regulación del cambio climático de manera que esta <sup>56</sup> nos permite precisar o conocer los montos de carbono existentes en cada planta, sabiendo que el conjunto de biomasa forestal y del suelo actúa como reservorio de carbono. Entonces, a través del conocimiento <sup>40</sup> de la biomasa se puede calcular el carbono que pueden almacenar y fijar los bosques tanto primarios como secundarios <sup>40</sup> y con esto se podrían gestionar proyectos ambientales para pago por servicios tanto de retención como de

captura de carbono, de modo que esto permitiría el ingreso económico adicional para las familias o pobladores que se dedican a esta actividad, a su vez les permitiría mejorar su calidad de vida

En tal sentido el siguiente proyecto de investigación está enfocado en la determinación del stock de carbono en dos plantaciones forestales de *Eucalyptus torelliana* para posteriormente realizar la comparación de ambas, de manera que esto nos permita aportar información sobre el stock de carbono en condiciones atmosféricas de la provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.

Las plantaciones de *Eucalyptus torelliana* evaluadas se encuentran ubicadas aproximadamente a cinco minutos del Centro Poblado <sup>36</sup> de Pueblo Libre, distrito y provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.

Para calcular <sup>1</sup> la biomasa y el carbono aéreo presente en dicha plantación, la metodología utilizada <sup>1</sup> es la recomendada por el Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF) (Arévalo et al., 2003).

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

## 1.1. Antecedentes de la investigación

**Internacional**

Cannolly & Corea (2007), en su tesis de pregrado que realizó para determinar el almacenamiento de carbono de un sistema agroforestal y forestal utilizó la metodología del IPCC la cual sugiere multiplicar la biomasa seca por 0,5 para obtener el carbono, como resultado obtuvieron que, entre todos los sistemas que estudio, la plantación que presento mayores resultados en sus diferentes fuentes es el pino con 211,82 tC/ha de carbono aéreo, siguiéndole del mismo modo el sistema de café ecoforestal con 163,88 tC/ha, luego está el sistema de plantaciones energéticas con 153,74 tC/ha, finalmente el bosque seco con manejo de regeneración natural es el que obtuvo el valor mínimo de 105,74 tC/ha.

**Nacional**

Maquera (2017), en su estudio determinó el carbono existente por especie forestal, para ello utilizaron el método directo por combustión húmeda, para obtener la biomasa de cada árbol. Como resultados obtuvieron que la mayor producción de biomasa aérea total fue del Eucalipto con 2411,82 tnC/h seguido por el Pino con 869,90 Tn por último el Ciprés con 473,22 tnC/ha. Con respecto al almacenamiento de carbono de carbono el que obtuvo mayor valor fue el Eucalipto con 1 260,55 tnC/ha de C, siguiéndole el Pino con 489,48 tnC/ha y por último el Ciprés con 320,25 tnC/ha de C haciendo un total de 2070,28 tnC/ha de C para todo el bosque.

Gómez (2022), determinó el carbono que existe en sistemas agroforestales de café utilizando la metodología de ICRAF (2009). Para ello estableció una muestra de consistió en 5 parcelas, las cuales estas fueron ubicadas aleatoriamente en una población de una hectárea de sistema agroforestal de café y pino de 7 años, la densidad de siembra para el café fue de 5000 plantas y para el pino fue de 278 árboles por hectárea, cada parcela con una distancia de 10 x 25 m para la biomasa aérea y para la biomasa del suelo de 0,5 x 0,5 m. como resultado obtuvieron que el componente que capturo más carbono fu el suelo con 438 tC/ha y luego está el aéreo con 168,59 tC/ha.



**Local**

Hurtado (2019), en su estudio de stock de carbono del sistema agroforestal de *Coffea arábica* L. y *Eucalyptus saligna* que tiene cuatro años de edad, utilizó la metodología desarrollada por ICRAF, establecieron 3 parcelas de 100 m<sup>2</sup> para la biomasa aérea y para el suelo obtuvo una muestra por parcela de 30 cm de profundidad. Como resultados obtuvo que el componente aéreo fue el que registró mayor biomasa y carbono, con resultados de 424,94 tn/ha y 191,22 tnC/ha respectivamente. Para el componente arbustivo y herbáceo registró 2,36 tn/ha de biomasa y 1,06 tnC/ha de carbono. La hojarasca presentó 1,24 tn/ha de biomasa y 0,56 tnC/ha de carbono. Y el suelo fue el que obtuvo el segundo mayor valor con resultados de 86,99 tnC/ha. Finalmente concluye que el sistema agroforestal almacena un total de 428,55 tn/ha de biomasa y 279,83 tnC/ha de carbono.

Mieses (2017), en la provincia de Moyobamba determinó la influencia que tiene la densidad de cinco especies en el almacenamiento de carbono, para ello tuvo como población 20000 m<sup>2</sup> y una muestra de 4 parcelas de 50 x 100 metros, de las cuales se dividieron en 20 sub parcelas de 20 x 50 metros, de esta muestra se evaluó la densidad, la biometría y el stock de carbono. Y como resultado encontró para el azarqui 0,374 tC/ha, para el mullaco 0,258 tC/ha, para el palo de goma 0,356 tC/ha, para la quinilla con 0,309 tC/ha y para el tulloqui 0,403 tC/ha.

Rimarachín (2017), en su trabajo de investigación realizada en el sector Inchoche, distrito de Moyobamba, tuvo como objetivo determinar ecuaciones alométricas para calcular biomasa y stock de carbono de *Eucalyptus torelliana* utilizando el método indirecto, para esto tuvo como población 10000 plantas de entre 6 meses y 2,5 años de edad aproximadamente y una muestra de 10 árboles, los mismos que en campo fueron derribados para su respectivo pesaje, como resultado para la biomasa aérea obtuvo 28.06 Mg/ha y para el carbono aéreo utilizando el inventario de carbono obtuvo como resultado de 77,6 tC/ha y para suelo el resultado fue de 37,39 tC/ha.

Del Águila (2012), en su proyecto de tesis sobre cuantificación de carbono en el Centro de Producción Pabloyacu, evaluó especies forestales de 20 y 50 años de edad la cual este tuvo como población 2 hectáreas y una muestra de estudio de 20 unidades de 500 m<sup>2</sup> cada una, estas ubicadas completamente al azar, la metodología que utilizó fue la

recomendada por ICRAF. Como resultados obtuvieron que para el sistema aéreo que la especie que capturó mayor carbono aéreo fue el *Himatanthus sucuuba* “Bellaco Caspi” con 175,57 tnC/ha, seguidamente fue el “Tullaquiuro”, “Shimbillo”, y Warmi Warmi” con 138,81; 121,75 y 117,69 tnC/ha, finalmente el que presento menor proporción fue la *Ocotea aciphylla* “Moena” con 46,21 tnC/ha respectivamente.

## 1.2. Fundamento teórico científico

### 1.2.1. Los bosques y los recursos forestales del Perú

Los bosques debido a los diversos beneficios que proveen son un ecosistema fundamental para la vida humana. Entre los beneficios más inmediatos y visibles que nos proporcionan son: los alimentos en forma de frutos, numerosas plantas comestibles, medicinas e incluso carne de monte, pero también proporcionan energía en forma de leña y carbón, además nos brindan madera, gomas, fibras, látex, resinas y otros que poseen diversos usos en la construcción, farmacia e industria.

Sin embargo, los beneficios más importantes que nos brindan los bosques son los servicios de los ecosistemas, la cual incluyen regulación del clima, protección del suelo de los efectos del agua, viento y temperatura, del mismo modo como el mantenimiento de la humedad y su aporte al ciclo del agua industria. Además, los bosques tropicales amazónicos, contienen una alta diversidad biológica y son hábitat de diversas especies silvestres, que no solo contribuyen a la polinización y al control natural de plagas, sino que también son atractivas para el turismo y a los pueblos indígenas los proveen medios de vida. La reducción, eliminación o pérdida de bosques significa la consiguiente pérdida total o parcial de los servicios que estos nos proveen industria (MINAM, 2016).

### 1.2.2. Los bosques y su relación con el cambio climático

Con respecto al cambio climático, los bosques tienen una triple relación. Son, al mismo tiempo, parte del problema y parte de la solución, pero al sufrir los efectos de cambio climático también son víctimas. Efectivamente, son parte del problema porque los bosques constituyen un gran depósito de carbono, gas que al ser liberado a la atmósfera en los procesos de cambio de uso contribuye a incrementar las condiciones que derivan en el cambio climático. El cambio de uso de bosques

es la principal forma de pérdida de los bosques tropicales, representando un aporte neto del 11 % del total de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) a escala global, cifra que en países forestales tropicales bordea el 50 % y en el Perú no es diferente, ya que representa el 51% (MINAM, 2016).

Actualmente, las reservas de carbono en los bosques tropicales alcanzan los 471 000 millones de toneladas, por esa misma razón son fundamentales para la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero, tanto a través de reducir el cambio de uso (y por tanto las emisiones), como por su capacidad de capturar carbono de la atmósfera y almacenarlo en la vegetación y en el suelo (MINAM, 2016).

El Perú mantiene el décimo puesto en el ranking mundial de áreas con mayor densidad forestal. Más de la mitad del país, aproximadamente 260,000 millas cuadradas (673,109 km<sup>2</sup>), se encuentra cubierta por bosques. Solo Brasil cuenta con un área mayor de bosque tropical amazónico. Esto hace que el Perú sea considerado uno de los diez países con mayor diversidad en el mundo (Smith & Schwartz, 2015).

La amazonia acaba de ser incluida en una lista del Fondo Mundial para la Vida Silvestre como una de las principales regiones en peligro de deforestación, una de las 11 regiones con expectativas de presentar mayor deforestación y degradación de los bosques a nivel mundial para el año 2030. En la Amazonia peruana, las principales causas de la deforestación son la agricultura de menor escala, la minería comercial y la construcción de vías. La degradación de los bosques es causada principalmente por la tala ilegal. Esta pérdida forestal afecta mucho más allá que solo a árboles y la maravillosa fauna peruana, ya que también es responsable de casi la mitad de las emisiones de gases efecto invernadero a nivel nacional (Smith & Schwartz, 2015).

### **1.2.3. Servicios ambientales de un bosque**

Ruiz, García & Sayer (2007), señala que el cambio en la percepción del valor total de los bosques y como deben ser utilizados está marcado por una concienciación creciente sobre la importancia de los servicios ambientales y por

propuestas para captar parte de este valor a fin de reducir la deforestación. La evaluación económica de los servicios ambientales se ha centrado en cuatro bloques fundamentales:

**Biodiversidad:** La conservación de la biodiversidad y la función protectora de suelos y cuencas hidrográficas son los servicios reconocidos desde hace más tiempo. De hecho, los primeros espacios protegidos suelen aparecer vinculados a bosques maduros de gran valor escénico y de biodiversidad.

**Fijación de carbono:** El valor del bosque como fijador y almacenador de carbono es sobradamente conocido, aunque su conceptualización como un servicio ambiental solo ha aparecido cuando la conciencia del papel de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el cambio climático ha empujado a la firma de acuerdos internacionales y a la ejecución de políticas tendentes a reducir dichas emisiones.

**Ciclo hidrogeológico:** en el caso de las funciones hidrológicas y climáticas, donde hay fuertes discrepancias de apreciación. Así, aunque la relación de la cubierta forestal con la calidad del agua y el control de erosión están generalmente reconocida, su relación con la disponibilidad de agua y el control de inundaciones está sujeta a interpretaciones variadas.

**Educación / ocio:** Los servicios de ocio y educación se han ido incorporando paulatinamente a las funciones ya reconocidas en áreas protegidas a medida que ha ido aumentando la conciencia ambiental de la sociedad.

#### **1.2.4. La función ambiental de los árboles como fijadores de CO<sub>2</sub>**

Los bosques del planeta brindan múltiples beneficios a través de bienes y servicios necesarios para toda la humanidad. Algunos de estos beneficios son directos, tales como la madera, pulpa para papel, captación de agua, resinas, medicamentos, protección de la biodiversidad, conservación de los suelos, etc. Otros servicios son indirectos o intangibles, como el esparcimiento, o bien la fijación de carbono. En lo que se refiere a esta última función, es clave destacar la capacidad de almacenar el CO<sub>2</sub> en la biomasa por diferentes especies forestales que conforman los bosques naturales o bien implantados (Barrionuevo & Ledesma, 2021).

### 11 1.2.5. Calentamiento global

El Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC, 2007) menciona que científicamente el calentamiento global es definido como un fenómeno asociado al aumento progresivo en el tiempo de la temperatura media de la atmósfera terrestre y las elevadas masas de agua. Este aumento progresivo de la temperatura es producto de cuatro grandes problemas ambientales, tales se mencionan seguidamente:

- La 58 variabilidad climática, basada principalmente en el aumento y acumulación de gases de efecto invernadero, tales como: metano, vapor de agua, óxido de nitroso, dióxido de carbono, etc. La cual estos actúan 16 reteniendo el calor y a su vez modificando de manera significativa los patrones climáticos.
- La progresiva destrucción de la capa de ozono, esto producto o consecuencia de las diversas reacciones químicas generadas entre gases como clorofluorocarbonos y otros compuestos que el hombre produce.
- 11 Las continuas quemaduras de los combustibles fósiles como: petróleo, carbón, gas, entre otros. De los que hoy en día la mayoría de países desarrollados dependen para satisfacer las necesidades que la sociedad requiere.
- La niebla urbana, incluida entre las grandes contaminaciones siendo producida en su gran mayoría por los países altamente desarrollados, que hasta la actualidad sigue aumentando la mala calidad del aire (aumento del ozono troposférico, mayor concentración de monóxidos de carbono, etc.).

La lluvia ácida es aquel problema peligroso que se produce debido a la suma de todas las emisiones excesivas de contaminantes, dichas alteraciones de esta se verían altamente alteradas, de manera que podría hasta resultar nocivo para el desarrollo de la biosfera como producto de un nivel de acidez normal.

Dunin (2017), menciona que las actividades humanas como: deforestación, la tala indiscriminada, emisión de residuos sólidos, emisión de gases de efecto invernadero y otros. Son las principales causas que se produzca el cambio climático y por ende que el planeta se esté sobrecalentando.

Estas actividades están afectando de manera directa en los cambios bruscos de la temperatura media de la atmosfera, en el deshielo de los glaciares, acidificación del océano y en el cambio del ciclo global del agua. Copernicus nos dice que la conjunta iniciativa de la Comisión Europea y de la Agencia Espacial Europea que persigue construir un sistema autónomo de observación del planeta tierra que el año 2016 fue considerado el año que registro mayor temperatura promedio a nivel mundial desde 1880.

#### **1.2.6. Cambio climático**

A inicios del siglo XX, un cambio en el clima han venido observando los científicos, la cual esta no solo puede estar atribuido por causas naturales, sino más bien estas se están generando por el aumento progresivo de la emisión de los gases de efecto invernadero hacia la atmosfera que desde la antigüedad se ha ido produciendo, donde actualmente se han ido multiplicando las actividades humanas ligadas a la quema de biomasa, quema de combustibles, actividades como ganadería y agricultura, la tala indiscriminada, la excesiva generación de residuos sólidos, emisión de aguas residuales y uso de químicos para la agricultura.

Producto del aumento de gases que absorben y liberan la radiación térmica por encima de los niveles normales, la atmosfera retiene el calor y a su vez incrementando así el efecto invernadero y produciendo la alteración climática. El calor es retenido en la atmosfera en cantidades abundante, producto de la cantidad elevada que los gases absorben y liberan calor térmico por encima de los niveles naturales (MINAM, 2017).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS) (2015), miles de decenas de defunciones cada año está provocando el cambio climático, esto producto de las modificaciones en las características de las enfermedades, fenómenos

<sup>27</sup> meteorológicos extremos (olas de calor e inundaciones, sumideros de alimentos y agua y los sistemas de abastecimiento de agua y saneamiento).

La OMS también estima que en el año 2012 cerca de siete millones de personas fallecieron como consecuencia de enfermedades estrechamente ligadas a la contaminación del aire, esto convirtiéndolo como uno de los fenómenos de mayor riesgo para la salud medioambiental. Se anticipa que entre los años 2030 y 2050 el cambio climático provocara otras 250 000 defunciones anuales por paludismo, calor extremo, diarrea y desnutrición. Los pobres de los países de bajos ingresos, los niños y las mujeres serán los grupos más frágiles y afectados, lo que empeoraría las diferencias o desigualdades en el sector salud.

#### a. Causas del cambio climático

##### Antropógeno

- ✓ Quema de combustibles fósiles
- ✓ Procesos industriales
- ✓ Agricultura
- ✓ Deforestación
- ✓ Cambio de uso de la tierra y silvicultura
- ✓ Residuos sólidos

##### Naturales

- ✓ Cambios orbitales de la tierra respecto del sol
- ✓ Variación en la radiación solar
- ✓ Efecto del océano en el clima
- ✓ Las erupciones volcánicas

#### 1.2.7. Efecto invernadero

España (2016), menciona que el efecto invernadero es un proceso únicamente natural, pero la cual gracias al excesivo aumento y acumulación de gases de efecto invernadero y a la acción de la radiación solar este fenómeno se convierte en peligroso que influye de manera directa al calentamiento de la superficie terrestre.

Siendo así que como proceso natural no es perjudicioso para la vida, puesto que gracias a este fenómeno los seres vivos podemos desarrollarnos correctamente, ya que con su ausencia el agua que nosotros conocemos en forma líquida, sería en grandes bloques de hielo y la temperatura ambiente sería a  $-18^{\circ}\text{C}$ .

El  $\text{CO}_2$  considerado uno de los gases que contribuye considerablemente a la alteración de este fenómeno, a su vez es muy indispensable su presencia al momento de la regulación del clima terrestre, la propiedad que tiene de absorber es capaz de captar cierta parte de la energía infrarroja la cual es emitida por el planeta, de manera que impide que sea regresada al espacio.

Un excesivo aumento de las concentraciones de este gas provocar alteraciones climáticas importantes, mostrándose con aumento de temperaturas (proveniente de la retención de una gran parte de dicha energía calorífica) o a través de la existencia de fenómenos inusuales.

#### a. Los Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Según CEPSA (2015), se denomina efecto invernadero al proceso por el que la radiación térmica es liberada por la atmósfera y luego es absorbida por los GEI que se encuentran presentes e irradiados en todas las direcciones.

Los GEI son encontrados en la atmósfera y estos aportan a de manera directa al efecto invernadero causando así alteraciones. Estos están divididos en dos grandes grupos, los denominados provenientes de orígenes naturales y los de orígenes antropogénicos (resultante de las actividades humanas).

