



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Almacenamiento de carbono en las especies forestales *Polylepis incana* Kunth y *Eucalyptus globulus* Labill. Distrito de San Sebastián, Cusco - 2020

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Herrera Huillca, Estefani (ORCID: 0000-0002-4137-4880)
Quispe Rojas, Heiddy Shiomara (ORCID: 0000-0001-6685-6344)

ASESORA:

Mg. Cabello Torres, Rita Jaqueline (ORCID: 0000-0002-9965-9678)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios por darnos la vida y permitirnos llegar a este gran momento en nuestra formación profesional. A nuestros padres Nicanor, Julia, Julio y Sonia por su gran apoyo incondicional, sus consejos, el gran esfuerzo que realizan día a día por sacarnos adelante y por estar en los momentos más importantes de nuestras vidas. A nuestros hermanos Franklin y Anthony por sus constantes palabras de motivación. A todos nuestros familiares quienes con sus palabras de aliento nos instan a seguir adelante. A ustedes Jan Carlos y Bryans por el apoyo, comprensión y confianza que nos brindan día a día.

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo, por abrirnos las puertas y formar parte de esta gran familia universitaria. Al Dr. Milton Cesar Tullume Chavesta, por el gran apoyo profesional, su tiempo, consejos, observaciones y por estar en todo momento brindándonos su apoyo incondicional. A nuestra asesora Mgtr. Rita Jaqueline Cabello Torres, por sus valiosos consejos, por orientarnos y encaminarnos durante todo el proceso de la elaboración de nuestra Tesis.

INDICE

| | |
|---|----|
| I. INTRODUCCIÓN | 11 |
| II. MARCO TEORICO | 15 |
| III. MÉTODOLOGIA | 29 |
| 3.1. Tipo y diseño de la investigación | 30 |
| 3.1.1. Tipo de Investigación | 30 |
| 3.1.2. Diseño de la investigación | 30 |
| 3.2. Variables y Operacionalización | 30 |
| 3.2.1. Variables | 30 |
| 3.2.2. Matriz de Operacionalización | 32 |
| 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis | 33 |
| 3.3.1. Población | 33 |
| 3.3.2. Muestra | 33 |
| 3.3.3. Muestreo | 33 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 34 |
| 3.5. Procedimientos | 34 |
| 3.6. Método de análisis de datos | 40 |
| 3.7. Aspectos éticos | 40 |
| IV. RESULTADOS | 42 |
| 4.1. Número de individuos muestreados | 43 |
| 4.2. Estimación de biomasa aérea seca, carbono y CO2 en el bosque natural y la plantación forestal | 43 |
| V. DISCUSIÓN | 49 |
| VI. CONCLUSIONES | 52 |
| VII. RECOMENDACIONES | 54 |
| REFERENCIAS | 56 |
| ANEXOS | 71 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Clasificación taxonómica del <i>Eucalyptus globulus</i> | 23 |
| Tabla 2. Clasificación taxonómica de <i>Polylepis</i> | 24 |
| Tabla 3. Matriz de operacionalización..... | 32 |
| Tabla 4. Número de individuos en 1 Ha..... | 43 |
| Tabla 5. Estimación de biomasa aérea seca, carbono y CO ₂ en el bosque natural de <i>Polylepis incana</i> Kunth | 43 |
| Tabla 6. Estimación de biomasa aérea seca, carbono y CO ₂ en la plantación forestal de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill | 45 |
| Tabla 7. Almacenamiento de Biomasa, Carbono y CO ₂ en el bosque natural de <i>Polylepis incana</i> Kunth y la plantación forestal de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill | 46 |
| Tabla 8. Determinación de ecuaciones alométricas entre la Masa de carbono (Mc), el diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura de fuste (Hf) para el bosque natural de <i>Polylepis incana</i> Kunth y la plantación forestal de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill..... | 47 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Ciclo del carbono..... | 17 |
| Figura 2. Digrama de Flujos (f) y almacenamiento (a) de carbono en un ecosistema forestal | 18 |
| Figura 3. Medición del DAP, según tipo de terreno y características del árbol | 21 |
| Figura 4. Formas para la medición del diámetro | 22 |
| Figura 5. Ilustración de la altura total, altura del fuste y diámetro a la altura del pecho | 23 |
| Figura 6. Flujograma de recolección de Datos | 35 |
| Figura 7. Determinación de la biomasa aérea, carbono y CO ₂ (fase gabinete) ... | 38 |
| Figura 8. Almacenamiento de Biomasa, Carbono y CO ₂ en tn/ha en el bosque natural de <i>Polylepis incana</i> Kunth. | 44 |
| Figura 9. Almacenamiento de Biomasa, Carbono y CO ₂ en tn/ha en la plantación forestal de <i>Eucalyptus glubulus</i> Labill. | 45 |
| Figura 10. Almacenamiento de Biomasa, Carbono y CO ₂ en tn/ha | 46 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|--|----|
| Anexo 1: Fichas de recolección de datos en campo | 71 |
| Anexo 2: Fichas de estimación de biomasa aérea seca, carbono y CO ₂ para el bosque natural de <i>Polylepis incana</i> Kunth | 72 |
| Anexo 3: Fichas de estimación de biomasa aérea seca, carbono y CO ₂ para la plantación forestal de <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. | 82 |
| Anexo 4: Matriz de operacionalización | 93 |
| Anexo 5. Matriz de consistencia | 94 |
| Anexo 6. Análisis del modelo de regresión en el Software STATA para <i>Polylepis incana</i> Kunth | 96 |
| Anexo 7. Análisis del modelo de regresión en el Software STATA para <i>Eucalyptus globulus</i> Labill..... | 97 |
| Anexo 8. Panel fotográfico..... | 98 |

