



**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**

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

**TESIS PARA OBTENER
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AMBIENTAL**

**“ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA POTENCIAL DE
CARBONO EN LA ESPECIE *Parkinsonia praecox*
(Ruiz & Pav.) Hawkins, AMAZONAS, PERÚ”**

Autor: Bach. Carlos Vidal Diaz Torres

Asesor: Mg. Lenin Quiñones Huatangari

Co-asesor: Ing. Henry Omar Fernández Cubas

CHACHAPOYAS – PERÚ

2019

DEDICATORIA

A MI PADRE:

Vidal Díaz Saldaña, por estar presente en todo este trayecto de mi vida formándome en los buenos valores, sin ti no hubiera sido posible realizar este logro.

A MIS HERMANOS, Marizol Azunciona Díaz Torres y Manolo Díaz Torres, los cuales fueron mi fortaleza y apoyo incondicional para seguir adelante.

Carlos Vidal Díaz Torres

AGRADECIMIENTO

A MI FAMILIA:

Por su apoyo a lo largo de toda mi vida y motivándome a seguir superándome en lo personal y profesional.

A MIS ASESORES:

Mg. Lenin Quiñones Huatangari e Ing. Henry Omar Fernández Cubas por su paciencia y orientación desde el inicio hasta la culminación de esta investigación.

A LA UNIVERSIDAD:

Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas por brindar la oportunidad a jóvenes como yo, siendo la encargada de guiar nuestra superación y formación profesional.

Carlos Vidal Díaz Torres

**AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ
DE MENDOZA DE AMAZONAS**

**Dr. Policarpio Chauca Valqui
RECTOR**

**Dr. Miguel Ángel Barrena Gurbillón
VICERRECTOR ACADEMICO**

**Dra. Flor Teresa García Huamán
VICERECTORA DE INVESTIGACIÓN**

**Mg. Edwin Adolfo Díaz Ortiz
DECANO DE LA FACULTAD
DE INGENIERIA CIVIL Y AMBIENTAL**

VISTO BUENO DEL ASESOR

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada “ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA POTENCIAL DE CARBONO EN LA ESPECIE *Parkinsonia Praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins, AMAZONAS, PERÚ”, al Tesista Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

- Carlos Vidal Diaz Torres

El suscrito da el visto bueno de la mencionada tesis dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones que formulen para su posterior sustentación.

Chachapoyas diciembre de 2019



Mg. Lenin Quiñones Huatangari

VISTO BUENO DEL CO-ASESOR

El docente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas que suscribe, hace constar que ha asesorado la tesis titulada “ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA POTENCIAL DE CARBONO EN LA ESPECIE *Parkinsonia Praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins, AMAZONAS, PERÚ”, al Tesista Egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental.

- Carlos Vidal Díaz Torres

El suscrito da el visto bueno de la mencionada tesis dándole pase para que sea sometida a la revisión por el jurado evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones que formulen para su posterior sustentación.

Chachapoyas diciembre de 2019



Ing. Henry Omar Fernández Cubas

JURADO EVALUADOR DE TESIS



Dr. Ricardo Campos Ramos
PRESIDENTE



M.Sc. Elí Pariente Mondragón
SECRETARIO



Ing. Jefferson Fitzgerald Reyes Farje
VOCAL

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS



UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE
MENDOZA DE AMAZONAS

Secretaría General
OFICINA DE GRADOS Y TÍTULOS

ANEXO 3-N

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 13 de noviembre del año 2019, siendo las 9:00 am horas, el aspirante Díaz Torres, Carlos Vidal

defiende en sesión pública la Tesis titulada: Estimación de la captura potencial de carbono en la especie Parkinsonia Hawkins, Amazonas, Perú

CERTIFICADO de esta (Copia Fotostática P.V.)
Identica a su original

CHACHAPOYAS

14 NOV. 2019



DRA. CARMEN ROSA HUAMAN MUÑOZ
FEDATARIA

para obtener el Título Profesional de
a ser otorgado por la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Dr. Ricardo Edmundo Campos Ramos