La continuada emisión de estos gases provoca un elevado calentamiento de la superficie terrestre, debido a que se comportan como absorbentes de la radiación de la que seguidamente es regresada por la superficie terrestre. El efecto de este tipo de gases en el cambio climático depende principalmente de tres factores fundamentales: la cantidad o concentración de estos gases en la atmósfera, el tiempo que permanecen en ella y también el nivel de impacto en la temperatura global del planeta (CEPSA, 2015).



<sup>26</sup> Los gases principales de efecto invernadero de la atmósfera terrestre dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) son los siguientes:

<sup>11</sup>  
**De origen natural**

- ✓ Vapor de agua (H<sub>2</sub>O)
- ✓ Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)
- ✓ Metano CH<sub>4</sub>
- ✓ Ozono (O<sub>3</sub>)
- ✓ Óxido nitroso N<sub>2</sub>O.

**De origen antropogénico**

- ✓ Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>)
- ✓ Hidrofluorocarbonos (HFC's)
- ✓ Perfluorocarbonos (PFC's)

<sup>25</sup> De todos los gases mencionados, el que cobra una relevancia especial por su efecto en las condiciones climáticas del planeta debido a que es un gas de larga duración, <sup>65</sup> es el dióxido de carbono CO<sub>2</sub> puesto que este es un gas que permanece de manera activa en la atmósfera por largos periodos de tiempo (CEPSA, 2015).

Según IPCC (2007), nos dice que el gas antropogénico más importante es el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Entre los años 1970 y 2004 sus emisiones <sup>37</sup> se han elevado al 80% aproximadamente, pasando de 21 gigatoneladas (Gt) a 38 gigatoneladas (Gt), y en 2004 representaban a un 77% de las emisiones totales de GEI antropógeno.

### 1.2.8. Dióxido de carbono

El Grupo Intergubernamental de expertos sobre el cambio climático (IPCC) (2007), afirma que el aumento mundial de las concentraciones de CO<sub>2</sub> se debe principalmente al uso de combustibles de origen fósil, con una aportación menor, aunque perceptible, de los cambios de uso de la tierra. Es muy probable que el aumento observado de la concentración de CH<sub>4</sub> se deba predominantemente a la agricultura y al uso de combustibles fósiles. El aumento de la concentración de N<sub>2</sub>O se debe principalmente a las actividades agrícolas.

La concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera mundial aumentó, pasando de un valor preindustrial de aproximadamente 280 ppm a 379 ppm en 2005. En los diez últimos años, la tasa de crecimiento anual de las concentraciones de CO<sub>2</sub> (promedio del período 1995- 2005: 1,9 ppm anuales) ha sido mayor que desde el comienzo de las mediciones directas continuas de la atmósfera (promedio de 1960- 2005: 1,4 ppm anuales), aunque sujeta a variabilidad interanual.

### **5** **1.2.9. Ciclo del carbono**

El carbono es el elemento químico fundamental de los compuestos orgánicos, que circula por los océanos, la atmósfera, el suelo, y subsuelo. Estos son considerados depósitos (reservorios) de carbono. El carbono pasa de un depósito a otro por medio de procesos químicos, físicos y biológicos. La atmósfera es el menor y el más dinámico de los reservorios del ciclo del carbono (Prast et al., 2018).

El ciclo del carbono es considerado como un conjunto de cuatro depósitos interconectados: la atmósfera, la biosfera terrestre, los océanos y los sedimentos. Estos depósitos son fuentes que cumplen la opción de liberar el carbono, o de ser sumideros que absorben carbono de otra parte del ciclo (Ciesla, 2012).

Las plantas tienen la capacidad de captar el CO<sub>2</sub> atmosférico y mediante procesos fotosintéticos metabolizarlo para la obtención de azúcares y otros compuestos que requieren para el normal desarrollo de su ciclo vital. En general, se puede concluir que, las plantas, a través de la fotosíntesis, extraen el carbono de la atmósfera (en forma de CO<sub>2</sub>) y lo convierten en biomasa. La biomasa al descomponerse se convierte en parte del suelo (en forma de humus) o en CO<sub>2</sub> (a través de la respiración de los microorganismos que procesan la biomasa (Consejo Superior de Investigaciones Científicas [CSIC], 2010).

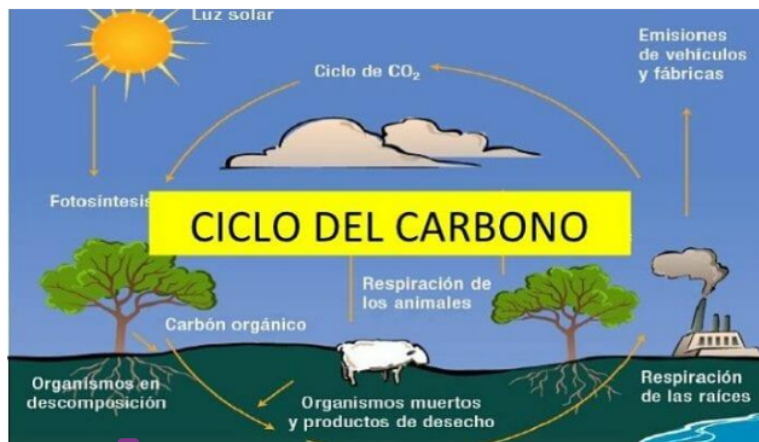


Figura 1. Ciclo del carbono

Existen diversos factores que influyen sobre la cantidad de carbono acumulado tanto en la biomasa de las plantas como en el suelo. La tala de árboles y la quema de material vegetal que se aplican en los procesos de conversión de bosques a tierras agrícolas o ganaderas y, también, en la explotación maderera, liberan el carbono acumulado en las plantas y en el suelo y éste regresa a la atmósfera en forma de CO<sub>2</sub> (CSIC, 2010).

Según Prast et al. (2018), La fotosíntesis es la vía que captura dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y libera oxígeno libre (O<sub>2</sub>), produciendo la biomasa de los organismos verdes (los que presentan clorofila, como algas, musgos y plantas) a partir del consumo de energía solar. La respiración es, a su vez, la vía de degradación de la biomasa, y produce CO<sub>2</sub> a partir del consumo de O<sub>2</sub>. Ver figura N° 01.

“El ciclo de carbono está determinado por el almacenamiento y la transferencia entre la atmósfera, biósfera, litósfera y océanos de moléculas constituidas por el elemento carbono” (Honorario & Baker, 2010).

El carbono del suelo está muy relacionado con el proceso de descomposición de la biomasa por la acción microbiana. Una parte del carbono del suelo vuelve a la atmósfera mediante la mineralización del carbono orgánico. Otra parte es conducida por las corrientes de los ríos hasta llegar al mar, donde se deposita en forma de carbonatos, proceso que es incentivado por la acción humana. El

intercambio de carbono entre el reservorio marino y el atmosférico se da por procesos químicos que determinan “un equilibrio entre las capas superficiales de los océanos y las concentraciones en el aire sobre la superficie”. Ahora, la cantidad de CO<sub>2</sub> que el mar absorbe, está en función de su temperatura y de la concentración de partida, por lo que temperaturas más altas del agua pueden generar la emisión de CO<sub>2</sub> (Rügnitz, Chacón & Porro, 2009).

#### **1.2.10. Carbono en ecosistemas forestales**

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (2002), los ecosistemas forestales contienen más carbono por unidad de superficie que cualquier otro tipo de uso de la tierra y sus suelos, que contienen cerca del 40% del total del carbono, son de importancia primaria cuando se considera el manejo de los bosques. Por lo general, en los bosques naturales el carbono del suelo está en equilibrio, pero tan pronto como ocurre la deforestación o tala ese equilibrio es afectado.

De acuerdo a Dixon et al. (s.f.), citado por Ordoñez & Jong (2001), la vegetación asimila dióxido de carbono atmosférico, por medio del proceso fotosintético. Los árboles en particular, asimilan y almacenan grandes cantidades de carbono durante toda su vida. Los bosques del mundo capturan y conservan 19 más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% del flujo anual de carbono entre la atmósfera y la superficie de la tierra.

#### **1.2.11. Carbono en el suelo**

Según Ubillus, citado por Tacarpo (2018), el suelo desempeña un importante papel en el ciclo del carbono y puede representar una fuente importante de CO<sub>2</sub> y de otros gases de efecto invernadero a la atmósfera. La cantidad total de carbono orgánico que contiene el suelo es dos a tres veces superior al CO<sub>2</sub> atmosférico. Se estima en cerca de 1 500 Pg de carbono a 1 m de profundidad y que está en interacción con la atmósfera.

#### **1.2.12. Inventario forestal**

<sup>49</sup> El Inventario Forestal es el procedimiento mediante el cual se puede obtener información necesaria para conocer de manera confiable características

cualitativas y cuantitativas de las plantaciones forestales, tales como, densidad, volumen y tipo de árboles presentes en la masa forestal, entre otras. En este sentido, el Inventario Forestal se constituye en una herramienta útil para toda persona que desea reforestar, de modo que esta permite generar información fundamental para la toma de decisiones técnicas, económicas y financieras de cualquier proyecto forestal. (Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario [FINAGRO], 2018).

### **1.2.13. Biomasa**

La IPCC (2013), define a la biomasa como la masa total de organismos vivos presentes en una determinada área o bosque. También es conocido como carbono almacenado en un bosque, también se considera a la materia muerta como conjunto de biomasa muerta.

La biomasa vegetal arbórea representa un principal componente para calcular el estado de los recursos agroforestales y forestales. Esta se encuentra almacenada en hojas, ramas, troncos y otras partes vegetales. Comportándose como un sumidero natural de carbono. Teniendo de conocimiento la biomasa es probable determinar el CO<sub>2</sub> almacenado, por lo que las unidades forestales forman herramientas de adaptación y mitigación de los efectos negativos a la variación climática (FAO, 2009).

La biomasa resultante de los desechos de madera es un potencial idóneo en la producción de energía térmica, la cual puede ser aplicada de maneras distintas, como, por ejemplo, turbinas, generadores de vapor, hornos, etc.

La biomasa también se puede evidenciar en el resultado de transformaciones de energías solares a energías químicas. El ser humano durante la historia la ha hecho uso tanto para su propio alimento como para alimento de los animales, actualmente la conservación y producción de biomasa sea del cultivo que sea cobra trascendental importancia porque actúa también como protector del medio ambiente a través del almacenamiento de carbono (Martínez & Leyva, 2014).

<sup>22</sup>  
**a. Medición y estimación de biomasa sobre el suelo**

Para la determinación de la biomasa sobre el suelo existen dos métodos: el directo y el indirecto así lo menciona (Rügnitz, Chacón & Porro, 2009).

**Método directo:** denominado también método destructivo, definido en el uso de ecuaciones alométricas o en factores de expansión, este consiste en cortar uno o más árboles (individuo), para luego determinar la biomasa a través del peso directo de uno de los componentes (fuste, ramas y hojas) para finalmente extrapolar los resultados para el área total.

**Método indirecto:** este método consiste en el uso de ecuaciones alométricas o factores de expansión que nos permitan relacionar las dimensiones básicas que se obtienen en campo con características de interés del evaluador, de manera que no sea necesario medir estas últimas.

**b. Tipos de muestreo**

Según la Guía de inventario de la flora y vegetación realizada por el MINAM (2015), el muestreo consiste en recopilar información tanto cualitativa como cuantitativa en ciertas áreas representativas, con la finalidad de calcular los valores de sus parámetros. Existen dos tipos de muestreo.

**Aleatorio estratificado:** Este muestreo necesita de la estratificación del área a calcular y en donde la selección de las muestras sea de forma aleatoria, pero solo dentro de cada parcela o unidad de vegetación.

**Sistemático estratificado:** este muestro indica que la ubicación de las muestras se da siguiendo un patrón dentro de cada parcela o estrato. Es el más usado debido a que permite obtener resultados más exactos, también porque es más fácil de aplicar en el campo.

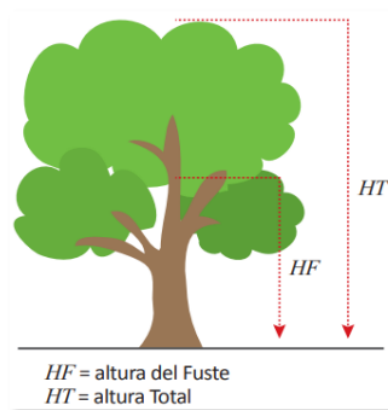
#### 1.2.14. Registro de información en el inventario

**a. Altura**

Según el MINAM (2015), denomina a la altura como una variable muy indispensable que puede ser medido en distintas formas de vida vegetal:

árboles, cañas, palmeras, suculentas, arbustos y herbáceas. Para el caso de los árboles, pueden ser medidos de dos clases:

- **Altura total:** esta medida es considerada desde el suelo hasta la cima de su corona o copa.
- **Altura del fuste:** esta medida del árbol es considerada desde el suelo hasta el inicio de la ramificación. Estos datos para estimar el volumen maderable, biomasa y carbono presente en el vuelo de cada planta.

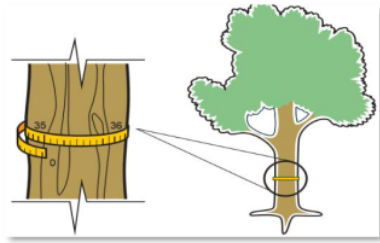


*Figura 2.* Altura total del árbol y altura del fuste

#### b. Diámetro del fuste

Diámetro del fuste o también conocido por sus siglas DAP (diámetro a la altura del pecho)<sup>4</sup>. Este consiste en la determinación de la longitud de la recta que pasa por el centro del círculo y termina en los puntos en que toca toda la circunferencia circunscrita al hacer un corte horizontal en el tronco. La determinación del DAP nos permite calcular el volumen maderable y por ende la biomasa, así como también el crecimiento periódico de los árboles.

El DAP de los árboles, palmeras y helechos arbóreos es medido exactamente a una altura de 1,30 m desde la base del tallo, para ello se hace uso de una cinta métrica, cinta diamétrica o de una forcípula.



**25**  
**Figura 3.** Diámetro a la altura del pecho

### 1.2.15. Parámetros ambientales a desarrollar

#### a. Área basal

Denominada como <sup>4</sup> la superficie de una sección transversal del tronco o tallo del árbol, palmera y demás formas vegetales de porte arborescente, a cierta altura del suelo. Es expresada en  $m^2$  de material vegetal por unidad de superficie de terreno, la cual puede referirse a la hectárea y nos permite conocer la dominancia y tener un alcance sobre la calidad del sitio.

#### b. Volumen maderable

Este volumen es calculado a través de <sup>4</sup> la aplicación de la fórmula para encontrar el volumen del cilindro; es decir, mediante el <sup>4</sup> área basal y la altura total del tronco de un árbol. Malleux (1982), nos dice que el tronco no es un perfecto cilindro, sino más bien tiene una forma cónica y por lo tanto es necesario aplicar un factor de corrección conocido como “factor forma” y su valor depende de la especie.

<sup>1</sup> Del factor forma o factor mórfico <sup>4</sup> existen pocos estudios o pocas investigaciones para ciertas especies forestales. En general, para las especies arbóreas de los bosques húmedos tropicales que no tienen aún definido un factor de forma se puede utilizar el valor 0.70 (Malleux, 1982).

#### <sup>4</sup> c. Densidad poblacional

La densidad (D) denominada como <sup>4</sup> el número de individuos (N) que pueden existir en una determinada área la cual esta debe estar referida en una unidad de superficie como la hectárea. Es aplicado a cada tipo de bosque y tipo de



matorral inventariado; así, resulta ser el promedio obtenido de las unidades muestrales levantadas.

<sup>4</sup>  
**d. Biomasa aérea arbórea**

La biomasa arbórea es definida como la cantidad de materia seca producida por cada planta, esta es expresada en términos de peso y referida a una determinada superficie (t/ha).

<sup>4</sup>  
Este parámetro nos permite calcular la cantidad de biomasa que puede ser impactada por alguna actividad productiva; es decir, se puede estimar la afectación de los reservorios naturales de carbono existentes en un determinado bosque.

### 1.2.12. Taxonomía del Eucalipto Torellana

Según Mendoza (2008), en su tesis de anatomía y propiedades físico – mecánicas del *Eucalyptus torelliana* menciona que este género está clasificado botánicamente de la siguiente manera:

Reino: vegetal

División: fanerógama

Familia: Myrtacea

Género: *Eucalyptus*

Especie: *torelliana*

Genero + epíteto: *Eucalyptus torelliana*



*Figura 4.* Árbol de *Eucalypto Torellana*

### 1.2.13. Compromisos internacionales

#### a. <sup>48</sup> Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)<sup>20</sup>

Un momento clave en la política internacional sobre el cambio climático fue la firma en 1992 de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) realizada en Rio de Janeiro. Se reconoció en tal convenio la importancia del problema y se plasmaron el compromiso de actuar bajo el principio de las (responsabilidades comunes pero diferenciadas) (IPCC, 1995).

IPCC (1995), menciona que <sup>13</sup> se acordó que cada país debe desarrollar estrategias nacionales para la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y que estas estrategias deben estar basadas en el conocimiento preciso del inventario de las emisiones de cada país.

<sup>2</sup> El Perú es el país parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático (CMNUCC) desde 1992 y en 1993 ratificó dicho tratado internacional, confirmando oficialmente el compromiso del país de contribuir al objetivo de dicha convención de “estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y evitar llegar a un nivel de interferencia

antropogénica peligrosa”. Nuestro país ratificó este compromiso al incorporarse al Protocolo de Kioto, 2002” (MINAM, 2016).

<sup>2</sup> La primera Comunicación Nacional del Perú fue presentada en 2001, actualizándose el reporte sobre cambio climático en el Perú; en 2010 se presentó la segunda comunicación nacional que indicó los importantes avances en los arreglos institucionales; acciones consecuentes y nuevos aportes de información.

La Tercera Comunicación Nacional evidencia un considerable incremento en la generación de información relacionada al cambio climático, así como los esfuerzos para incluir el tema en las diversas políticas nacionales, sectoriales y territoriales, por lo que puede considerarse el documento oficial más actualizado hasta la fecha en referencia a la gestión del cambio climático en el país (MINAM, 2016).

<sup>1</sup> De acuerdo a Brand, citado por Fachín (2015), manifiesta que en la primera y segunda conferencia de las partes de la convención sobre el cambio climático celebradas en Berlín en 1995 y en Ginebra en 1996 decidieron completar la convención marco con un protocolo que estableciera compromisos cuantitativos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero con plazos definidos, para lo cual decidieron reunirse nuevamente en Kioto, Japón en 1997.