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

| | |
|---------|--|
| GEI | : Gases de efecto invernadero |
| MDS | : Mecanismos de desarrollo sostenible |
| REDD+ | : Reducción de Emisiones derivadas de la Deforestación y la Degradación de los bosques |
| WWF | : World Wildlife Fund |
| IDEI | : Instituto de Estudios Internacionales |
| CMNUCC | : Convenio marco de las naciones unidas sobre el cambio climático |
| MINAM | : Ministerio del Ambiente |
| ONU | : Organización de las Naciones unidas |
| MMA | : Ministerio del Medio Ambiente Chile |
| ENCC | : Estrategia Nacional ante el cambio climático |
| PNCP | : Programa Nacional de Conservación de Bosques para la Mitigación del Cambio Climático |
| RAINFOR | : Red Amazónica de inventarios forestales |
| DAP | : Diámetro a la altura del pecho |
| HF | : Altura del fuste |
| HT | : Altura total |
| INB | : Inventario Nacional de Bosques |
| INIA | : Instituto Nacional de Innovación Agraria |
| IPCC | : Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático |

RESUMEN

El problema de la investigación fue determinar la cantidad de carbono almacenado en un bosque natural de *Polylepis incana* Kunth y una plantación forestal de *Eucalyptus globulus* Labill mediante el uso de fórmulas alométricas, en el distrito de San Sebastián - Cusco. El objetivo de la investigación fue Evaluar el almacenamiento de carbono en el bosque natural de *Polylepis incana* Kunth y la plantación forestal de *Eucalyptus globulus* Labill. Para la estimación de la biomasa aérea se delimitaron dos parcelas: una parcela de 100 x 100 m² para el bosque natural de *Polylepis incana* Kunth con 433 individuos y una parcela de 50 x 100 m² para la plantación forestal de *Eucalyptus globulus* Labill con 900 individuos. Mediante el método indirecto, se recolectaron datos en campo como DAP, Ht y Hf. Los valores de biomasa aérea, carbono y CO₂ fueron determinados con ecuaciones alométricas, obteniendo valores de 7.87, 3.93 y 14.44 tn/ha para *Polylepis incana* Kunth y valores de 70.240, 35.120 y 128.890 tn/ha para *Eucalyptus globulus* Labill. Por último, mediante el software STATA se determinó el modelo alométrico lineal de carbono, para ello se utilizaron variables combinadas (DAP, Hf) teniendo como coeficientes de correlación $R^2 = 0.92$ y 0.98 .

Palabras clave: Almacenamiento de carbono, Ecuaciones alométricas, Biomasa aérea, Dióxido de carbono.

ABSTRACT

The research problem was to determine the amount of carbon stored in a natural forest of *Polylepis incana* Kunth and a forest plantation of *Eucalyptus globulus* Labill through the use of allometric formulas, in the district of San Sebastián - Cusco. The objective of the research was to evaluate the carbon storage in the natural forest of *Polylepis incana* Kunth and the forest plantation of *Eucalyptus globulus* Labill. To estimate the aerial biomass, two plots were delimited: a 100 x 100 m² plot for the natural forest of *Polylepis incana* Kunth with 433 individuals and a 50 x 100 m² plot for the *Eucalyptus globulus* Labill forest plantation with 900 individuals. Using the indirect method, data were collected in the field such as DAP, Ht, and Hf. The values of aerial biomass, carbon, and CO₂ were determined with allometric equations, obtaining values of 7.87, 3.93, and 14.44 tn / ha for *Polylepis incana* Kunth and values of 70.240, 35.120, and 128.890 tn / ha for *Eucalyptus globulus* Labill. Finally, using the STATA software, the linear allometric carbon model was determined, for which the combined variables (DAP, Hf) will be used, having as correlation coefficients R² = 0.92 and 0.98.

Keywords: Carbon storage, Allometric equations, Aerial biomass, Carbon dioxide



Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CABELLO TORRES RITA JAQUELINE, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, asesor(a) del Trabajo de Investigación / Tesis titulada: "ALMACENAMIENTO DE CARBONO EN LAS ESPECIES FORESTALES *POLYLEPIS INCANA* KUNTH Y *EUCALYPTUS GLOBULUS* LABILL. DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN, CUSCO - 2020", del (los) autor (autores) HERRERA HUILLCA ESTEFANI, QUISPE ROJAS HEIDY SHIOMARA , constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20 % verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación / Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Lima, 16 de febrero de 2021

| | |
|--|--|
| Apellidos y Nombres del Asesor: CABELLO TORRES RITA JAQUELINE | |
| DNI: 08947396 | |
| ORCID: 0000-0002-9965-9678 | |