Secretario: Ing. Eli Pariente Mondragón

Vocal: Ing. Jefferson Fitzgerald Reyes Forje



Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y método, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto, a fin de que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado ()

Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 6:30 pm horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

SECRETARIO

VOCAL

PRESIDENTE

OBSERVACIONES:

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo Carlos Vidal Diaz Torres identificado con DNI N°: 74696360 estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Declaro bajo juramento

QUE:

1. Soy autor de la Tesis titulada “Estimación de la captura potencial de carbono en la especie *Parkinsonia praecox* (ruiz & pav.) Hawkins, Amazonas, Perú”. La misma que presento para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derecho de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNTRM en favor de terceros por motivos de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido de la tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción deriven.

Chachapoyas diciembre de 2019



Carlos Vidal Diaz Torres

INDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	iv
VISTO BUENO DEL ASESOR	v
VISTO BUENO DEL CO-ASESOR	vi
JURADO EVALUADOR DE TESIS	vii
ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS	viii
DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO	ix
INDICE GENERAL	x
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xiv
ABSTRACT	xv
I. INTRODUCCIÓN	16
II. MATERIAL Y MÉTODOS	19
2.1 Ubicación del área de estudio	19
2.2 Selección de la muestra	19
2.3 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
2.4 Procedimiento	19
2.4.1 Fase Preliminar	19
2.4.2 Fase de campo	20
2.4.3 Fase de laboratorio	21
2.4.4 Análisis de Datos	24
2.4.5 Generación del modelo alométrico	24
III. RESULTADOS	25
3.1 Capacidad de acumulación de carbono en la biomasa aérea	25
3.2 Establecimiento de la ecuación alométrica	27
3.3 Validación de la ecuación alométrica	29
IV. DISCUSIÓN	30
V. CONCLUSIONES	32
VI. RECOMENDACIONES	33
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	34

VIII. ANEXOS	36
Anexo 1: Mapa de ubicación	36
Anexo 2: Formato de recolección de datos en campo	37
Anexo 3: Peso seco de las muestras.....	38
Anexo 4: Peso húmedo de las muestras.....	39
Anexo 5: Peso húmedo de los componente.	40
Anexo 6: Cálculo de biomasa seca de cada componente.....	41
Anexo 7: Cálculo de biomasa seca y carbono	42
Anexo 8: Variables utilizadas para generar la ecuación alométrica.	43
Anexo 9: Constancia de determinación Taxonómica	44
Anexo 10: Panel fotográfico	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Biomasa seca total de las veinte muestras de <i>Parkinsonia praecox</i>	25
Tabla 2: Cálculo de carbono de la muestra.....	26
Tabla 3: Ajuste estadístico de los modelos probados para la ecuación alométrica.	27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo de trabajo en campo	21
Figura 2: Diagrama de flujo de trabajo del laboratorio	22
Figura 3: Valor de R^2 de la ecuación alométrica tipo lineal.....	28
Figura 4: Valor de R^2 de la ecuación alométrica del tipo logarítmico	28
Figura 5: Valor de R^2 de la alométrica del tipo polinómica (grado 2)	29

RESUMEN

Las concentraciones atmosféricas de los gases que producen efecto invernadero como el CO₂, en los últimos años se ha incrementado sustancialmente debido a acciones humanas. En este sentido, el objetivo de la presente investigación fue estimar la captura potencial de carbono en la especie *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins el Milagro, Amazonas, Perú. Existen varios métodos para cuantificar el contenido de carbono en la biomasa aérea de cierta especie, siendo uno de los más empleados, los modelos alométricos, es por ello que en la presente investigación se estableció un modelo alométrico donde la muestra estuvo conformada por veinte árboles y el procedimiento empleado para encontrar el modelo alométrico fueron cinco fases: preliminar, campo, laboratorio, análisis de datos y generación del modelo, encontrándose el modelo alométrico más representativo que describe el comportamiento de la biomasa (DAP) respecto al carbono (C) capturado es la ecuación polinómica (grado 2), $C = -0.0214 (DAP)^2 + 1.422 (DAP) - 4.3317$ teniendo un nivel de confianza aceptable, determinando que el estudio con respecto a estimación de captura de carbono en especies como *Parkinsonia Praecox* tiene un 73.4 % de representatividad sobre las muestras, así mismo se determinó una captura potencial de carbono de 99.72 t C/ha., con una capacidad de absorción de 365.64 t CO₂/ha.