#### b. Protocolo de Kioto

<sup>8</sup> Para Roca (2019), un segundo momento muy importante fue la firma del <sup>8</sup> Protocolo de Kioto el 10 de diciembre de 1997 que se llevó a cabo en una de las reuniones de las partes firmantes del cambio climático, <sup>62</sup> la tercera <sup>13</sup> conferencia de las partes de la convención sobre el cambio climático. Tomando como año base 1990, los países de la Unión Europea proponían una reducción de 15% para el año 2010. Estados Unidos, Japón y otros países industrializados no acordaron realizar tales esfuerzos. Diversas propuestas apuntaban hacia reducciones inferiores al 5%. Los Estados Unidos solo ofrecieron regresar a sus niveles de emisión de 1990 para el periodo 2008-2012.

Según Alatorre, citado por Fachin (2015),<sup>1</sup> menciona que para el periodo 2008-2012, la Unión Europea, como grupo, reducirá sus emisiones en 8%; Los EE.UU en 7%, Japón y Canadá en 6%, Rusia, Ucrania y Nueva Zelanda no tendrán ninguna reducción, Australia podrá inclusive aumentar sus niveles. Se decidió no incluir en esta etapa de compromisos adicionales a países del tercer mundo.

El Protocolo de Kioto abarca seis gases con efecto invernadero: el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>); el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), los hidrofluorocarbonos (HFCs), los perfluorocarbonos (PFCs) y el hidrofluorocarbono de azufre (SF<sub>6</sub>). Para los tres últimos se determinó, el año base de 1995, pues prácticamente no se producían en 1990; se trata de gases que se liberan en pequeñas cantidades, pero que no pueden ser absorbidos por los ecosistemas, ya que no existen sumideros naturales y poseen un enorme potencial de captación de radiaciones caloríferas y permanecerán en la atmósfera, absorbiendo calor, durante miles de años.

Roca (2019), nos dice que<sup>8</sup> la reducción acordada fue parcial y muy modesta; además el transporte aéreo y marítimo internacionales quedaron fuera del acuerdo y también se crearon una serie de polémicos mecanismos que permitían que los países industrializados redujesen menos sus emisiones, llevando a cabo determinadas inversiones en el resto del mundo.

El Protocolo de Kioto se celebró como un precedente que debía llevar a acuerdos futuros mucho más ambiciosos y globales. Sin embargo, la realidad no respondió a estas expectativas. El primer gran fracaso fue que el país que entonces tenía mayores emisiones, EEUU, no ratificó el protocolo y se desvinculó del acuerdo. Tampoco se llegaron a concretar sanciones a los países que incumplían lo pactado y todo quedó a merced de la voluntad política de los diferentes países.

### **1** 1.3. Definición de términos básicos.

#### **Ambiente**

Conjunto de elementos químicos, físicos y biológicos, de origen natural o antropogénico, que determinan sus condiciones de existencia y rodean a los seres vivos (MINAM, 2012).

#### **Bosque**

Tierra formada por árboles de altura superior a 5 metros y con una cubierta de dosel que es superior al 10%; quedando excluida la tierra que es usada principalmente para la agricultura o el desarrollo urbano (FAO, 2018).

#### **Biomasa**

La biomasa, en términos energéticos, es un combustible originario de productos y residuos naturales tales, así como los derivados de la agricultura (incluyendo tantas sustancias vegetales y animales), los derivados de la actividad industrial y forestal ligada al bosque, y la fracción biodegradable de los residuos urbanos e industriales (Vignote, 2016).

#### **Cambio climático**

Variación del estado del clima identificable (p. ej., mediante pruebas estadísticas) en las variaciones del valor medio o en la variabilidad de sus propiedades, que persiste en los períodos prolongados, generalmente décadas o períodos más extensos (IPCC, 2018).

#### **Efecto Invernadero**

Denominado como el fenómeno que consiste en que una cierta parte de la energía solar regresada a la tierra es absorbida y retenida en forma de calor en la baja atmósfera (MINAM, 2012).

#### **Carbono**

Es un elemento químico esencial en los compuestos orgánicos, este elemento circula entre el suelo, subsuelo, la atmósfera y los océanos; los cuáles también son conocidos como depósitos de carbono (Burbano, 2018).

**Sumidero**

Reservorio (de origen natural o producto de la actividad humana, en suelos, océanos y plantas) en el que un gas de efecto invernadero, un aerosol o un precursor de un gas de efecto invernadero se almacenan (IPCC, 2018).

**Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

Es uno de los gases carbónicos más que existe en la atmósfera. Antiguamente, en la época de la era industrial, las concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono fluctuaron entre 180 y 290 ppm durante 2.1 millones de año (FAO, 2017).

**Inventario**

El inventario es el conjunto de datos que se recopila en campo para luego estos datos procesarlos en gabinete y conocer el estado actual de un bosque (Cogolludo, 2011).

## CAPÍTULO II

### MATERIAL Y MÉTODOS

#### 2.1. Ubicación del área de estudio

El presente proyecto fue ejecutado en el centro poblado de Pueblo Libre, distrito y provincia de Moyobamba, departamento de San Martín. Las parcelas están ubicadas a cinco minutos del centro poblado de Pueblo Libre, carretera a la reserva ecológica Tingana, una al lado derecho y otra del lado izquierdo. El área de estudio está conformado por dos plantaciones forestales (*Eucalipto torellana*) consistentes de 10000 m<sup>2</sup> cada una, cada parcela está dividida en 20 sub parcelas, de las cuales solo cinco sub parcelas fueron evaluadas, es decir; diez sub parcelas en total. (Ver anexo 03 figura 19).

69

##### 2.1.1. Ubicación política

Región: San Martín

Provincia: Moyobamba

Distrito: Moyobamba

Centro Poblado: Pueblo Libre

##### 2.1.2. Ubicación geográfica

36

El centro poblado de pueblo Libre se encuentra ubicada en la margen izquierda del río Mayo, pertenece al distrito y provincia de Moyobamba, departamento de San Martín.

Norte: 9350010

Este: 265093

Altitud: 844

14

#### 2.2. Materiales y equipos

##### 2.2.1. Materiales

Los materiales utilizados para el trabajo de campo fueron los siguientes:

- La ficha técnica de obtención de datos. Esta ficha se utilizó como instrumento para recopilar datos como la altura y el diámetro a la altura del pecho de los árboles muestreados.
- Plumón indeleble

- Bolsas
- Balanza
- Wincha
- Rafias
- <sup>1</sup> Libreta de campo
- <sup>1</sup> Materiales de oficina
- Machete
- Palana
- Estacas: las estacas de 1 m fueron ubicadas una en cada esquina de las sub parcelas con la finalidad de sostener a las rafias.
- Forcípula
- <sup>24</sup> Tablero de campo
- <sup>24</sup> Programas de sistema de información geográfica (AutoCAD, Arcgis)
- Excel
- Word

#### <sup>31</sup> 2.2.2. Equipos

Los equipos utilizados para el trabajo de campo fueron los siguientes:

- Cámara fotográfica
- Calculadora
- Laptop
- GPS Garmin
- Botiquín de primeros auxilios

### 2.3. Metodología

El método utilizado fue el no destructivo o método indirecto que según la ICRAF (2009), consiste en usar ecuaciones alométricas o factores de expansión que nos permitan relacionar ciertas dimensiones básicas obtenidas en el campo (de fácil medición) con características de interés del investigador, de manera que no sea necesario medir estas últimas. Por ejemplo, se puede utilizar una ecuación que nos facilite estimar la biomasa total de un árbol a través de la medición de su diámetro. Así mismo se aplicó el diseño completamente al azar y siguiendo los procedimientos del



<sup>5</sup> manual de determinación de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra citado por (Arévalo et al., 2003).

### <sup>9</sup> 2.3.1. Tipo de investigación

#### Investigación básica

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren (Hernández et al., 2010).

### <sup>6</sup> 2.3.2. Nivel de investigación

#### Descriptiva

La presente investigación corresponde al nivel descriptivo-explicativo, puesto que se caracterizará un hecho con el objeto de establecer la cantidad de carbono almacenado en la plantación forestal (*Eucalipto torellana*) usando herramientas estadísticas descriptivas; adicionalmente se busca el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones de causa-efecto, buscando determinar las causas, así como los efectos, mediante la utilización de un diseño estadístico experimental.

### 2.3.3. Diseño de investigación

Tacarpo (2018), se refiere a investigaciones en la que no hay manipulación de alguna variable es decir es una investigación donde no hacemos variar intencionalmente las variables independientes ya que se observaron situaciones existentes dentro del área de estudio en su ambiente natural y estas no fueron provocadas intencionalmente, el propósito es describir las variables y analizar su influencia en un momento dado.

### 2.3.4. Población y muestra

#### Población

Está conformada por dos parcelas de plantaciones forestales (*Eucalipto torellana*) de 1 hectárea cada una, ubicadas una al lado derecho y otra al lado

izquierdo del camino que se dirige a la reserva ecológica Tingana en el centro poblado Pueblo Libre.

### Muestra

La muestra se determinó mediante la fórmula que se presenta posteriormente, con dicha fórmula se calculó un área de 5000 m<sup>2</sup> la cual estas fueron distribuidas en 10 sub parcelas, 5 sub parcelas por cada parcela, estas ubicadas aleatoriamente, cada sub parcela tiene como medida 20 metros por 25 metros que equivale a 500 metros cuadrados.

$$n = \frac{N * z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Donde:

n: tamaño de la muestra

N: tamaño de la población o universo

Z: parámetro estadístico que depende el nivel de confianza (NC)

e: error de estimación máximo aceptado

q: probabilidad de fracaso

p: probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

### Tabla 1

Valores del cálculo de la muestra

Parámetro	Insertar Valor
N	20000
Z	2.580
P	89.00%
Q	11,00%
e	1,00%

En la presente investigación se muestreo dos parcelas de 1 hectárea cada una, lo cual aplicando la fórmula con 1 % de error y 89% de probabilidad se obtiene como resultado de 4915,30 m<sup>2</sup> de área a estudiar, que por criterio del investigador se consideró un área total de 5000 m<sup>2</sup> de muestreo, seguido a ello se distribuyó cada parcela en 5 sub parcelas del tipo rectángulo de 20 m x 25 m

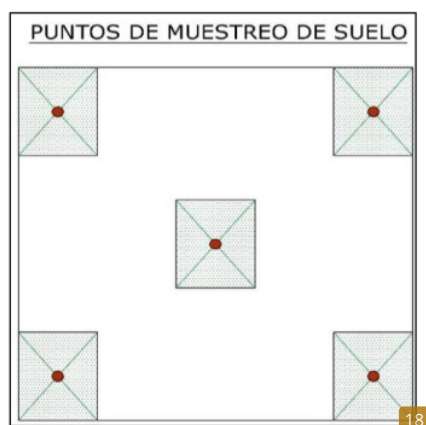
respectivamente. Ver figura 05. Las mismas que posteriormente fueron ubicadas aleatoriamente, una en cada esquina y otra en el centro, Estas muestras se ubicaron siguiendo la metodología de ICRAF, (2009) ya que hace mención que el muestreo aleatorio simple quiere de todas las combinaciones posibles de la parcela que tengan igual probabilidad de ser muestreadas, siendo que la elección debe ser libre totalmente independiente de la selección del resto de las parcelas.



Figura 5. Distribución de las sub parcelas de muestreo

Para el muestreo de suelo, se tomaron 5 sub muestras por cada parcela con una profundidad de 25 cm, que equivale a un total de 10 sub muestras, las mismas que aplicando el método del cuarteo se obtuvo 2 muestras finales, una por cada parcela. Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria (2013), nos dice que este método consiste en mezclar la muestra compuesta, luego se divide en cruz, eliminando dos partes opuestas.

Posterior a ello las muestras fueron llevadas al laboratorio del PEAM para realizar el respectivo análisis físico y químico, esto con la finalidad de conocer datos que nos permitió calcular el carbono del suelo.



**Figura 6.** Puntos de muestreo de suelo. Fuente: elaboración propia, basada en la “guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales” (ICRAF, 2009)

**Tabla 2**

*Coordenadas UTM de la parcela 01 de muestreo*

<b>parcelas 01</b>		
<b>vértice</b>	Este	Norte (N)
<b>1</b>	265029	9349136
<b>2</b>	264998	9349012
<b>3</b>	265162	9348984
<b>4</b>	265166	9349111
<b>5</b>	265116	9349078

**Tabla 3**

*Coordenadas UTM de la parcela 02 de muestreo*

<b>parcelas 02</b>		
<b>vértice</b>	Este	Norte (N)
<b>1</b>	264892	9349071
<b>2</b>	264909	9349092
<b>3</b>	264912	9348980
<b>4</b>	264980	9348988
<b>5</b>	264946	9349037

## 2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos <sup>64</sup>

### 2.4.1. Delimitación de las parcelas

Esta etapa se desarrolló con la ayuda del asesor y personal de campo (matero) haciendo uso de diferentes herramientas.

Como primer paso, <sup>1</sup> la unidad de muestreo consistió en la delimitación de las dos parcelas permanentes, la cual estas equivalieron a 1 hectárea cada una, luego se realizó la instalación de las 5 sub parcelas (20 m x 25 m) por cada parcela, donde posteriormente se recolecto datos como el <sup>59</sup> DAP (diámetro a la altura del pecho, 1,30 m) y la altura, para el cálculo de la biomasa y stock de carbono. Además, se realizó el muestreo de suelos a una profundidad de 25 cm en cada sub parcela (Ver anexo 2-ilustración N° 01 y 02).

#### Proceso para la obtención de la biomasa vegetal.

Se procedió a enumerar las sub parcelas en sentido anti horario, en cada una de estas se midió la altura total y el DAP de cada árbol utilizando la forcípula (ver anexo 02-ilustración N° 03), de acuerdo al avance de la medición de cada árbol se le realizó una marcación con el plumón indeleble para evitar que fueran medidos por repetidas veces.

Con los datos obtenidos se realizó un inventario forestal, luego <sup>46</sup> a través de fórmulas alométricas se calculó la biomasa aérea mediante la multiplicación de la constante 0.1184 con el DAP elevado a la constante exponencial 2.53 y para el carbono vegetal se multiplico dicha biomasa con el factor 0.45 (Arévalo *et al.*, 2003).

#### Demarcación, obtención y rotulado de muestras de suelo <sup>52</sup>

En el centro de cada sub parcela se procedió a recolectar las muestras <sup>52</sup> de suelo a una profundidad de 25 cm. de manera que la muestra sea obtenida pasando la capa de materia orgánica. Por cada sub parcela se sustrajo un aproximado de ½ kg de suelo, cada una de estas muestras fueron almacenadas en bolsas plásticas debidamente etiquetadas e identificadas (ver anexo 02-ilustración N° 04 y 05). Seguidamente se procedió a realizar la homogenización de las muestras, para así

de esta manera tener solo una muestra de cada parcela (ver anexo 02-ilustración N° 04 y 05).

Siguiendo con el proceso, para obtener una sola mezcla por cada parcela se aplicó el método del cuarteo (ver anexo 02-ilustración N° 08 y 09), la cual consiste en colocar la muestra sobre una superficie plana para homogenizarla y darle forma de torta, posteriormente se dividió en cuatro partes iguales y se eligió dos lados opuestos, estas muestras seleccionadas fueron almacenadas y rotuladas en una bolsa para ser pesadas y luego para ser secado a temperatura ambiente en el laboratorio del PEAM (Proyecto Especial Alto Mayo) en el distrito de Nueva Cajamarca.

## 2.5. Técnicas y procesamiento de análisis de datos

Una vez terminado el trabajo de campo, con los datos obtenidos se procedió a realizar el inventario forestal de tal manera que este nos permitió calcular la biomasa y el stock de carbono con las fórmulas a mencionar.

### a. Inventario forestal

Se realizó el inventario forestal con los datos recopilados en campo como el número de individuos en cada sub parcela, la altura total y el DAP (diámetro a la altura del pecho a 1,30 m sobre el suelo) para posteriormente obtener la biomasa y el stock de carbono presente en cada parcela con las respectivas fórmulas siguientes:

### b. Parámetros biométricos

#### 1. Cálculo del Área Basal (AB)

$$AB = 0.7854 * DAP^2$$

Donde:

AB: Área Basal (cm<sup>2</sup>)

0.7854: Coeficiente

**Cálculo del Volumen (V)**

$$\bar{V} = AB * HT * Fm$$

<sup>10</sup> VT: Volumen del árbol vivo en pie (m<sup>3</sup>)

AB: Área Basal (m<sup>2</sup>)

HT: Altura total del árbol (m)

Fm: factor forma (0.7)

(MINAM, 2011)

**Cálculo de la densidad poblacional**

$$d = \frac{N}{\text{Area. m}^2}$$

Donde:

d = densidad de riqueza

N = número de individuos evaluados

**c. Cálculo de la biomasa aérea****Biomasa aérea vegetal (Kg/árbol)**

Para estimar la biomasa aérea en (kg/árbol), la ecuación que se utilizó fue la recomendada por el Centro Internacional de Investigación en Agroforestería (ICRAF). (Arévalo *et al.*, 2003).

$$BA = 0.1184 * DAP^{2.53}$$

Donde:

BA = biomasa aérea (kg/árbol)

0.1184 = constante

DAP = diámetro a la altura del pecho (cm)

2.53=constante exponencial

**Biomasa aérea vegetal (tn/ha)**

Para determinar la biomasa por hectárea, se hace la suma de las biomásas de todos los árboles medidos en ambas parcelas y luego se le multiplica por el factor de conversión, es decir:

$$BAV = BA * 0.02$$

Donde:

BAV: Biomasa aérea vegetal en tn/ha.

BA: Biomasa aérea (kg/árbol) en las parcelas de 20 por 25 m<sup>2</sup>.

0.02: Factor de conversión.

**d. Cálculo del carbono aéreo****Carbono en la biomasa aérea**

Para estimar el contenido de carbono aéreo existente en la biomasa se usó la siguiente ecuación.

$$CBA = 0.45 * BAV$$

Donde:

CBA: carbono en la biomasa aérea tC/ha

0.45: factor de contenido de carbono

BAV = Biomasa aérea en tn/ha

**e. Cálculo del carbono en el suelo**

El carbono presente en el suelo se calculó a partir del análisis físico y químico en el Proyecto Especial Alto Mayo de los siguientes elementos: pH, carbono orgánico, materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio, arena, arcilla, limo, clase textural y entre otros.

Una vez obtenido el porcentaje de carbono presente en el suelo en el laboratorio del Proyecto Especial Alto Mayo de cada parcela y la densidad aparente, mediante las fórmulas siguientes se calculará el carbono del suelo.