Palabras Claves: Alométrica, Carbono, Biomasa

ABSTRACT

Atmospheric concentrations of greenhouse gases such as CO₂, in recent years has increased substantially due to human actions. In this sense, the objective of the present investigation was to estimate the potential capture of carbon in the specie *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins el Milagro, Amazonas, Peru. There are several methods to quantify the carbon content in the aerial biomass of a certain species, being one of the most used, the allometric models, that is why in the present investigation an allometric model was established where the sample was made up of twenty trees and The procedure used to find the allometric model was five phases: preliminary, field, laboratory, data analysis and generation of the model, finding the most representative allometric model that describes the behavior of biomass (DAP) with respect to the carbon (C) captured is the polynomial equation (grade 2), $C = - 0.0214 (DAP)^2 + 1.422 (DAP) - 4.3317$ having an acceptable level of confidence, determining that the study about the capture of carbon estimate in species such as *Parkinsonia Praecox* has a 73.4 % of representativeness on the samples, a potential carbon capture of 99.72 t C / ha was also determined, with a capacity of absorption of 365.64 t CO₂ / ha.

Keywords: Allometric, Carbon, Biomass

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la preocupación humana es la acumulación de los gases de efecto invernadero como son el vapor de agua (H_2O), el dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido de nitrógeno (N_2O) y los clorofluorocarbonos (artificiales), hacen que las altas concentraciones atmosféricas de estos gases produzcan el efecto invernadero, actualmente se consideran dos gases importantes generadores del calentamiento global como son: el dióxido de carbono y metano que en los últimos años se ha incrementado sustancialmente debido a las actividades humanas.

Esto se traduce en un aumento de la temperatura y los problemas asociados a éste, donde es importante considerar que la respiración vegetal y la descomposición de materia orgánica del mundo libera más de 10 veces el CO_2 del que inducen las actividades humanas, pero estas emisiones han estado durante siglos en balance con el dióxido de carbono absorbido por la vegetación terrestre y por los océanos (EPA 2003).

Este aumento sustancial de gases de efecto invernadero tuvo lugar con la industrialización en el año 1760 en adelante que rompió el equilibrio natural de transferencia de gases de efecto invernadero, a esto se le suma la utilización de combustibles fósiles que son responsables de la mayor parte de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) en el mundo, así mismo alrededor del 20% de las emisiones de metano son producidas debido al aumento de agricultura, deforestación, tiraderos de residuos sólidos a cielo abierto, la producción industrial y minería que contribuyen de manera significativa con este tipo de emisiones (Araceli Vargas, 2004).

Es por ello que el calentamiento global es un fenómeno complejo y sus impactos son a gran escala afectando al planeta, originando las variaciones climáticas globales, que en las últimas décadas la actividad humana ha rebasado la capacidad de cambio de los procesos naturales, transformando la atmósfera con velocidades superiores a las que normalmente ocurrían, las fluctuaciones en los elementos del clima (temperatura y precipitación) son claros ejemplos que se han presentado en los últimos años (Vargas, 2009).

Dado que la actividad humana ha influenciado, en gran medida, el aumento considerable de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre desde la segunda

mitad del siglo XVIII y principios del XIX, con la revolución industrial, se inició un periodo de altas emisiones que ha generado profundos cambios en la temperatura media mundial (Oreskes, 2004).

Considerándose actualmente que el clima es una parte integral del funcionamiento de los ecosistemas y la salud humana la cual se ve afectado directa o indirectamente por los efectos de la acumulación de dióxido de carbono en la atmosfera, haciendo que los efectos directos del cambio climático recaiga sobre la salud humana, se menciona que se pueden incluir las lesiones y enfermedades ocasionadas por condiciones meteorológicas extremas, inundaciones y sobreexposición al calor; el aumento de casos de enfermedades asociadas a alergias y problemas respiratorios, así como las entidades transmitidas por insectos o a través del agua, y las amenazas a la seguridad y disponibilidad de fuentes de agua y de alimentos (Manuel Ochoa Zaldivar, 2015).