**1**  
**Peso del volumen del suelo por parcela**

$$PVs \left( \frac{tn}{ha} \right) = DA * Ps * 10000$$

Donde:

PVs: peso del volumen del suelo

DA: densidad aparente

Ps: profundidad del suelo

**% del carbono orgánico**

$$\%CO = \frac{\%MO}{1.724}$$

Donde:

%MO: Porcentaje de materia orgánica

1.724: constante

**Carbono orgánico del suelo por parcela**

$$COS = \frac{(PVs * \%C)}{100}$$

Dónde:

<sup>34</sup>  
 PVs: peso del volumen del suelo

%CO: porcentaje de carbono orgánico

100: factor de conversión

f. **Cálculo del carbono total almacenado en la plantación *Eucalyptus* *torelliana***

Para calcular el carbono total almacenado en la plantación forestal, se hace la suma del carbono calculado tanto en el componente aéreo como en el componente suelo.

$$CBV = CBA + COS$$

Dónde:

CBA: carbono en la biomasa aérea

COS: carbono orgánico del suelo

## 7 CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados

##### 3.1.1. Promedio de los parámetros biométricos en cada sub parcela de las parcelas 1 y 2

Tabla 4

*Promedio de las sub parcelas de la parcela 1*

Parcela	Nº de arboles	DAP (cm)	AB (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad poblacional	BAV (tn/ha)
Sp 1	72	13,3333	0,015	0,1192	0,144	138,09
Sp 2	79	14,557	0,0177	0,1459	0,158	184,7721
Sp 3	54	14,5741	0,0181	0,1518	0,108	131,8618
Sp 4	65	13,9077	0,0159	0,1471	0,13	132,1543
Sp 5	11	15,2727	0,0195	0,1758	0,022	29,2569
Suma	281	71,6448	0,0862	0,7398	0,562	616,1351
promedio		14,3290	0,0172	0,1480	0,1124	123,227

48  
10  
En la tabla 4, se muestra el cálculo promedio de los parámetros biométricos como: el diámetro a la altura del pecho, área basal, volumen y la densidad poblacional en cada sub parcela evaluada en la parcela 1, la cual esta información servirá para el análisis de comparación de ambas parcelas 1 y 2.

Tabla 5

*Promedio de las sub parcelas de la parcela 2*

Parcela	Nº de arboles	DAP (cm)	AB (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	Densidad poblacional	BAV (tn/ha)
Sp 1	43	15,348	0,019	0,145	0,086	112,751
Sp 2	36	12,916	0,013	0,086	0,072	59,509
Sp 3	80	15,07	0,018	0,14	0,16	197,533
Sp 4	44	16,636	0,022	0,194	0,088	141,506
Sp 5	23	17,652	0,025	0,194	0,046	86,2582
Suma	226	77,629	0,100	0,761	0,452	597,559
Promedio		15,525	0,0201	0,1522	0,090	119,515

En la tabla 5, se muestra el cálculo promedio de los parámetros biométricos como: el diámetro a la altura del pecho, área basal, volumen y la densidad poblacional en cada sub parcela evaluada en la parcela 2, la cual esta información servirá para el análisis de comparación de ambas parcelas 1 y 2.

**Tabla 6**

*Promedios de la parcela 1 y 2*

PARCELA 1	PARCELA 2
Edad: 4 años	Edad: 3 años
DAP: 14,3290 cm	DAP: 15,5258 cm
Altura: 11,7399 m	Altura: 10,4354 m
Área basal: 0,0172 m <sup>2</sup>	Área basal: 0,0201 m <sup>2</sup>
Volumen: 0,1480 m <sup>3</sup>	Volumen: 0,1522 m <sup>3</sup>
Densidad: 0,1124	Densidad: 0,0904
Biomasa: 123,2268 (tn/ha)	Biomasa: 119,5156 (tn/ha)

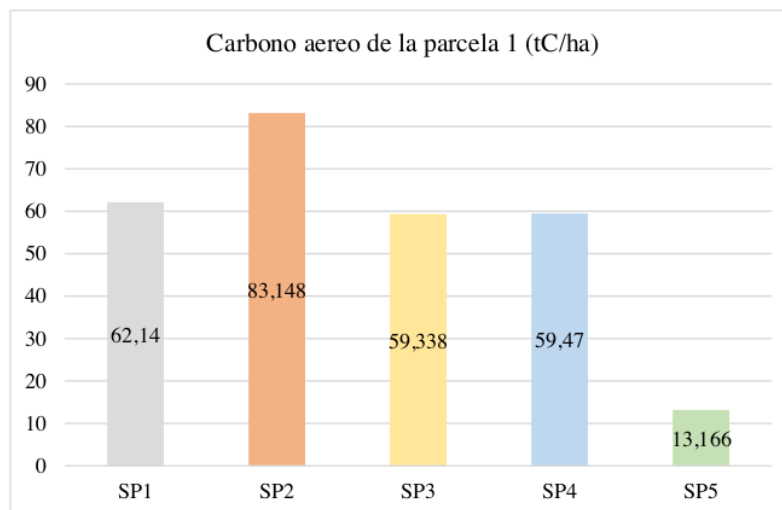
De los resultados en la tabla 6, se observa que en la parcela 1 existen arboles con diámetros menores que en la parcela 2, con respecto a la altura, en la parcela 1 se encontró una altura promedio mayor que en la parcela 2, de modo que estos dos parámetros estuvieron influenciados por la densidad poblacional y a su vez estos resultados influyeron en los parámetros de área basal y volumen.

### 3.1.2. Carbono aéreo en la parcela 1 y 2

**Tabla 7**

*Carbono aéreo de la parcela 1*

Especie	Parcela 1	Carbono tC/ha
ET	Sp 1	62,14
ET	Sp 2	83,148
ET	Sp 3	59,338
ET	Sp 4	59,47
ET	Sp 5	13,166
ET	Total	277,262
ET	Promedio	55,4524



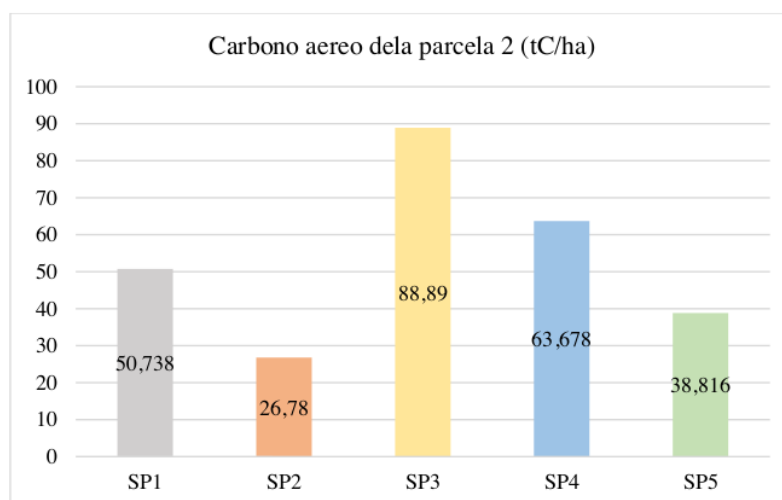
**Figura 7.** distribución del stock del carbono en (tC/ha) por cada sub parcela de la parcela 1.

Interpretación: de acuerdo con los datos obtenidos en la fase de campo y calculados en la fase de gabinete, se muestra que el carbono promedio por cada sub parcela de la parcela 1 varía en sus resultados, siendo así la Sp 5 la que almacena 13,166 (tC/ha) menor carbono y la Sp 2 la que almacena 83,148 (tC/ha) mayor de carbono.

**Tabla 8**

*Carbono aéreo de la parcela 2*

Especie	Parcela 2	Carbono tC/ha
ET	Sp 1	50,738
ET	Sp 2	26,78
ET	Sp 3	88,89
ET	Sp 4	63,678
ET	Sp 5	38,816
ET	Total	268,902
ET	Promedio	53,7804



**Figura 8.** distribución del stock del carbono en (tC/ha) por cada sub parcela de la parcela 2.

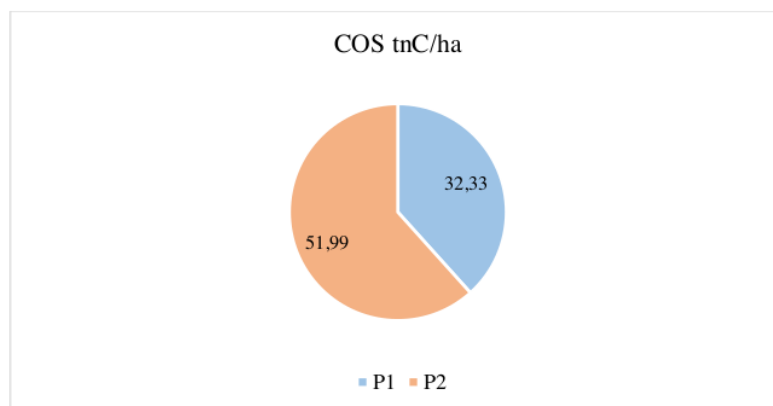
Interpretación: en esta figura se puede observar que hay gran diferencia entre las sub parcelas de la parcela 2, siendo así la Sp 2 la que capturo menor carbono, con 26,78 (tC/ha), y la Sp 3 la que capturo mayor carbono, con 88,89 (tC/ha).

### 3.1.3. <sup>44</sup> Carbono en el suelo de la parcela 1 y 2

**Tabla 9**

<sup>44</sup> Carbono en el suelo (tC/ha) de las parcelas 1 y 2

N° de parcela	profundidad (cm)	DA (g/cc)	peso del volumen del suelo	CO (%)	COS suelo (Tn/Ha)
1	0-25	1,5	3750	0,862	32,325
2	0-25	1,48	3700	1,405	51,985



**Figura 9.** Distribución del carbono en el suelo de la parcela 1 y 2.

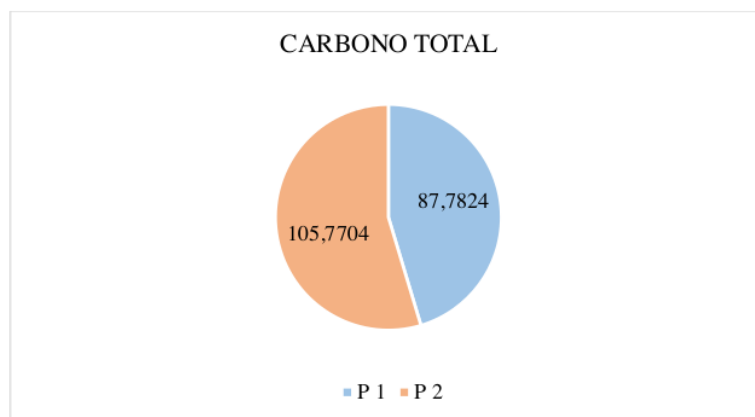
Interpretación: <sup>5</sup> La figura 9, muestra la cantidad de stock de carbono encontrado en el suelo, en este caso, para la parcela 2 se encontró 51,99 (tC/ha) y para la parcela 1 se encontró 32,33 (tC/ha) resultados bajos comparado con la parcela anterior.

#### 3.1.4. Carbono total almacenado en la parcela de *Eucalyptus torelliana*

**Tabla 10**

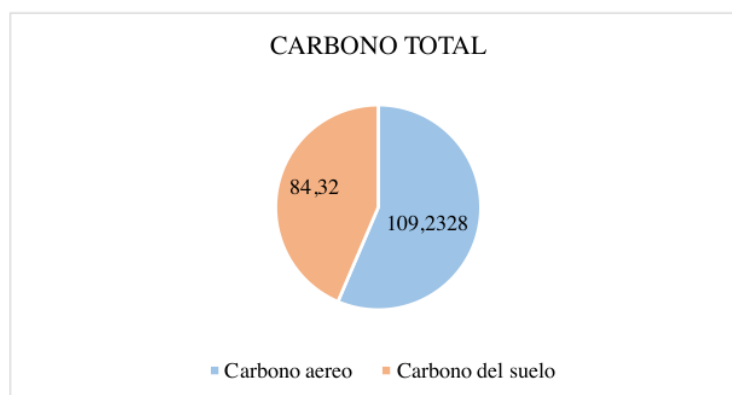
*Carbono total (tC/ha) de la parcela 1 y 2*

Parcela	Carbono aéreo <sup>18</sup> tC/ha	Carbono del suelo tC/ha	Carbono total tC/ha
1	55,4524	32,33	87,7824
2	53,7804	51,99	105,7704
Total	109,2328	84,32	193,5528
PROMEDIO	54,6164	42,16	96,7764



**Figura 10.** Distribución del carbono total del *Eucalyptus torelliana* por parcela

Interpretación: <sup>5</sup> La figura 10, muestra la cantidad de stock de carbono encontrado en el suelo, en este caso, para la parcela 2 se encontró 51,99 (tC/ha) y para la parcela 1 se encontró 32,33 (tC/ha) resultados bajos comparado con la parcela anterior.



**Figura 11.** Distribución del carbono total del *Eucalyptus torelliana* por componente

Interpretación: esta figura nos muestra los resultados del stock <sup>5</sup> de carbono por componente, siendo la así el componente aéreo el que capturó más, con un resultado de 109,2328 tC/ha y el componente suelo es el que capturo menor carbono con un resultado de 84,32 tC/ha. <sup>5</sup>



### 3.2. Discusión de resultados

En el estudio desarrollado sobre comparación de carbono en dos parcelas de *Eucalyptus torelliana*, se utilizaron las variables DAP y altura para calcular los parámetros biométricos, posteriormente se utilizaron en la ecuación alométrica para determinar la biomasa aérea y el stock de carbono.

Entre los aspectos más relevantes obtenidos en la investigación, destacan las diferencias de las variables como el DAP, la altura y la densidad poblacional, la cual estas influyen de manera directa en el volumen, área basal, biomasa aérea y carbono total.

DAP: En la parcela 2 se encontró que los árboles tienen mayor DAP a diferencia de la parcela 1, esto se debe que este influenciado directamente con la densidad poblacional ya que, según Ferrere y López (2003), hacen mención que realizaron un estudio de la densidad del *Eucalyptus globulus* y en sus resultados confirman que a medida que disminuye la densidad poblacional, aumenta el crecimiento en diámetro del árbol.

Altura: La diferencia de la altura de las parcelas se debió principalmente al contenido de fósforo, si bien es cierto; de acuerdo al análisis del suelo realizado en el laboratorio del PEAM en Nueva Cajamarca, se puede observar que el suelo de la parcela 1 es más rico en fósforo que el suelo de la parcela 2, siendo este elemento esencial para el crecimiento de la planta y cuya ausencia causa anomalías, en el crecimiento, desarrollo y/o reproducción de la planta (Epstein & Bloom, 2005). También otro factor que influyó en el crecimiento fue el deshierbo de la plantación, lo que sugiere que la mayor altura de los árboles de la parcela 1 comparada con la parcela 2 se debió a que al no ser deshierbada de manera continua, la vegetación interfirió en su crecimiento principalmente en las primeras etapas de vida, ya que según Fredericksen et al. (2001), al competir por agua, luz y espacio, o bien, que al entrelazarse pudiera ocasionar que no crecieran y se deformaran o hasta causara su muerte. La poda también fue un factor positivo con respecto a la altura ya que, según Jiménez y Barrientos (2015), en su estudio de análisis dasométrico de plantaciones, citan a Tamaro (1979) y Macías (2011), la cual ellos mencionan que la poda disminuye y controla la cobertura boscosa, de manera que actúa favoreciendo el crecimiento y desarrollo de árboles con fustes de más altura, que sean rectos y estén libres de nudos, con una mejor calidad para el sector forestal.

Densidad poblacional: la variación de la densidad de ambas parcelas se puede justificar por las características del suelo, en este caso por la diferencia de la textura del suelo que existe en cada parcela. De acuerdo a los resultados plasmados en la tabla 11 se puede apreciar que en la parcela 1 se tiene mayor densidad que en la parcela 2, esto se debe a que el suelo de la parcela 1 tiene una composición de 71,27% de arena, y la parcela 2 tiene una composición de 58,27 %, siendo la parcela 1 el más arenoso, según Johnson (1995), el *Eucalyptus torelliana* es una especie que no resiste el frío intenso ni la sequía, pues este requiere de riegos abundantes y pertenece a suelos arenosos, que requiere de un buen drenaje, Es probable que estas diferencias se estén influenciadas por el riego continuo que recibió la plantación, puesto que el agua es considerada uno de los principales factores intervinientes en el crecimiento de los árboles Gliessman (2002), entonces al no abastecer lo suficientemente con este recurso a la parcela 2, esto fue motivo de la muerte de muchos árboles.

La diferencia que existe en la biomasa y carbono aéreo, en el caso de la parcela 1 almaceno 123,2268 (tn/ha) de biomasa y 55,4524 (tC/ha) de carbono aéreo, en comparación con la parcela 2 que almaceno 119,5156 (tn/ha) de biomasa y 53,7804 (tC/ha) de carbono aéreo; si bien es cierto la diferencia de almacenamiento de carbono de ambas parcelas es mínima, en la cual esta diferencia estaría relacionada directamente con la densidad poblacional existente en ambas parcelas. Ya que si bien es cierto a mayor número de árboles en una parcela, habrá mayor stock de carbono; es decir, con mayores densidades en la plantación se produce un uso más intensivo de la capacidad productiva del lugar y un mayor volumen total, aunque estos estén distribuidos en individuos de menor diámetro, Asimismo mejora el desrame natural, y con bajas densidades el volumen total será inferior, pero se obtendrá mayores diámetros en las plantas. A su vez también influenciaría la edad de la plantación, ya que los bosques almacenan y concentran diferentes cantidades de carbono en diferentes velocidades de acuerdo a la edad promedio de los árboles. Los bosques jóvenes son campeones de la captura de carbono a medida que siguen creciendo y madurando van secuestrando más carbono (Penn state extensión, 2022).

El carbono almacenado en el componente suelo en la parcela 1 fue de 32,33 tC/ha y para la parcela 2 fue de 51,99 tC/ha, siendo la parcela 2 la que capturo mayor cantidad

de carbono, esto debido a que en esta parcela hubo alto índice de mortandad de árboles la cual generó una mayor descomposición de materia orgánica. Además que estos también dependieron de las características del suelo de las parcelas como es el caso de la textura que presentaron, en el caso de la parcela 1 tuvo una composición de arena 71,27% mayor comparado con la parcela 2 la cual esta tuvo 58,27 % de manera que esto influyó en la captura de carbono, según la FAO (2019), menciona que la arena tiene mucha menor capacidad de almacenar carbono respecto a suelos con textura arcillosa, reduciendo además la capacidad de mejorar las propiedades físicas del suelo, aumentar la capacidad de intercambio catiónico. Larrea (2007), indica que los suelos arenosos carecen de la capacidad de absorción por su estructura atómica y es probable lograr la estabilización y absorción del carbono en ellos, pero los suelos arcillosos en su mayoría tienen una capacidad determinante en la absorción del carbono

Rimarachín (2017), para el sistema aéreo de la especie *Eucalyptus torelliana* obtuvo como resultado 77,6 tC/ha, valor mayor comparado con la que se obtuvo en la presente investigación, si bien es cierto esta diferencia no es significativa, pero esto se justifica a que este autor para calcular la biomasa aérea utilizó el método directo o destructivo, la cual este permite pesar la biomasa, luego determinar el peso seco y utilizar fórmulas, en este caso utilizó sus fórmulas propias, de manera que esto indica que con este método se obtienen datos más elevados en biomasa y por ende en carbono.

Hurtado (2019), en su estudio obtiene como resultado para el sistema agroforestal *Coffea arabica* L. y *Eucalyptus saligna* 191,22 tC/ha e el sistema aéreo, valores que difieren con los resultados obtenidos en el presente estudio, siendo así que hay una gran diferencia, esto indica que mientras un sistema es más diverso, este es un excelente reservorio de carbono, ya que existe plantas con diferentes diámetros y en distintos estados de crecimiento. A diferencia de aquellas plantaciones de una sola especie que crecen en un solo tiempo. Además, la diferencia se puede justificar en el tipo de cuidado y manejo de poda

Para el componente suelo Hurtado (2019), obtiene como resultado 86,99 (tC/ha) de carbono, valor que difiere con los resultados que obtuve en mi investigación, habiendo obtenido un promedio de las dos parcelas de 42,16 (tC/ha), esta diferencia se debe al tipo de parcela, siendo así que este autor estudió una parcela agroforestal de *Eucalyptus*

*saligna* asociada con *Coffea arabica* L. y en la presente investigación solo se tuvieron parcelas conformadas por una especie forestal de *Eucalyptus torrelliana*. De acuerdo a Balaba & Byakagaba (2015), sugiere que las fincas que carecen de árboles pequeños capturan carbono orgánico del suelo relativamente bajo comparado con aquellas con algunos árboles independientemente del tipo de café cultivado. También Larrea (2007), explica este hecho a la formación de complejos establecidos entre el carbono y la fase mineral del suelo depende del contenido de arcillas en el suelo. Los suelos arenosos tienden a carecer en su capacidad de absorción por su estructura atómica y es probable lograr la absorción y estabilización del carbono en ellos, pero en su mayoría los suelos arcillosos tienen una capacidad determinante en la absorción del carbono.

## CONCLUSIONES

Se concluye que, de acuerdo al inventario forestal realizado, en la parcela 1 se estudiaron 281 árboles con un DAP promedio de 14,329 cm y una altura total promedio de 11,7399 m. en la parcela 2 se estudiaron 226 árboles con un DAP promedio de 15,5258 cm y con altura total promedio de 10,4354 m. Se puede observar que la densidad poblacional afecta en el DAP de los árboles y el tipo de suelo en la altura total.

La biomasa y el carbono total almacenado en la plantación forestal de *Eucalyptus torrelliana* para la parcela 1 es de 123,2268 (tn/ha) de biomasa y 55,4524 (tC/ha) de carbono y para la parcela 2 es de 119,5156 (tn/ha) de biomasa y 53,7804 (tC/ha) de carbono. Si bien es cierto la diferencia no es tan significativa, siendo la parcela 01 la que capturo mayor carbono.

El carbono total almacenado en el suelo de la parcela 1 es de 32,325(tC/ha), mientras que en la parcela 2 el carbono almacenado es de 51,985 (tC/ha). Esta diferencia se debe a que la parcela 2 presento un suelo con mayor porcentaje de materia orgánica y mayor porcentaje de carbono orgánico que la parcela 1. Además, se evidencia que este es el componente que capturo menor carbono comparado con el componente aéreo.

El carbono total almacenado tanto en la biomasa vegetal y del suelo en la parcela 1 es de 87,7824 (tC/ha), en la parcela 2 es de 105,7704, siendo la parcela 2 la que almaceno mayor carbono total forestal.

El *Eucalyptus torrelliana* es una especie de rápido crecimiento, posee gran volumen maderable y esta apta para cualquier uso que se le desee dar especialmente relacionada para celulosa, sin embargo tiende a tener una gran desventaja sobre el suelo, la flora y la fauna, de manera que está relacionada al agotamiento de los nutrientes del suelo, impide el crecimiento y desarrollo de la mayoría de las especies vegetales por ser muy agresivo para el sotobosque, debido a su explotación del agua, monopolización de la luz, y eliminación directa de ciertas especies.

## RECOMENDACIONES

Al propietario y a las personas locales del centro poblado de Pueblo Libre, no intensificar la siembra del *Eucalyptus torelliana* puesto que, al no ser una especie nativa de la zona, tiende a ser agresiva frente a otras especies, de modo que acelera la pérdida de materia biológica en la tierra, al competir por el agua o la luz, o también porque se elaboran sólo pequeñas cantidades de hojarasca. Por otro lado, si esta plantación está asociado a algún cultivo hará que la producción del cultivo disminuya de acuerdo a la sombra que este genere.

<sup>55</sup> Al Gobierno Regional de San Martín, mediante la Autoridad Regional Ambiental, que a través de talleres de capacitación y los diferentes medios de difusión den a conocer el manejo adecuado del *Eucalyptus torelliana* de manera que esto permita poder controlar los impactos negativos que causa este tipo de plantación sobre el medio ambiente. Asimismo, se recomienda implementar mecanismos <sup>66</sup> de pagos por servicios ambientales en captura de carbono.

A los estudiantes de la facultad de ecología, realizar investigaciones de stock de carbono sobre especies forestales generando sus propias ecuaciones alométricas, de manera que permita estimar la biomasa que contiene un árbol y a su vez analizar la dinámica real de stock y secuestro de carbono en el tiempo. Y a su vez permita elaborar nuevas propuestas para un manejo adecuado de plantaciones forestales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrionuevo, A., & Ledesma, O. (2021). Ecosistemas forestales de Santiago del estero (Argentina): la función ambiental de los árboles como fijadores de co2. *Foresta Veracruzana*, 23(1), 1-8. <https://www.redalyc.org/journal/497/49768568001/49768568001.pdf>
- Cannolly, W., & Corea, C. (2007). *Cuantificación de la captura y almacenamiento de carbono en sistema agroforestal y forestal en seis sitios de cuatro municipios de Nicaragua* [Trabajo de diploma, Universidad Nacional Agraria]. Archivo digital. <http://repositorio.una.edu.ni/1103/1/tnp01c752.pdf>
- CEPSA. (2015). *El Cambio Climático y los gases de efecto invernadero*. [https://www.cepsa.com/stfls/CepsaCom/Coorp\\_Comp/Medio%20Ambiente\\_Seguridad\\_Calidad/Art%C3%ADculos/Dossier-Cambio-Climatico-y-GEI.pdf](https://www.cepsa.com/stfls/CepsaCom/Coorp_Comp/Medio%20Ambiente_Seguridad_Calidad/Art%C3%ADculos/Dossier-Cambio-Climatico-y-GEI.pdf)
- Ciesla, W. (2012). *Cambio climático, bosques y ordenación forestal. Una visión en conjunto*. <https://www.fao.org/3/v5240s/v5240s.pdf>
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. (2010). *Investigación sobre la absorción de co2 por los cultivos más representativos*. [http://www.lesco2.es/pdfs/noticias/ponencia\\_cisc\\_espanol.pdf](http://www.lesco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_espanol.pdf)
- Del Águila, C. (2012). "Cuantificación de la captura de carbono en las especies forestales y su contribución al ambiente en el centro de producción e investigación Pabloyacu - Moyobamba - San Martín 2012" [tesis de título, Universidad Nacional de San Martín]. Archivo digital. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/1102/ITEM%4011458-365.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Dunín, A. (2017). *Bosques y cambio climático en el Perú*. Instituto de Ciencias de la Naturaleza, Territorio y Energías Renovables (INTE-PUCP). [https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/134554/Nro\\_7\\_Sabogal\\_Bosques%20y%20cambio%20climatico.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/134554/Nro_7_Sabogal_Bosques%20y%20cambio%20climatico.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- España, M. (2016). *El concepto de calentamiento global y la enseñanza de las ciencias medioambientales en educación primaria*. [Tesis de maestría, Universidad de Cantabria]. Archivo digital. <http://repositorio.una.edu.ni/1103/1/tnp01c752.pdf>

- Fachin, R. (2015). *Estimación de stock de carbono en cuatro sistemas de uso de tierra, (Theobroma cacao, Coffea arabica L., Bactris gasipaes kunth y Bosque secundario), en la región San Martín* [Tesis de título, Universidad Nacional de San Martín]. Archivo digital. [http://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/668/TFCA\\_67.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/668/TFCA_67.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Fondo para el Financiamiento del Sector Agropecuario. (2018). *Informe inventario forestal proyecto la Mirella ubicado en el municipio de San Ángel, departamento de Magdalena*. [https://www.finagro.com.co/sites/default/files/apendice\\_1\\_inventario\\_vuelo\\_forestal\\_proyecto\\_la\\_mirella.pdf](https://www.finagro.com.co/sites/default/files/apendice_1_inventario_vuelo_forestal_proyecto_la_mirella.pdf)
- Gómez, L. (2022). *Estimación de carbono almacenado en sistemas agroforestales en café, distrito de Anco – La Mar, región de Ayacucho, 2019* [tesis de título, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Archivo digital. [http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2610/1/T026\\_42415656\\_T.pdf](http://repositorio.undac.edu.pe/bitstream/undac/2610/1/T026_42415656_T.pdf)
- Grupo Intergubernamental de expertos sobre el Cambio Climático. (1995). *Segunda evaluación Cambio Climático 1995*. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/2nd-assessment-sp.pdf>
- Honorario, E., & Baker, T. (2010). *Manual para el monitoreo del ciclo del carbono en bosques amazónicos*. ESERGRAF. <https://core.ac.uk/reader/249331916>
- Hurtado, H. (2019). *Reserva de biomasa y captura del carbono de un sistema agroforestal de Coffea arabica L. y Eucalyptus saligna, Naranjillo, 2018* [Tesis de título, Universidad Nacional de San Martín] Archivo digital. <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3765/ING.%20AMBIENTAL%20-%20Paul%20Jhonatan%20Hurtado%20Hernandez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- IPCC. (2007). *Cambio climático 2007: informe de síntesis*. [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4\\_syr\\_sp.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_sp.pdf)



- IPCC. (2013). *Cambio Climático*.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIAR5\\_SummaryVolume\\_FINAL\\_SPANISH.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGIAR5_SummaryVolume_FINAL_SPANISH.pdf)
- Maquera, D. (2017). *Determinación del contenido de carbono por especie forestal en el bosque del CIP Camacani - UNA- Puno por titulación* [tesis de título, Universidad Nacional del Altiplano]. Archivo digital.  
[http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6183/Maquera\\_Maquera\\_Deli\\_a.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/6183/Maquera_Maquera_Deli_a.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Martínez, R., & Leyva, G. (2014). La biomasa de los cultivos en el agroecosistema. Sus beneficios agroecológicos. *Cultivos tropicales*, 35(1), 11-20.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v35n1/ctr02114.pdf>
- Mendoza, T. (2008). *Anatomía y propiedades físico-mecánicas del Eucalyptus torelliana F. Muell* [tesis de título, Universidad Nacional del centro del Perú]. Archivo digital.  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2566/Mendoza%20To var.pdf?sequence=1>
- Mieses, Y. (2017). *Influencia de la densidad de cinco especies forestales en la captura de carbono en un bosque secundario en el Centro de Producción e Investigación Pabloyacu 2015* [tesis de título, Universidad Nacional de San Martín]. Archivo digital.  
<https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2502/JOSE%20LUIS%20UNSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Guía del inventario de la flora y vegetación*.  
[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12082/07\\_guia-a-de-flora-y-vegetacion.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/12082/07_guia-a-de-flora-y-vegetacion.pdf)
- MINAM. (2016). *El Perú y el cambio climático: tercera comunicación del Perú*.  
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicaci%C3%B3n.pdf>
- MINAM. (2016). *La conservación de bosques en el Perú*.  
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2016/05/Tercera-Comunicaci%C3%B3n.pdf>
- MINAM. (2017). *Guía de apoyo docente en cambio climático*. <https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2018/08/Guia-de-apoyo-docente-en-Cambio-Climatico.pdf>

- Ordoñez, B., & Josep de Jong, B. (2001). Almacenamiento de carbono en un bosque de pinus pseudostrobus en Nuevo San Juan, Michoacán. *Madera y bosques*, 7(2), 27-47. <https://www.redalyc.org/pdf/617/61770204.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2009). *Inventario Nacional Forestal*. <https://cambioclimatico.ineter.gob.ni/bibliografia/Mitigacion%20del%20cambio%20climatico/Informe%20Final%20inventario%20forestal.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2002). *Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra*. <https://www.colombiareservadevida.org/articulos/SUELOS.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2015). *El cambio climático es la cuestión decisiva del siglo XXI*. <https://www.who.int/es/news/item/17-11-2015-who-calls-on-countries-to-protect-health-from-climate-change>
- Patiño, F., Suárez, S., Hernán, A., & Segura-Madrigal M. (2018). Captura de carbono en biomasa en plantaciones. *Revista de investigación Agraria y Forestal*, 9(2), 122-133
- Prast, A., Lucía, A., Durán, J., Rodríguez, A., & Marotta, H. (2018). *Ciclos biogeoquímicos y cambios globales*. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1368257/FULLTEXT01>
- Rimarachín, M. (2017). *“Determinación de ecuaciones alométricas para estimar el contenido de biomasa total y la captura de dióxido de carbono en una plantación forestal de Eucalyptus torelliana en el sector Indoche, Distrito y Provincia de Moyobamba, Región San Martín”* [tesis de título, Universidad Nacional de San Martín]. Archivo digital. <https://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/2857/AMBIENTAL%20-%20Mariela%20Rimarach%20c3%adn%20Mundaca.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Roca, J. (2019). Cambio climático: acuerdos internacionales y evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub>. *Revista de estadística y sociedad*, 1 (72), 12-15. <http://www.revistaindice.com/numero72/p12.pdf>

- Rügnitz, M., Chacón, M., & Porro, R. (2009). *Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales*. Centro Internacional de Investigación Agroforestal (ICRAF). [file:///D:/Descargas/ManualN11GuiadeCarbono-13-08-09%20\(1\).pdf](file:///D:/Descargas/ManualN11GuiadeCarbono-13-08-09%20(1).pdf)
- Ruiz, P., García, F., & Sayer, J. (2007). Los servicios ambientales de los bosques. *Revista científica y técnica de ecología y medio ambiente*, 16(3), 80-89. <https://www.redalyc.org/pdf/540/54016309.pdf>
- Smith, J., & Schwartz, J. (2015). *La deforestación en el Perú: como las comunidades indígenas, agencias gubernamentales, organizaciones sin fines de lucro y negocios trabajan juntos para detener la tala de los bosques*. [https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/la\\_deforestacion\\_en\\_el\\_peru.pdf](https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/la_deforestacion_en_el_peru.pdf)
- Sosa, J. (2016). *Valoración económica del secuestro de CO<sub>2</sub> en tres tipos de bosque en el distrito del alto nanay, Loreto-Perú-2014* [tesis de título, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana]. Archivo digital. [https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4283/Jorge\\_Tesis\\_Titulo\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4283/Jorge_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Tacarpo, A. (2014). *Estimación del potencial de captura de carbono de las especies de flora predominante de la parte alta del bosque de la comunidad campesina de Tumpa – provincia de Yungay, 2018* [tesis de título, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Archivo digital. [http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2780/T033\\_70569127\\_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/2780/T033_70569127_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

## ANEXOS

## Anexo 01. Inventario forestal de la especie Eucalipto Torellana

Tabla 11

*Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 1- sub parcela 1*

N°	Especie	DAP (cm)	DAP (m)	HT (m)	AB (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	BA (Kg/árbol)	BAV (tn/ha)	CBV (tC/ha)
1	ET	21	0,21	9	0,0346	0,2182	262,1601	5,2432	2,3594
2	ET	22	0,22	11	0,0380	0,2927	294,9043	5,8981	2,6541
3	ET	19	0,19	12	0,0284	0,2382	203,5159	4,0703	1,8316
4	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
5	ET	11	0,11	9	0,0095	0,0599	51,0593	1,0212	0,4595
6	ET	16	0,16	9	0,0201	0,1267	131,7575	2,6351	1,1858
7	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
8	ET	15	0,15	9	0,0177	0,1113	111,9084	2,2382	1,0072
9	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012
10	ET	15	0,15	11	0,0177	0,1361	111,9084	2,2382	1,0072
11	ET	11	0,11	10	0,0095	0,0665	51,0593	1,0212	0,4595
12	ET	11	0,11	12	0,0095	0,0798	51,0593	1,0212	0,4595
13	ET	10	0,1	13	0,0079	0,0715	40,1191	0,8024	0,3611
14	ET	11	0,11	9	0,0095	0,0599	51,0593	1,0212	0,4595
15	ET	12	0,12	14	0,0113	0,1108	63,6327	1,2727	0,5727
16	ET	10	0,1	13	0,0079	0,0715	40,1191	0,8024	0,3611
17	ET	10	0,1	8	0,0079	0,0440	40,1191	0,8024	0,3611
18	ET	13	0,13	11	0,0133	0,1022	77,9163	1,5583	0,7012
19	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012
20	ET	20	0,2	12	0,0314	0,2639	231,7168	4,6343	2,0855
21	ET	23	0,23	13	0,0415	0,3781	330,0070	6,6001	2,9701
22	ET	13	0,13	13	0,0133	0,1208	77,9163	1,5583	0,7012
23	ET	21	0,21	10	0,0346	0,2425	262,1601	5,2432	2,3594
24	ET	18	0,18	13	0,0254	0,2316	177,4971	3,5499	1,5975
25	ET	19	0,19	12	0,0284	0,2382	203,5159	4,0703	1,8316
26	ET	11	0,11	9	0,0095	0,0599	51,0593	1,0212	0,4595
27	ET	12	0,12	9	0,0113	0,0713	63,6327	1,2727	0,5727
28	ET	12	0,12	12	0,0113	0,0950	63,6327	1,2727	0,5727
29	ET	10	0,1	12	0,0079	0,0660	40,1191	0,8024	0,3611
30	ET	11	0,11	12	0,0095	0,0798	51,0593	1,0212	0,4595
31	ET	10	0,1	12	0,0079	0,0660	40,1191	0,8024	0,3611
32	ET	14	0,14	12	0,0154	0,1293	93,9844	1,8797	0,8459
33	ET	10	0,1	13	0,0079	0,0715	40,1191	0,8024	0,3611
34	ET	12	0,12	10	0,0113	0,0792	63,6327	1,2727	0,5727
35	ET	11	0,11	12	0,0095	0,0798	51,0593	1,0212	0,4595