Actualmente el Perú es uno de los veinte países más vulnerable a la modificaciones del clima global, esta situación se torna sensible debido a que actualmente las altas concentraciones de gases de efecto invernadero se ven reflejada en la pérdida de biodiversidad y el retroceso glaciar, según el CONAM en los últimos 35 años se ha perdido el 22% de la superficie glaciar, este hecho tendrá consecuencias negativas sobre la disponibilidad hídrica y la reducción de disponibilidad de agua para consumo humano, también lo podemos ver reflejado en el aumento de calor y frio producidas en lugares poco inusuales de ser percibidas este tipo de variaciones en las diferentes regiones del Perú, dentro de ellas se encuentra la región amazonas cuyos factores claves que generan el aumento de los gases de efecto invernadero en esta región, son la deforestación, la quema de los bosques, el cambio de uso de las tierras, el incremento de la densidad poblacional (Fuente, 2010).

Así mismo tenemos cambios considerables en el distrito del milagro, región de Amazonas, que se ven reflejado principalmente en las zonas adyacentes a los ejes carreteros, donde la ocupación espontanea genera cambios de uso de tierras para asentamientos de población o agricultura, ocasionando la degradación del bosque seco el milagro amenazando las especies sensibles a cambios por la intervención humana.

Es por ello que los especialistas del sector mencionan, que el camino más seguro para adoptar acciones preventivas y de mitigación de los efectos de la acumulación de

dióxido de carbono en la atmosfera es una reforestación a nivel mundial, debido a que todas las especies de plantas son capaces de fijar el CO₂ en forma de carbono en sus componentes contribuyendo a la reducción de dióxido de carbono presente en la atmosfera, entre las muchas especies encontramos la especie *Parkinsonia praecox* perteneciente a la familia leguminosas, este árbol se encuentra en la zonas semiáridas intertropical de la región especialmente dentro del distrito el milagro (Miller, 2007).

Esta especie tiene porte arbóreo, espinoso, de 3 a 5 m de altura, con tronco de 10 a 30 cm. de diámetro, corto, tortuoso y corteza lisa color verde, las ramas también son tortuosas y de color verde. Generalmente en cada nudo hay espinas, casi siempre solitarias, de hasta 2 cm. de longitud, las hojas son pequeña por su desarrollo en zonas de baja precipitaciones, siendo esta especie apta para recuperar las zonas semiáridas y áridas debido a su resistencia a climas poco aptos para el desarrollo de otras especies de árboles.

La escasa humedad que necesita en el suelo para su desarrollo en terrenos áridos la convierte en una especie fundamental para la cobertura vegetal, y al mismo tiempo contribuyente con la reducción del dióxido de carbono atmosférico, mejorando las condiciones de dicho distrito y alrededores, debido que en los últimos años la cantidad de CO₂ en la atmosfera sobrepasa lo que los ecosistemas pueden absorber.

Es por ello que la presente investigación se enfoca en estimar la captura potencial de carbono la cual se define como el almacenamiento de carbono a través de la extracción del CO₂ de la atmosfera por los sumideros de carbono (C) (GreenFacts, 2001), a través de un proceso físico o biológico como las que realizan las plantas mediante proceso de fotosíntesis para fijar el CO₂ como carbono en sus componentes (Ramas, Fuste, Hojas y frutos).

Teniendo como objetivo principal de estimar la captura potencial de carbono en la especie *Parkinsonia praecox* (Ruiz & Pav.) Hawkins el Milagro, Amazonas - Perú, buscando de esta manera en un futuro próximo la valoración económica del servicio de captura de carbono, para la venta de bonos de carbono a las empresas emisoras de CO₂ que pueden “compensar” el efecto negativo de sus emisiones, producto de sus actividades, uniendo esfuerzos para estabilizar o disminuir la concentración atmosférica de gases de efecto invernadero.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del área de estudio

La investigación se realizó en el distrito El Milagro Provincia de Utcubamba departamento de Amazonas – Perú; este distrito tiene un área de 313.89 Km², que se encuentra ubicado orillas del río Utcubamba (Anexo 1).