36	ET	10	0,1	12	0,0079	0,0660	40,1191	0,8024	0,3611
37	ET	11	0,11	12	0,0095	0,0798	51,0593	1,0212	0,4595
38	ET	12	0,12	12	0,0113	0,0950	63,6327	1,2727	0,5727
39	ET	10	0,1	12	0,0079	0,0660	40,1191	0,8024	0,3611
40	ET	10	0,1	10	0,0079	0,0550	40,1191	0,8024	0,3611
41	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
42	ET	17	0,17	12	0,0227	0,1907	153,5987	3,0720	1,3824
43	ET	18	0,18	12	0,0254	0,2138	177,4971	3,5499	1,5975
44	ET	18	0,18	13	0,0254	0,2316	177,4971	3,5499	1,5975
45	ET	15	0,15	12	0,0177	0,1484	111,9084	2,2382	1,0072
46	ET	21	0,21	13	0,0346	0,3152	262,1601	5,2432	2,3594
47	ET	12	0,12	12	0,0113	0,0950	63,6327	1,2727	0,5727
48	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
49	ET	11	0,11	11	0,0095	0,0732	51,0593	1,0212	0,4595
50	ET	19	0,19	12	0,0284	0,2382	203,5159	4,0703	1,8316
51	ET	10	0,1	9	0,0079	0,0495	40,1191	0,8024	0,3611
52	ET	23	0,23	12	0,0415	0,3490	330,0070	6,6001	2,9701
53	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
54	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012
55	ET	10	0,1	7	0,0079	0,0385	40,1191	0,8024	0,3611
56	ET	10	0,1	12	0,0079	0,0660	40,1191	0,8024	0,3611
57	ET	12	0,12	8	0,0113	0,0633	63,6327	1,2727	0,5727
58	ET	10	0,1	10	0,0079	0,0550	40,1191	0,8024	0,3611
59	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
60	ET	10	0,1	9	0,0079	0,0495	40,1191	0,8024	0,3611
61	ET	11	0,11	12	0,0095	0,0798	51,0593	1,0212	0,4595
62	ET	10	0,1	12	0,0079	0,0660	40,1191	0,8024	0,3611
63	ET	13	0,13	14	0,0133	0,1301	77,9163	1,5583	0,7012
64	ET	11	0,11	12	0,0095	0,0798	51,0593	1,0212	0,4595
65	ET	14	0,14	12	0,0154	0,1293	93,9844	1,8797	0,8459
66	ET	13	0,13	14	0,0133	0,1301	77,9163	1,5583	0,7012
67	ET	15	0,15	13	0,0177	0,1608	111,9084	2,2382	1,0072
68	ET	12	0,12	12	0,0113	0,0950	63,6327	1,2727	0,5727
69	ET	11	0,11	12	0,0095	0,0798	51,0593	1,0212	0,4595
70	ET	10	0,1	10	0,0079	0,0550	40,1191	0,8024	0,3611
71	ET	11	0,11	10	0,0095	0,0665	51,0593	1,0212	0,4595
72	ET	11	0,11	12	0,0095	0,0798	51,0593	1,0212	0,4595

**Tabla 12***Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 1- sub parcela 2.*

N°	Especie	DAP (cm)	DAP (m)	HT (m)	AB (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	BA (kg/árbol)	BAV (tn/ha)	CBV (tC/ha)
1	ET	21	0,21	13	0,0346	0,3152	262,1601	5,2432	2,3594
2	ET	22	0,22	13	0,0380	0,3459	294,9043	5,8981	2,6541
3	ET	17	0,17	12	0,0227	0,1907	153,5987	3,0720	1,3824
4	ET	17	0,17	11	0,0227	0,1748	153,5987	3,0720	1,3824
5	ET	29	0,29	11	0,0661	0,5086	593,2239	11,8645	5,3390
6	ET	10	0,1	7	0,0079	0,0385	40,1191	0,8024	0,3611
7	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012
8	ET	10	0,1	9	0,0079	0,0495	40,1191	0,8024	0,3611
9	ET	18	0,18	11	0,0254	0,1959	177,4971	3,5499	1,5975
10	ET	16	0,16	12	0,0201	0,1689	131,7575	2,6351	1,1858
11	ET	12	0,12	10	0,0113	0,0792	63,6327	1,2727	0,5727
12	ET	15	0,15	12	0,0177	0,1484	111,9084	2,2382	1,0072
13	ET	20	0,2	12	0,0314	0,2639	231,7168	4,6343	2,0855
14	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
15	ET	13	0,13	11	0,0133	0,1022	77,9163	1,5583	0,7012
16	ET	18	0,18	11	0,0254	0,1959	177,4971	3,5499	1,5975
17	ET	13	0,13	12	0,0133	0,1115	77,9163	1,5583	0,7012
18	ET	12	0,12	13	0,0113	0,1029	63,6327	1,2727	0,5727
19	ET	12	0,12	8	0,0113	0,0633	63,6327	1,2727	0,5727
20	ET	12	0,12	11	0,0113	0,0871	63,6327	1,2727	0,5727
21	ET	12	0,12	12	0,0113	0,0950	63,6327	1,2727	0,5727
22	ET	10	0,1	12	0,0079	0,0660	40,1191	0,8024	0,3611
23	ET	13	0,13	12	0,0133	0,1115	77,9163	1,5583	0,7012
24	ET	11	0,11	10	0,0095	0,0665	51,0593	1,0212	0,4595
25	ET	11	0,11	10	0,0095	0,0665	51,0593	1,0212	0,4595
26	ET	12	0,12	12	0,0113	0,0950	63,6327	1,2727	0,5727
27	ET	16	0,16	13	0,0201	0,1830	131,7575	2,6351	1,1858
28	ET	15	0,15	13	0,0177	0,1608	111,9084	2,2382	1,0072
29	ET	18	0,18	14	0,0254	0,2494	177,4971	3,5499	1,5975
30	ET	16	0,16	14	0,0201	0,1970	131,7575	2,6351	1,1858
31	ET	17	0,17	14	0,0227	0,2224	153,5987	3,0720	1,3824
32	ET	10	0,1	12	0,0079	0,0660	40,1191	0,8024	0,3611
33	ET	18	0,18	13	0,0254	0,2316	177,4971	3,5499	1,5975
34	ET	11	0,11	10	0,0095	0,0665	51,0593	1,0212	0,4595
35	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012
36	ET	12	0,12	10	0,0113	0,0792	63,6327	1,2727	0,5727
37	ET	10	0,1	9	0,0079	0,0495	40,1191	0,8024	0,3611
38	ET	14	0,14	12	0,0154	0,1293	93,9844	1,8797	0,8459
39	ET	15	0,15	12	0,0177	0,1484	111,9084	2,2382	1,0072
40	ET	21	0,21	13	0,0346	0,3152	262,1601	5,2432	2,3594
41	ET	18	0,18	13	0,0254	0,2316	177,4971	3,5499	1,5975

42	ET	15	0,15	13	0,0177	0,1608	111,9084	2,2382	1,0072
43	ET	18	0,18	12	0,0254	0,2138	177,4971	3,5499	1,5975
44	ET	12	0,12	11	0,0113	0,0871	63,6327	1,2727	0,5727
45	ET	12	0,12	10	0,0113	0,0792	63,6327	1,2727	0,5727
46	ET	16	0,16	13	0,0201	0,1830	131,7575	2,6351	1,1858
47	ET	16	0,16	12	0,0201	0,1689	131,7575	2,6351	1,1858
48	ET	19	0,19	12	0,0284	0,2382	203,5159	4,0703	1,8316
49	ET	21	0,21	14	0,0346	0,3394	262,1601	5,2432	2,3594
50	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012
51	ET	18	0,18	15	0,0254	0,2672	177,4971	3,5499	1,5975
52	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
53	ET	16	0,16	13	0,0201	0,1830	131,7575	2,6351	1,1858
54	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
55	ET	11	0,11	9	0,0095	0,0599	51,0593	1,0212	0,4595
56	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012
57	ET	13	0,13	12	0,0133	0,1115	77,9163	1,5583	0,7012
58	ET	15	0,15	9	0,0177	0,1113	111,9084	2,2382	1,0072
59	ET	20	0,2	11	0,0314	0,2419	231,7168	4,6343	2,0855
60	ET	12	0,12	10	0,0113	0,0792	63,6327	1,2727	0,5727
61	ET	20	0,2	13	0,0314	0,2859	231,7168	4,6343	2,0855
62	ET	17	0,17	13	0,0227	0,2066	153,5987	3,0720	1,3824
63	ET	10	0,1	10	0,0079	0,0550	40,1191	0,8024	0,3611
64	ET	11	0,11	11	0,0095	0,0732	51,0593	1,0212	0,4595
65	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
66	ET	10	0,1	10	0,0079	0,0550	40,1191	0,8024	0,3611
67	ET	20	0,2	12	0,0314	0,2639	231,7168	4,6343	2,0855
68	ET	12	0,12	11	0,0113	0,0871	63,6327	1,2727	0,5727
69	ET	14	0,14	13	0,0154	0,1401	93,9844	1,8797	0,8459
70	ET	16	0,16	11	0,0201	0,1548	131,7575	2,6351	1,1858
71	ET	12	0,12	11	0,0113	0,0871	63,6327	1,2727	0,5727
72	ET	12	0,12	11	0,0113	0,0871	63,6327	1,2727	0,5727
73	ET	18	0,18	10	0,0254	0,1781	177,4971	3,5499	1,5975
74	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
75	ET	14	0,14	14	0,0154	0,1509	93,9844	1,8797	0,8459
76	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
77	ET	16	0,16	13	0,0201	0,1830	131,7575	2,6351	1,1858
78	ET	12	0,12	9	0,0113	0,0713	63,6327	1,2727	0,5727
79	ET	11	0,11	9	0,0095	0,0599	51,0593	1,0212	0,4595

**Tabla 13**

*Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 1-sub parcela 3.*

N°	Especie	DAP (cm)	DAP (m)	HT (m)	AB (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	BA (kg/árbol)	BAV (tn/ha)	CBV (tC/ha)
1	ET	11	0,11	8	0,0095	0,0532	51,0593	1,0212	0,4595
2	ET	16	0,16	13	0,0201	0,1830	131,7575	2,6351	1,1858

3	ET	18	0,18	15	0,0254	0,2672	177,4971	3,5499	1,5975
4	ET	11	0,11	9	0,0095	0,0599	51,0593	1,0212	0,4595
5	ET	16	0,16	12	0,0201	0,1689	131,7575	2,6351	1,1858
6	ET	20	0,2	11	0,0314	0,2419	231,7168	4,6343	2,0855
7	ET	17	0,17	11	0,0227	0,1748	153,5987	3,0720	1,3824
8	ET	13	0,13	12	0,0133	0,1115	77,9163	1,5583	0,7012
9	ET	16	0,16	13	0,0201	0,1830	131,7575	2,6351	1,1858
10	ET	12	0,12	10	0,0113	0,0792	63,6327	1,2727	0,5727
11	ET	10	0,1	9	0,0079	0,0495	40,1191	0,8024	0,3611
12	ET	12	0,12	9	0,0113	0,0713	63,6327	1,2727	0,5727
13	ET	15	0,15	11	0,0177	0,1361	111,9084	2,2382	1,0072
14	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
15	ET	15	0,15	11	0,0177	0,1361	111,9084	2,2382	1,0072
16	ET	12	0,12	10	0,0113	0,0792	63,6327	1,2727	0,5727
17	ET	17	0,17	13	0,0227	0,2066	153,5987	3,0720	1,3824
18	ET	19	0,19	13	0,0284	0,2580	203,5159	4,0703	1,8316
19	ET	11	0,11	11	0,0095	0,0732	51,0593	1,0212	0,4595
20	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
21	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
22	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
23	ET	19	0,19	13	0,0284	0,2580	203,5159	4,0703	1,8316
24	ET	11	0,11	10	0,0095	0,0665	51,0593	1,0212	0,4595
25	ET	24	0,24	13	0,0452	0,4117	367,5244	7,3505	3,3077
26	ET	10	0,1	10	0,0079	0,0550	40,1191	0,8024	0,3611
27	ET	10	0,1	10	0,0079	0,0550	40,1191	0,8024	0,3611
28	ET	10	0,1	12	0,0079	0,0660	40,1191	0,8024	0,3611
29	ET	23	0,23	13	0,0415	0,3781	330,0070	6,6001	2,9701
30	ET	17	0,17	13	0,0227	0,2066	153,5987	3,0720	1,3824
31	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012
32	ET	13	0,13	12	0,0133	0,1115	77,9163	1,5583	0,7012
33	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
34	ET	11	0,11	11	0,0095	0,0732	51,0593	1,0212	0,4595
35	ET	13	0,13	11	0,0133	0,1022	77,9163	1,5583	0,7012
36	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
37	ET	18	0,18	12	0,0254	0,2138	177,4971	3,5499	1,5975
38	ET	19	0,19	13	0,0284	0,2580	203,5159	4,0703	1,8316
39	ET	23	0,23	13	0,0415	0,3781	330,0070	6,6001	2,9701
40	ET	25	0,25	13	0,0491	0,4467	407,5116	8,1502	3,6676
41	ET	19	0,19	12	0,0284	0,2382	203,5159	4,0703	1,8316
42	ET	17	0,17	12	0,0227	0,1907	153,5987	3,0720	1,3824
43	ET	6	0,06	9	0,0028	0,0178	11,0173	0,2203	0,0992
44	ET	12	0,12	11	0,0113	0,0871	63,6327	1,2727	0,5727
45	ET	25	0,25	13	0,0491	0,4467	407,5116	8,1502	3,6676
46	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
47	ET	12	0,12	11	0,0113	0,0871	63,6327	1,2727	0,5727
48	ET	13	0,13	11	0,0133	0,1022	77,9163	1,5583	0,7012



49	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
50	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
51	ET	12	0,12	13	0,0113	0,1029	63,6327	1,2727	0,5727
52	ET	10	0,1	13	0,0079	0,0715	40,1191	0,8024	0,3611
53	ET	17	0,17	13	0,0227	0,2066	153,5987	3,0720	1,3824
54	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459

**Tabla 14**

*Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 1-sub parcela 4.*

N°	Especie	DAP (cm)	DAP (m)	HT (m)	AB (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	BA (kg/árbol)	BAV (tn/ha)	CBV (tC/ha)
1	ET	18	0,18	10	0,0254	0,1781	177,4971	3,5499	1,5975
2	ET	15	0,15	10	0,0177	0,1237	111,9084	2,2382	1,0072
3	ET	20	0,2	13	0,0314	0,2859	231,7168	4,6343	2,0855
4	ET	20	0,2	15	0,0314	0,3299	231,7168	4,6343	2,0855
5	ET	12	0,12	13	0,0113	0,1029	63,6327	1,2727	0,5727
6	ET	13	0,13	13	0,0133	0,1208	77,9163	1,5583	0,7012
7	ET	10	0,1	10	0,0079	0,0550	40,1191	0,8024	0,3611
8	ET	11	0,11	12	0,0095	0,0798	51,0593	1,0212	0,4595
9	ET	14	0,14	14	0,0154	0,1509	93,9844	1,8797	0,8459
10	ET	10	0,1	13	0,0079	0,0715	40,1191	0,8024	0,3611
11	ET	10	0,1	12	0,0079	0,0660	40,1191	0,8024	0,3611
12	ET	15	0,15	13	0,0177	0,1608	111,9084	2,2382	1,0072
13	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
14	ET	15	0,15	13	0,0177	0,1608	111,9084	2,2382	1,0072
15	ET	15	0,15	13	0,0177	0,1608	111,9084	2,2382	1,0072
16	ET	18	0,18	13	0,0254	0,2316	177,4971	3,5499	1,5975
17	ET	16	0,16	12	0,0201	0,1689	131,7575	2,6351	1,1858
18	ET	13	0,13	11	0,0133	0,1022	77,9163	1,5583	0,7012
19	ET	10	0,1	12	0,0079	0,0660	40,1191	0,8024	0,3611
20	ET	12	0,12	10	0,0113	0,0792	63,6327	1,2727	0,5727
21	ET	14	0,14	12	0,0154	0,1293	93,9844	1,8797	0,8459
22	ET	13	0,13	12	0,0133	0,1115	77,9163	1,5583	0,7012
23	ET	12	0,12	11	0,0113	0,0871	63,6327	1,2727	0,5727
24	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
25	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
26	ET	14	0,14	13	0,0154	0,1401	93,9844	1,8797	0,8459
27	ET	11	0,11	10	0,0095	0,0665	51,0593	1,0212	0,4595
28	ET	12	0,12	11	0,0113	0,0871	63,6327	1,2727	0,5727
29	ET	12	0,12	12	0,0113	0,0950	63,6327	1,2727	0,5727
30	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
31	ET	13	0,13	9	0,0133	0,0836	77,9163	1,5583	0,7012
32	ET	12	0,12	11	0,0113	0,0871	63,6327	1,2727	0,5727
33	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
34	ET	16	0,16	12	0,0201	0,1689	131,7575	2,6351	1,1858

35	ET	15	0,15	13	0,0177	0,1608	111,9084	2,2382	1,0072
36	ET	15	0,15	13	0,0177	0,1608	111,9084	2,2382	1,0072
37	ET	12	0,12	11	0,0113	0,0871	63,6327	1,2727	0,5727
38	ET	13	0,13	12	0,0133	0,1115	77,9163	1,5583	0,7012
39	ET	11	0,11	12	0,0095	0,0798	51,0593	1,0212	0,4595
40	ET	13	0,13	14	0,0133	0,1301	77,9163	1,5583	0,7012
41	ET	21	0,21	14	0,0346	0,3394	262,1601	5,2432	2,3594
42	ET	17	0,17	12	0,0227	0,1907	153,5987	3,0720	1,3824
43	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
44	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
45	ET	15	0,15	11	0,0177	0,1361	111,9084	2,2382	1,0072
46	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
47	ET	15	0,15	11	0,0177	0,1361	111,9084	2,2382	1,0072
48	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
49	ET	12	0,12	10	0,0113	0,0792	63,6327	1,2727	0,5727
50	ET	14	0,14	12	0,0154	0,1293	93,9844	1,8797	0,8459
51	ET	12	0,12	4	0,0113	0,0317	63,6327	1,2727	0,5727
52	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
53	ET	16	0,16	10	0,0201	0,1407	131,7575	2,6351	1,1858
54	ET	13	0,13	13	0,0133	0,1208	77,9163	1,5583	0,7012
55	ET	13	0,13	13	0,0133	0,1208	77,9163	1,5583	0,7012
56	ET	17	0,17	17	0,0227	0,2701	153,5987	3,0720	1,3824
57	ET	12	0,12	12	0,0113	0,0950	63,6327	1,2727	0,5727
58	ET	22	0,22	22	0,0380	0,5854	294,9043	5,8981	2,6541
59	ET	14	0,14	14	0,0154	0,1509	93,9844	1,8797	0,8459
60	ET	12	0,12	12	0,0113	0,0950	63,6327	1,2727	0,5727
61	ET	11	0,11	11	0,0095	0,0732	51,0593	1,0212	0,4595
62	ET	12	0,12	12	0,0113	0,0950	63,6327	1,2727	0,5727
63	ET	23	0,23	23	0,0415	0,6689	330,0070	6,6001	2,9701
64	ET	22	0,22	22	0,0380	0,5854	294,9043	5,8981	2,6541
65	ET	12	0,12	12	0,0113	0,0950	63,6327	1,2727	0,5727

**Tabla 15***Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 1-sub parcela 5.*

N°	Especie	DAP (cm)	DAP (m)	HT (m)	AB (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	BA (kg/árbol)	BAV (tn/ha)	CBV (tC/ha)
1	ET	25	0,25	15	0,0491	0,5154	407,5116	8,1502	3,6676
2	ET	15	0,15	11	0,0177	0,1361	111,9084	2,2382	1,0072
3	ET	12	0,12	12	0,0113	0,0950	63,6327	1,2727	0,5727
4	ET	10	0,1	13	0,0079	0,0715	40,1191	0,8024	0,3611
5	ET	11	0,11	13	0,0095	0,0865	51,0593	1,0212	0,4595
6	ET	13	0,13	11	0,0133	0,1022	77,9163	1,5583	0,7012
7	ET	16	0,16	12	0,0201	0,1689	131,7575	2,6351	1,1858
8	ET	16	0,16	13	0,0201	0,1830	131,7575	2,6351	1,1858
9	ET	19	0,19	13	0,0284	0,2580	203,5159	4,0703	1,8316
10	ET	15	0,15	12	0,0177	0,1484	111,9084	2,2382	1,0072
11	ET	16	0,16	12	0,0201	0,1689	131,7575	2,6351	1,1858

**Tabla 16***Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 2-sub parcela 1.*

N°	Especie	DAP (cm)	DAP (m)	HT (m)	AB (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	BA (kg/árbol)	BAV (tn/ha)	CBV (tC/ha)
1	ET	26	0,26	11	0,0531	0,4088	450,0225	9,0005	4,0502
2	ET	20	0,2	11	0,0314	0,2419	231,7168	4,6343	2,0855
3	ET	23	0,23	10	0,0415	0,2908	330,0070	6,6001	2,9701
4	ET	21	0,21	13	0,0346	0,3152	262,1601	5,2432	2,3594
5	ET	18	0,18	11	0,0254	0,1959	177,4971	3,5499	1,5975
6	ET	16	0,16	13	0,0201	0,1830	131,7575	2,6351	1,1858
7	ET	16	0,16	14	0,0201	0,1970	131,7575	2,6351	1,1858
8	ET	17	0,17	14	0,0227	0,2224	153,5987	3,0720	1,3824
9	ET	18	0,18	15	0,0254	0,2672	177,4971	3,5499	1,5975
10	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
11	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
12	ET	19	0,19	12	0,0284	0,2382	203,5159	4,0703	1,8316
13	ET	11	0,11	7	0,0095	0,0466	51,0593	1,0212	0,4595
14	ET	17	0,17	13	0,0227	0,2066	153,5987	3,0720	1,3824
15	ET	17	0,17	11	0,0227	0,1748	153,5987	3,0720	1,3824
16	ET	18	0,18	12	0,0254	0,2138	177,4971	3,5499	1,5975
17	ET	17	0,17	12	0,0227	0,1907	153,5987	3,0720	1,3824
18	ET	19	0,19	13	0,0284	0,2580	203,5159	4,0703	1,8316
19	ET	14	0,14	13	0,0154	0,1401	93,9844	1,8797	0,8459
20	ET	13	0,13	13	0,0133	0,1208	77,9163	1,5583	0,7012
21	ET	17	0,17	13	0,0227	0,2066	153,5987	3,0720	1,3824
22	ET	18	0,18	12	0,0254	0,2138	177,4971	3,5499	1,5975
23	ET	12	0,12	7	0,0113	0,0554	63,6327	1,2727	0,5727
24	ET	13	0,13	6	0,0133	0,0557	77,9163	1,5583	0,7012

25	ET	16	0,16	8	0,0201	0,1126	131,7575	2,6351	1,1858
26	ET	17	0,17	7	0,0227	0,1112	153,5987	3,0720	1,3824
27	ET	17	0,17	9	0,0227	0,1430	153,5987	3,0720	1,3824
28	ET	14	0,14	9	0,0154	0,0970	93,9844	1,8797	0,8459
29	ET	15	0,15	9	0,0177	0,1113	111,9084	2,2382	1,0072
30	ET	15	0,15	7	0,0177	0,0866	111,9084	2,2382	1,0072
31	ET	13	0,13	7	0,0133	0,0650	77,9163	1,5583	0,7012
32	ET	18	0,18	6	0,0254	0,1069	177,4971	3,5499	1,5975
33	ET	10	0,1	6	0,0079	0,0330	40,1191	0,8024	0,3611
34	ET	11	0,11	11	0,0095	0,0732	51,0593	1,0212	0,4595
35	ET	13	0,13	6	0,0133	0,0557	77,9163	1,5583	0,7012
36	ET	10	0,1	8	0,0079	0,0440	40,1191	0,8024	0,3611
37	ET	10	0,1	9	0,0079	0,0495	40,1191	0,8024	0,3611
38	ET	12	0,12	9	0,0113	0,0713	63,6327	1,2727	0,5727
39	ET	12	0,12	10	0,0113	0,0792	63,6327	1,2727	0,5727
40	ET	13	0,13	11	0,0133	0,1022	77,9163	1,5583	0,7012
41	ET	13	0,13	11	0,0133	0,1022	77,9163	1,5583	0,7012
42	ET	13	0,13	11	0,0133	0,1022	77,9163	1,5583	0,7012
43	ET	10	0,1	9	0,0079	0,0495	40,1191	0,8024	0,3611

**Tabla 17**

*Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 2-sub parcela 2.*

N°	Especie	DAP (cm)	DAP (m)	HT (m)	AB (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	BA (kg/árbol)	BAV (tn/ha)	CBV (tC/ha)
1	ET	18	0,18	10	0,0254	0,1781	177,4971	3,5499	1,5975
2	ET	12	0,12	9	0,0113	0,0713	63,6327	1,2727	0,5727
3	ET	17	0,17	9	0,0227	0,1430	153,5987	3,0720	1,3824
4	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
5	ET	16	0,16	10	0,0201	0,1407	131,7575	2,6351	1,1858
6	ET	10	0,1	9	0,0079	0,0495	40,1191	0,8024	0,3611
7	ET	14	0,14	9	0,0154	0,0970	93,9844	1,8797	0,8459
8	ET	12	0,12	7	0,0113	0,0554	63,6327	1,2727	0,5727
9	ET	10	0,1	8	0,0079	0,0440	40,1191	0,8024	0,3611
10	ET	21	0,21	10	0,0346	0,2425	262,1601	5,2432	2,3594
11	ET	11	0,11	10	0,0095	0,0665	51,0593	1,0212	0,4595
12	ET	12	0,12	10	0,0113	0,0792	63,6327	1,2727	0,5727
13	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012
14	ET	15	0,15	10	0,0177	0,1237	111,9084	2,2382	1,0072
15	ET	12	0,12	9	0,0113	0,0713	63,6327	1,2727	0,5727
16	ET	12	0,12	9	0,0113	0,0713	63,6327	1,2727	0,5727
17	ET	11	0,11	8	0,0095	0,0532	51,0593	1,0212	0,4595
18	ET	11	0,11	9	0,0095	0,0599	51,0593	1,0212	0,4595
19	ET	16	0,16	11	0,0201	0,1548	131,7575	2,6351	1,1858
20	ET	14	0,14	9	0,0154	0,0970	93,9844	1,8797	0,8459
21	ET	13	0,13	9	0,0133	0,0836	77,9163	1,5583	0,7012

22	ET	11	0,11	10	0,0095	0,0665	51,0593	1,0212	0,4595
23	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012
24	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
25	ET	11	0,11	7	0,0095	0,0466	51,0593	1,0212	0,4595
26	ET	10	0,1	8	0,0079	0,0440	40,1191	0,8024	0,3611
27	ET	16	0,16	8	0,0201	0,1126	131,7575	2,6351	1,1858
28	ET	14	0,14	8	0,0154	0,0862	93,9844	1,8797	0,8459
29	ET	15	0,15	9	0,0177	0,1113	111,9084	2,2382	1,0072
30	ET	10	0,1	8	0,0079	0,0440	40,1191	0,8024	0,3611
31	ET	10	0,1	7	0,0079	0,0385	40,1191	0,8024	0,3611
32	ET	12	0,12	8	0,0113	0,0633	63,6327	1,2727	0,5727
33	ET	12	0,12	7	0,0113	0,0554	63,6327	1,2727	0,5727
34	ET	10	0,1	7	0,0079	0,0385	40,1191	0,8024	0,3611
35	ET	13	0,13	8	0,0133	0,0743	77,9163	1,5583	0,7012
36	ET	10	0,1	8	0,0079	0,0440	40,1191	0,8024	0,3611

**Tabla 18**

*Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 2-sub parcela 3.*

N°	Especie	DAP (cm)	DAP (m)	HT (m)	AB (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	BA (kg/árbol)	BAV (tn/ha)	CBV (tC/ha)
1	ET	12	0,12	9	0,0113	0,0713	63,6327	1,2727	0,5727
2	ET	14	0,14	9	0,0154	0,0970	93,9844	1,8797	0,8459
3	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
4	ET	15	0,15	10	0,0177	0,1237	111,9084	2,2382	1,0072
5	ET	16	0,16	10	0,0201	0,1407	131,7575	2,6351	1,1858
6	ET	17	0,17	11	0,0227	0,1748	153,5987	3,0720	1,3824
7	ET	17	0,17	11	0,0227	0,1748	153,5987	3,0720	1,3824
8	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
9	ET	16	0,16	12	0,0201	0,1689	131,7575	2,6351	1,1858
10	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
11	ET	11	0,11	11	0,0095	0,0732	51,0593	1,0212	0,4595
12	ET	15	0,15	11	0,0177	0,1361	111,9084	2,2382	1,0072
13	ET	16	0,16	11	0,0201	0,1548	131,7575	2,6351	1,1858
14	ET	16	0,16	11	0,0201	0,1548	131,7575	2,6351	1,1858
15	ET	16	0,16	11	0,0201	0,1548	131,7575	2,6351	1,1858
16	ET	13	0,13	11	0,0133	0,1022	77,9163	1,5583	0,7012
17	ET	16	0,16	11	0,0201	0,1548	131,7575	2,6351	1,1858
18	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
19	ET	11	0,11	10	0,0095	0,0665	51,0593	1,0212	0,4595
20	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012
21	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
22	ET	17	0,17	11	0,0227	0,1748	153,5987	3,0720	1,3824
23	ET	18	0,18	11	0,0254	0,1959	177,4971	3,5499	1,5975
24	ET	13	0,13	11	0,0133	0,1022	77,9163	1,5583	0,7012
25	ET	19	0,19	12	0,0284	0,2382	203,5159	4,0703	1,8316

26	ET	17	0,17	11	0,0227	0,1748	153,5987	3,0720	1,3824
27	ET	16	0,16	11	0,0201	0,1548	131,7575	2,6351	1,1858
28	ET	14	0,14	18	0,0154	0,1940	93,9844	1,8797	0,8459
29	ET	16	0,16	10	0,0201	0,1407	131,7575	2,6351	1,1858
30	ET	15	0,15	9	0,0177	0,1113	111,9084	2,2382	1,0072
31	ET	15	0,15	11	0,0177	0,1361	111,9084	2,2382	1,0072
32	ET	17	0,17	11	0,0227	0,1748	153,5987	3,0720	1,3824
33	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
34	ET	23	0,23	11	0,0415	0,3199	330,0070	6,6001	2,9701
35	ET	18	0,18	10	0,0254	0,1781	177,4971	3,5499	1,5975
36	ET	10	0,1	10	0,0079	0,0550	40,1191	0,8024	0,3611
37	ET	10	0,1	10	0,0079	0,0550	40,1191	0,8024	0,3611
38	ET	19	0,19	11	0,0284	0,2183	203,5159	4,0703	1,8316
39	ET	18	0,18	11	0,0254	0,1959	177,4971	3,5499	1,5975
40	ET	15	0,15	10	0,0177	0,1237	111,9084	2,2382	1,0072
41	ET	15	0,15	9	0,0177	0,1113	111,9084	2,2382	1,0072
42	ET	15	0,15	9	0,0177	0,1113	111,9084	2,2382	1,0072
43	ET	11	0,11	9	0,0095	0,0599	51,0593	1,0212	0,4595
44	ET	18	0,18	10	0,0254	0,1781	177,4971	3,5499	1,5975
45	ET	14	0,14	9	0,0154	0,0970	93,9844	1,8797	0,8459
46	ET	15	0,15	9	0,0177	0,1113	111,9084	2,2382	1,0072
47	ET	15	0,15	9	0,0177	0,1113	111,9084	2,2382	1,0072
48	ET	10	0,1	10	0,0079	0,0550	40,1191	0,8024	0,3611
49	ET	18	0,18	10	0,0254	0,1781	177,4971	3,5499	1,5975
50	ET	18	0,18	9	0,0254	0,1603	177,4971	3,5499	1,5975
51	ET	17	0,17	9	0,0227	0,1430	153,5987	3,0720	1,3824
52	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
53	ET	14	0,14	10	0,0154	0,1078	93,9844	1,8797	0,8459
54	ET	12	0,12	9	0,0113	0,0713	63,6327	1,2727	0,5727
55	ET	18	0,18	9	0,0254	0,1603	177,4971	3,5499	1,5975
56	ET	13	0,13	9	0,0133	0,0836	77,9163	1,5583	0,7012
57	ET	15	0,15	18	0,0177	0,2227	111,9084	2,2382	1,0072
58	ET	17	0,17	11	0,0227	0,1748	153,5987	3,0720	1,3824
59	ET	20	0,2	12	0,0314	0,2639	231,7168	4,6343	2,0855
60	ET	16	0,16	9	0,0201	0,1267	131,7575	2,6351	1,1858
61	ET	16	0,16	9	0,0201	0,1267	131,7575	2,6351	1,1858
62	ET	18	0,18	9	0,0254	0,1603	177,4971	3,5499	1,5975
63	ET	4	0,04	7	0,0013	0,0062	3,9497	0,0790	0,0355
64	ET	11	0,11	10	0,0095	0,0665	51,0593	1,0212	0,4595
65	ET	10	0,1	10	0,0079	0,0550	40,1191	0,8024	0,3611
66	ET	10	0,1	10	0,0079	0,0550	40,1191	0,8024	0,3611
67	ET	15	0,15	11	0,0177	0,1361	111,9084	2,2382	1,0072
68	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
69	ET	17	0,17	12	0,0227	0,1907	153,5987	3,0720	1,3824
70	ET	18	0,18	12	0,0254	0,2138	177,4971	3,5499	1,5975
71	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012

72	ET	18	0,18	10	0,0254	0,1781	177,4971	3,5499	1,5975
73	ET	24	0,24	13	0,0452	0,4117	367,5244	7,3505	3,3077
74	ET	18	0,18	10	0,0254	0,1781	177,4971	3,5499	1,5975
75	ET	17	0,17	10	0,0227	0,1589	153,5987	3,0720	1,3824
76	ET	16	0,16	11	0,0201	0,1548	131,7575	2,6351	1,1858
77	ET	21	0,21	12	0,0346	0,2909	262,1601	5,2432	2,3594
78	ET	17	0,17	12	0,0227	0,1907	153,5987	3,0720	1,3824
79	ET	18	0,18	13	0,0254	0,2316	177,4971	3,5499	1,5975
80	ET	10	0,1	9	0,0079	0,0495	40,1191	0,8024	0,3611

**Tabla 19**

*Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 2-sub parcela 4.*

N°	Especie	DAP (cm)	DAP (m)	HT (m)	AB (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	BA (kg/árbol)	BAV (tn/ha)	CBV (tC/ha)
1	ET	17	0,17	12	0,0227	0,1907	153,5987	3,0720	1,3824
2	ET	19	0,19	13	0,0284	0,2580	203,5159	4,0703	1,8316
3	ET	19	0,19	13	0,0284	0,2580	203,5159	4,0703	1,8316
4	ET	22	0,22	12	0,0380	0,3193	294,9043	5,8981	2,6541
5	ET	26	0,26	13	0,0531	0,4831	450,0225	9,0005	4,0502
6	ET	16	0,16	12	0,0201	0,1689	131,7575	2,6351	1,1858
7	ET	17	0,17	13	0,0227	0,2066	153,5987	3,0720	1,3824
8	ET	12	0,12	12	0,0113	0,0950	63,6327	1,2727	0,5727
9	ET	18	0,18	13	0,0254	0,2316	177,4971	3,5499	1,5975
10	ET	11	0,11	9	0,0095	0,0599	51,0593	1,0212	0,4595
11	ET	14	0,14	12	0,0154	0,1293	93,9844	1,8797	0,8459
12	ET	16	0,16	14	0,0201	0,1970	131,7575	2,6351	1,1858
13	ET	16	0,16	12	0,0201	0,1689	131,7575	2,6351	1,1858
14	ET	18	0,18	12	0,0254	0,2138	177,4971	3,5499	1,5975
15	ET	20	0,2	12	0,0314	0,2639	231,7168	4,6343	2,0855
16	ET	17	0,17	14	0,0227	0,2224	153,5987	3,0720	1,3824
17	ET	23	0,23	14	0,0415	0,4072	330,0070	6,6001	2,9701
18	ET	21	0,21	15	0,0346	0,3637	262,1601	5,2432	2,3594
19	ET	18	0,18	15	0,0254	0,2672	177,4971	3,5499	1,5975
20	ET	11	0,11	13	0,0095	0,0865	51,0593	1,0212	0,4595
21	ET	17	0,17	13	0,0227	0,2066	153,5987	3,0720	1,3824
22	ET	15	0,15	13	0,0177	0,1608	111,9084	2,2382	1,0072
23	ET	17	0,17	12	0,0227	0,1907	153,5987	3,0720	1,3824
24	ET	12	0,12	11	0,0113	0,0871	63,6327	1,2727	0,5727
25	ET	17	0,17	13	0,0227	0,2066	153,5987	3,0720	1,3824
26	ET	10	0,1	9	0,0079	0,0495	40,1191	0,8024	0,3611
27	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012
28	ET	17	0,17	11	0,0227	0,1748	153,5987	3,0720	1,3824
29	ET	17	0,17	10	0,0227	0,1589	153,5987	3,0720	1,3824
30	ET	20	0,2	10	0,0314	0,2199	231,7168	4,6343	2,0855
31	ET	27	0,27	9	0,0573	0,3607	495,1104	9,9022	4,4560