2.2 Selección de la muestra

Se utilizó el muestreo no probabilístico, teniéndose en cuenta los factores como; altitud, dispersión de la especie *Parkinsonia praecox*, accesibilidad, pendiente del terreno, determinando de esta manera una muestra constituida por veinte (20) especies (*Parkinsonia Praecox*), las cuales fueron extraídas de un área aproximadamente de 10000 m², que presentaba las características y condiciones adecuadas.

2.3 Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

La metodología utilizada, fue el método destructivo, que consistió en cortar uno o más árboles para determinar los parámetros básicos de un árbol, entre los más importantes, diámetro a la altura del pecho (DAP, cm), altura total (AT, m), derribarlo y calcular la biomasa pesando cada uno de los componentes (fuste, ramas, raíces y follaje) González, 2008 citado por (Cesar Ruiz Diaz, 2007). Para la colecta de información se utilizó fichas de colecta de información en campo y fichas para la información de laboratorio.

2.4 Procedimiento

La investigación se desarrolló en cinco fases:

2.4.1 Fase Preliminar

Se recopiló información de otras investigaciones, revisión literaria y la selección de trabajos de investigación que plantearon ciertas metodologías que sirvieron de base, brindando un conocimiento científico y técnico para la realización de esta investigación.

Además se realizó la plena identificación de la especie *Parkinsonia praecox* mediante una constancia de determinación botánica, la cual fue

realizada en el HERBARIUM TRUXILLENSE (HUT) de la Universidad Nacional de Trujillo (Ver Anexo 9).

2.4.2 Fase de campo

Para las mediciones del diámetro a la altura de pecho (DAP), se utilizó la guía metodológica que fue desarrollada por (Rügnitz, Chacón, & R., 2009), donde se midió el DAP para obtener así el diámetro a la altura de pecho, de igual forma para medición de la altura del árbol.

- **Medición de la biomasa sobre el suelo**

Para este paso se utilizó la metodología planteada por (Bestienne Schiegel, 2000), que menciona que se debe realizar el corte a una altura de 10 cm sobre el suelo, luego proceder al desramado y trozado del árbol, se dividiendo cada uno de sus componentes (Ramas gruesas, ramas finas y fuste).

El siguiente paso es la separación de las ramas finas consideradas hasta los 3 cm de diámetro, pasado los 3 cm de diámetro a más son consideradas como ramas gruesas, siendo así que al tener las hojas pequeñas se hizo dificultoso su recolección de muestra, por lo tanto se optó pesar con las ramas finas debido a que no tiene un grado significativo de alteración del peso de dicho componente.

Culminado el pesado de los componentes se procedió a extraer una rodaja de 5 cm de cada componente del árbol y se determina su peso húmedo (Anexo 4).