32	ET	20	0,2	9	0,0314	0,1979	231,7168	4,6343	2,0855
33	ET	12	0,12	8	0,0113	0,0633	63,6327	1,2727	0,5727
34	ET	18	0,18	13	0,0254	0,2316	177,4971	3,5499	1,5975
35	ET	17	0,17	14	0,0227	0,2224	153,5987	3,0720	1,3824
36	ET	14	0,14	13	0,0154	0,1401	93,9844	1,8797	0,8459
37	ET	18	0,18	12	0,0254	0,2138	177,4971	3,5499	1,5975
38	ET	17	0,17	12	0,0227	0,1907	153,5987	3,0720	1,3824
39	ET	19	0,19	11	0,0284	0,2183	203,5159	4,0703	1,8316
40	ET	10	0,1	11	0,0079	0,0605	40,1191	0,8024	0,3611
41	ET	11	0,11	11	0,0095	0,0732	51,0593	1,0212	0,4595
42	ET	11	0,11	12	0,0095	0,0798	51,0593	1,0212	0,4595
43	ET	15	0,15	12	0,0177	0,1484	111,9084	2,2382	1,0072
44	ET	17	0,17	13	0,0227	0,2066	153,5987	3,0720	1,3824

**Tabla 20**

*Densidad, biomasa y stock de carbono de la parcela 2-sub parcela 5.*

N°	Especie	DAP (cm)	DAP (m)	HT (m)	AB (m <sup>2</sup> )	Volumen (m <sup>3</sup> )	BA (kg/árbol)	BAV (tn/ha)	CBV (tC/ha)
1	ET	17	0,17	10	0,0227	0,1589	153,5987	3,0720	1,3824
2	ET	11	0,11	10	0,0095	0,0665	51,0593	1,0212	0,4595
23	ET	20	0,2	11	0,0314	0,2419	231,7168	4,6343	2,0855
4	ET	18	0,18	9	0,0254	0,1603	177,4971	3,5499	1,5975
5	ET	22	0,22	11	0,0380	0,2927	294,9043	5,8981	2,6541
6	ET	13	0,13	9	0,0133	0,0836	77,9163	1,5583	0,7012
7	ET	11	0,11	8	0,0095	0,0532	51,0593	1,0212	0,4595
8	ET	13	0,13	11	0,0133	0,1022	77,9163	1,5583	0,7012
9	ET	12	0,12	11	0,0113	0,0871	63,6327	1,2727	0,5727
10	ET	19	0,19	11	0,0284	0,2183	203,5159	4,0703	1,8316
11	23	17	0,17	11	0,0227	0,1748	153,5987	3,0720	1,3824
12	ET	13	0,13	10	0,0133	0,0929	77,9163	1,5583	0,7012
13	ET	17	0,17	9	0,0227	0,1430	153,5987	3,0720	1,3824
14	ET	23	0,23	10	0,0415	0,2908	330,0070	6,6001	2,9701
15	ET	23	0,23	11	0,0415	0,3199	330,0070	6,6001	2,9701
16	ET	26	0,26	10	0,0531	0,3717	450,0225	9,0005	4,0502
17	ET	20	0,2	11	0,0314	0,2419	231,7168	4,6343	2,0855
18	23	20	0,2	13	0,0314	0,2859	231,7168	4,6343	2,0855
19	ET	16	0,16	12	0,0201	0,1689	131,7575	2,6351	1,1858
20	ET	17	0,17	12	0,0227	0,1907	153,5987	3,0720	1,3824
21	ET	23	0,23	12	0,0415	0,3490	330,0070	6,6001	2,9701
22	ET	14	0,14	11	0,0154	0,1185	93,9844	1,8797	0,8459
23	ET	21	0,21	11	0,0346	0,2667	262,1601	5,2432	2,3594



**Anexo 02****Panel fotográfico**

Ilustración 1. Demarcación de las sub parcelas de la parcela 1



Ilustración 2. Demarcación de las sub parcelas de la parcela 2

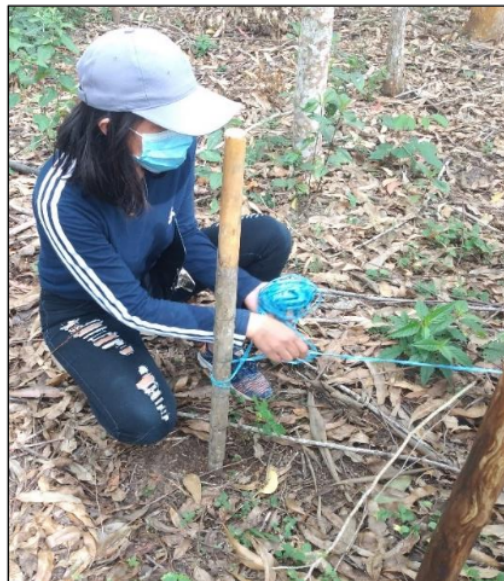


Ilustración 3. Medición del DAP y la altura



35

Ilustración 4. Almacenamiento de muestras de suelo de la parcela 1 y 2.



Ilustración 5. Almacenamiento de <sup>35</sup>muestras de suelo de la parcela 1 y 2.



Ilustración 6. Mezcla de suelo de la parcela 1 y 2.



Ilustración 7. Mezcla de suelo de la parcela 1 y 2.



Ilustración 8. Cuarteo de muestras de la parcela 1



Ilustración 9. Cuarteo de muestras de la parcela 2



Anexo 03

Figura 12. Plano de ubicación

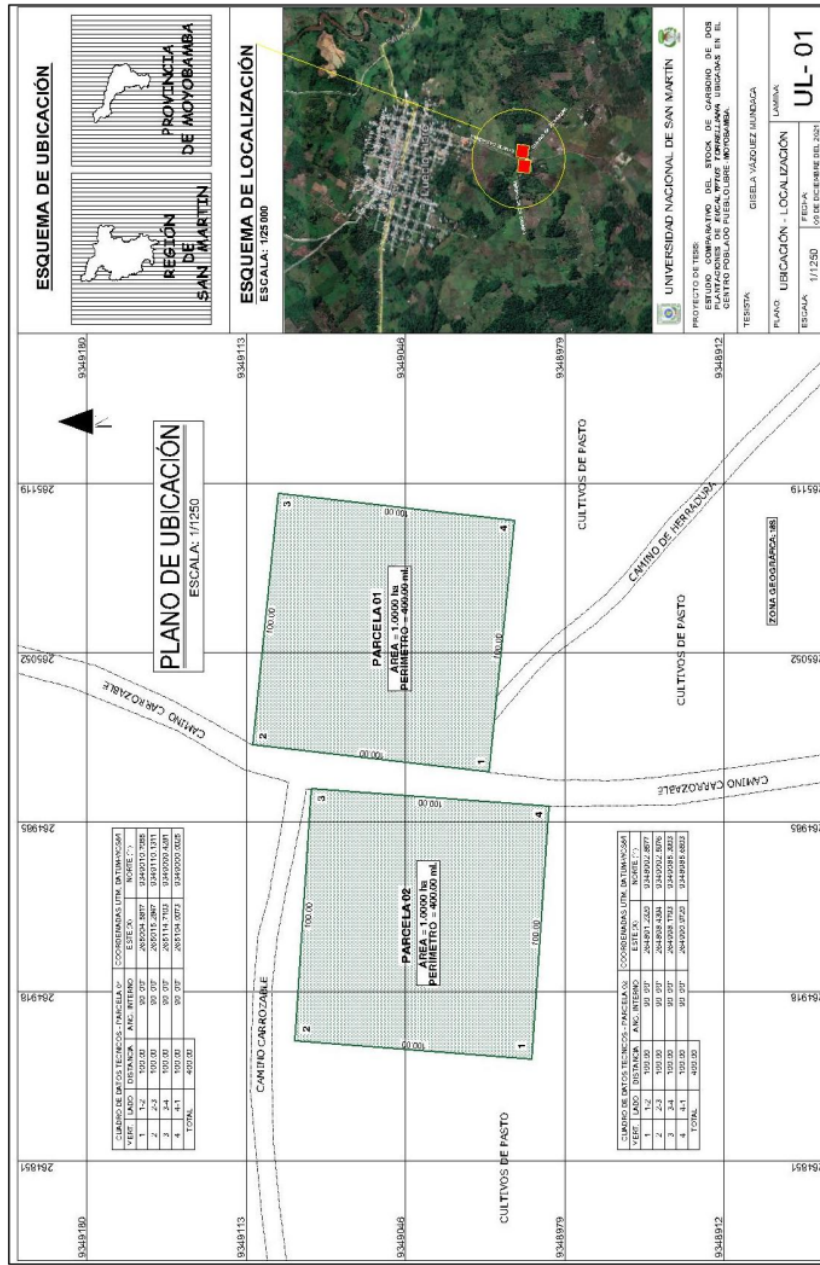



Figura 13. Análisis físico - químico del suelo



**San Martín**  
GOBIERNO REGIONAL  
Gobierno Regional

**LABORATORIO DE ANÁLISIS AGRÍCOLAS DE SUELOS - ESTACIÓN EXPERIMENTAL DE NUEVA CAJAMARCA**  
Av. Cajamarca Norte N° 1191, Los Olivos IV Etapa - Distrito de Nueva Cajamarca  
Provincia de Rioja, San Martín, Teléfono 056443

**RESULTADO DE ANÁLISIS DE SUELO - CARACTERIZACIÓN**

**NOMBRE :** GISELA VÁSQUEZ MUNDACA  
**PROCEDENCIA :** CP Puerto Lino, margen izquierdo - Moyobamba  
**FECHA DE INGRESO :** 19-JUL-21


**PROFUNDIDAD :** 0 - 25 cm  
**FECHA DE REPORTE :** 5-Ago-21  
**CULTIVO :** Trébol UNISM, Facultad de Ecología  
**ATENCIÓN :** B. de V. N° 0001-004636 del 20 de julio

N°	CLAVE LABORATORIO	EPO DEL CULTIVO	PROCEDENCIA y/o AGRICULTOR	ANÁLISIS FÍSICO			ANÁLISIS QUÍMICO															
				Textura		Densidad aparente	pH	Carbonos		Materia Orgánica	Elementos Disponibles			Cationes		Elementos Cambiables						
				Arena	Arilla			Limo	%		%	%	N	P	K	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>	Nr <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>+++</sup>		
1	ASC21 - 0026	Trébol MG E. Iborralana	Cisela Vásquez Mundaca	71.27	15.53	13.20	Franco Arenoso	1.50	5.09	0.00045	-	1.486	0.067	6.10	50.20	8.44	4.60	0.64	0.17	0.128	2.90	34.4%
2	ASC21 - 0027	Trébol MG E. Iborralana	Cisela Vásquez Mundaca	58.27	15.45	26.28	Franco Arenoso	1.48	5.26	0.00044	-	2.422	0.100	5.70	64.10	9.00	4.90	0.60	0.24	0.164	3.10	34.1%

**METODOLOGÍA EMPLEADA EN LOS ANÁLISIS** (Anexo de la Disposición Complementaria Transitoria del Decreto Supremo N° 013-2010-AG del 20 de noviembre del 2010):

- Textura : Hidrómetro de Bouyoucos
- pH : Potenciómetro en suspensión suelo: agua
- Conductividad Eléctrica : Extracto acuoso en la relación suelo: agua 1:1
- Carbonatos : Gasovolumétrico con calcímetro de Bernard
- Materia Orgánica : Walkley y Black
- Nitrogeno : Micro Kjeldahl
- Fósforo : Olsen Modificado
- Capacidad de Intercambio Catiónico : Suma de Bases cambiables

**VBP** Ing. Carlos Egillevi De la Cruz  
C.I.P. N° 32743



**Geovani Ruiz Flores**  
Laboratorio de Suelos

# Estudio comparativo del stock de carbono de dos plantaciones de Eucalyptus torelliana ubicadas en el centro poblado Pueblo Libre - Moyobamba

## INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="https://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="https://documentop.com">documentop.com</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://www.zuhalkonfeksiyon.com.tr">www.zuhalkonfeksiyon.com.tr</a> Fuente de Internet	1%
4	<a href="http://vsip.info">vsip.info</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="https://onlinelibrary.wiley.com">onlinelibrary.wiley.com</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://www.virtualcentre.org">www.virtualcentre.org</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.unsm.edu.pe">repositorio.unsm.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://revistaindice.com">revistaindice.com</a> Fuente de Internet	1%

9	<a href="http://repositorio.uap.edu.pe">repositorio.uap.edu.pe</a> Fuente de Internet	1 %
10	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
11	<a href="http://www.coursehero.com">www.coursehero.com</a> Fuente de Internet	<1 %
12	<a href="http://www.scielo.org.mx">www.scielo.org.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
13	<a href="http://cd.dgb.uanl.mx">cd.dgb.uanl.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
14	<a href="http://repositorio.lamolina.edu.pe">repositorio.lamolina.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
15	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	<1 %
16	<a href="http://repositorio.unican.es">repositorio.unican.es</a> Fuente de Internet	<1 %
17	<a href="http://www.scielo.org.co">www.scielo.org.co</a> Fuente de Internet	<1 %
18	<a href="http://repositorio.ucss.edu.pe">repositorio.ucss.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
19	<a href="http://cdn.www.gob.pe">cdn.www.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
20	<a href="http://www.juntadeandalucia.es">www.juntadeandalucia.es</a> Fuente de Internet	<1 %



21	Submitted to Universidad Nacional de San Martín Trabajo del estudiante	<1 %
22	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
23	archive.org Fuente de Internet	<1 %
24	repositorio.unasam.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
25	dspace.espoch.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
26	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
27	www.who.int Fuente de Internet	<1 %
28	Submitted to International Baccalaureate Ministry of Education of Ecuador Trabajo del estudiante	<1 %
29	repositorio.undac.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	www.fao.org Fuente de Internet	<1 %
31	tesis.unsm.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

32	<a href="http://repositorio.ute.edu.ec">repositorio.ute.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
33	<a href="http://repositorio.upao.edu.pe">repositorio.upao.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
34	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
35	Márquez López Laura Esther. "Estudio del manejo de Agave sp, como elemento para la restauración de parcelas agrícolas abandonadas y la viabilidad social del esquema de restauración en el Municipio de La Esperanza, Puebla", TESIUNAM, 2009 Publicación	<1 %
36	Submitted to Universidad Marcelino Champagnat Trabajo del estudiante	<1 %
37	<a href="http://dspace.utpl.edu.ec">dspace.utpl.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
38	Submitted to Universidad Rafael Landívar Trabajo del estudiante	<1 %
39	Submitted to Ana G. Méndez University Trabajo del estudiante	<1 %
40	<a href="http://repositorio.unapiquitos.edu.pe">repositorio.unapiquitos.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

41	<a href="http://www.docstoc.com">www.docstoc.com</a> Fuente de Internet	<1 %
42	<a href="http://www.newdy.org">www.newdy.org</a> Fuente de Internet	<1 %
43	Submitted to Universidad de Guadalajara Trabajo del estudiante	<1 %
44	<a href="http://repositorio.inia.gob.pe">repositorio.inia.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
45	Submitted to University Tun Hussein Onn Malaysia Trabajo del estudiante	<1 %
46	<a href="http://repositorio.udl.edu.pe">repositorio.udl.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
47	Submitted to Universidad Autónoma de Bucaramanga, UNAB Trabajo del estudiante	<1 %
48	<a href="http://repositorio.uncp.edu.pe">repositorio.uncp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %
49	<a href="http://www.finagro.com.co">www.finagro.com.co</a> Fuente de Internet	<1 %
50	<a href="http://ingforestalutp.files.wordpress.com">ingforestalutp.files.wordpress.com</a> Fuente de Internet	<1 %
51	<a href="http://repositorio.unaj.edu.pe">repositorio.unaj.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

52	<a href="http://pmcarbono.org">pmcarbono.org</a> Fuente de Internet	<1 %
53	<a href="http://iefectividad.conanp.gob.mx">iefectividad.conanp.gob.mx</a> Fuente de Internet	<1 %
54	Submitted to Universidad Técnica Nacional de Costa Rica Trabajo del estudiante	<1 %
55	<a href="http://qdoc.tips">qdoc.tips</a> Fuente de Internet	<1 %
56	Rojas Briseño Rocío Grisel. "Estimación del contenido y captura potencial de carbono en biomasa aérea, en el área natural protegida marismas nacionales, Nayarit, México", TESIUNAM, 2011 Publicación	<1 %
57	<a href="http://bvearmb.do">bvearmb.do</a> Fuente de Internet	<1 %
58	<a href="http://worldwidescience.org">worldwidescience.org</a> Fuente de Internet	<1 %
59	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	<1 %
60	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1 %
61	<a href="http://www.dspace.espol.edu.ec">www.dspace.espol.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %

62	<a href="http://www.elsalvadorforestal.com">www.elsalvadorforestal.com</a> Fuente de Internet	<1 %
63	Submitted to Universidad Internacional SEK Trabajo del estudiante	<1 %
64	<a href="http://dspace.unach.edu.ec">dspace.unach.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
65	<a href="http://es.slideshare.net">es.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
66	Balam de la Vega Lucila María. "Valoración económica del servicio ambiental : captura de carbono, en la reserva forestal Xilitla, San Luis Potosí, México", TESIUNAM, 2013 Publicación	<1 %
67	<a href="http://doi.org">doi.org</a> Fuente de Internet	<1 %
68	<a href="http://dspace.ucuenca.edu.ec">dspace.ucuenca.edu.ec</a> Fuente de Internet	<1 %
69	<a href="http://fr.slideshare.net">fr.slideshare.net</a> Fuente de Internet	<1 %
70	<a href="http://idr.uin-antasari.ac.id">idr.uin-antasari.ac.id</a> Fuente de Internet	<1 %
71	<a href="http://repositorio.una.edu.ni">repositorio.una.edu.ni</a> Fuente de Internet	<1 %
72	<a href="http://www.ign.gob.pe">www.ign.gob.pe</a> Fuente de Internet	<1 %

---

Excluir citas      Activo

Excluir bibliografía      Activo

Excluir coincidencias      < 10 words