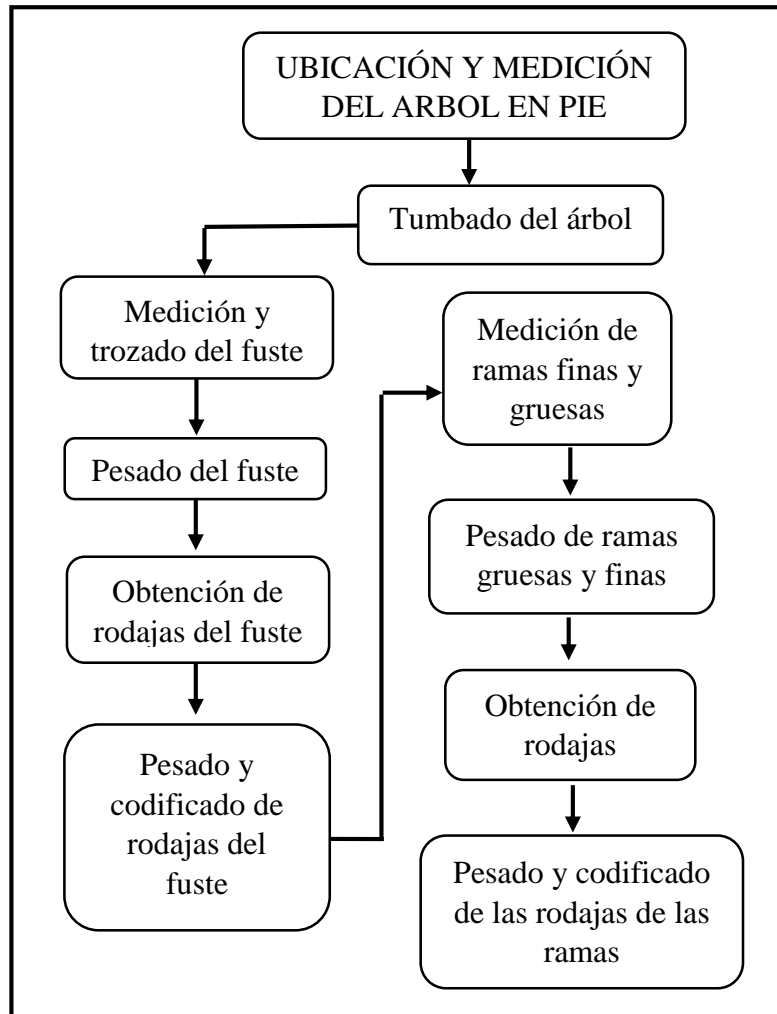


Figura 1: Diagrama de flujo de trabajo en campo

2.4.3 Fase de laboratorio

Las muestras fueron pesadas y secadas en estufa a 103 °C durante 48 horas, hasta obtener su peso constante, siguiendo un debido procedimiento ver diagrama de flujo (Figura 2), después de haber pasado 16 horas de secado, se retiró de la estufa las muestras para ser pesadas (Pesada 1), y cumplida las 32 horas se volvió a retirar de la estufa para el peso de control (Pesada 2), a las 48 horas se volvió a pesar (Pesada 3) comprobando que la variación de peso entre el pesado de control (2) y el pesado final (3) tuvo tan solo una variación de 0.012 gramos indicando así que las muestras ya tenían un peso constante.

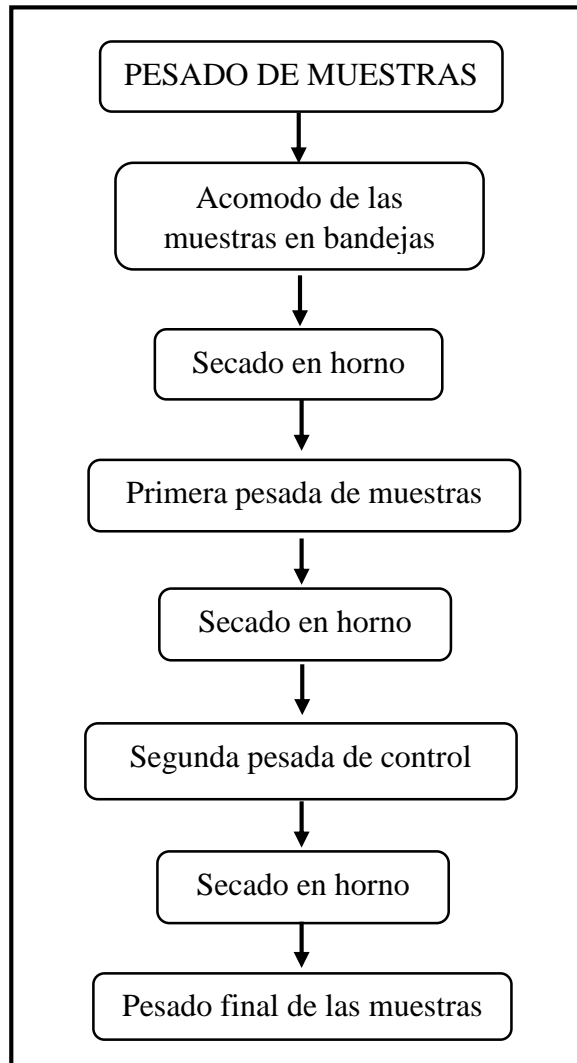


Figura 2: Diagrama de flujo de trabajo del Laboratorio

Para los cálculos de laboratorio se utilizó las siguientes fórmulas que se especifican de acuerdo a cada paso realizado:

- **Determinación de biomasa seca**

Siendo así que para la determinación de biomasa seca se tuvo que cuantificar la biomasa que se obtuvo en campo y por separado los pesos húmedo de los diferentes componentes (Fuste, Ramas gruesas, Ramas finas), tomándose una muestra de cada componente (rodaja de 5cm) y fueron llevados al laboratorio, con el fin de estimar su biomasa seca de cada componente del arbusto de *Parkinsonia Praecox*, obtenido el peso seco constante. Para ello se aplicó la fórmula (1) y se determinó mediante la relación peso seco-peso húmedo de las

muestras en cada componente (González, 2008) citado por (Rojas, 2018).

$$BSc = (PS / PH) * BHc..... (1)$$

Donde:

BSc = Biomasa seca del componente (kg)

PS = Peso seco de la muestra (g)

PH = Peso húmedo de la muestra (g)

BHc = Biomasa húmeda del componente (kg)

Para determinar la biomasa seca total de cada arbusto se suma la biomasa seca de cada uno de sus componentes.

$$BS\ total = BS\ fuste + BS\ ramas + BS\ hoja \dots (2)$$

- **Cálculo del carbono total en biomasa aérea**

El cálculo del carbono total en biomasa aérea se realizó multiplicando la biomasa seca por el factor de conversión 0.5 promedio de carbono registrado en especies vegetales (Gorbitz, 2001) citada por (Chuquizuta, 2018).

$$CB\ (t / ha) = BST * 0.50..... (3)$$

Donde:

CB = Carbono en la biomasa aérea

BST = Biomasa seca aérea total

0.50 = Factor de conversión

El factor de conversión (0.5) corresponde a la fracción de carbono (%) en la biomasa seca de la madera de acuerdo con Gayoso *et al.* (2002) citado por (Franco, 2007) Partiendo de la relación directa entre biomasa y carbono, en donde el contenido de carbono (C) en un gramo de biomasa aérea es igual a 0.5 gramos de carbono (C) (Jurado, Guerrero, & Possu).

2.4.4 Análisis de Datos

Los datos recolectados de las anteriores fases, se ingresó y procesó en la hoja de cálculo EXCEL, cuyos resultados se presenta en tablas, figuras de forma numérica y porcentual, además para la generación del modelo alométrico se hizo un análisis estadístico de regresión lineal, con el objetivo de definir el mejor coeficiente de correlación (R^2) entre las variables dependiente con respecto a la variable independiente, para determinar la reserva de carbono de la especie, de la misma manera se analizará las variables del DAP (diámetro a la altura de pecho) y carbono (C).

2.4.5 Generación del modelo alométrico

Se preparó una matriz con las siguientes variables: Diámetro a la altura del pecho, y el carbono de la Biomasa Aérea (CB). Una vez ordenados los datos se procederá a generar gráficas de dispersión, considerando en el eje X el diámetro de la Altura del Pecho y en el eje Y la CB de cada individuo. Para obtener el modelo alométrico se realizó análisis de regresión lineal simple, Para determinar si la participación de cada variable en el modelo es significativa, se empleará la estrategia de analizar la contribución de cada variable estableciendo la relación lineal simple con cada una de las variables.

III. RESULTADOS

3.1 Capacidad de acumulación de carbono en la biomasa aérea

La cantidad de biomasa seca para la muestra (veinte arboles) de *Parkinsonia Praecox*, se determinó aplicando la (formula 1) la cual permite precisar la cantidad exacta de biomasa seca de cada uno de los componentes del árbol seleccionados como muestra (Tabla 1).

Tabla 1: Biomasa seca total de las veinte muestras de *Parkinsonia praecox*

N° de Planta	Ramas Primarias y Secundarias (Kg)	Fuste (Kg)	Biomasa seca Total (Kg)
Pp1	9.090	4.826	13.916
Pp2	25.472	6.817	32.289
Pp3	19.383	5.082	24.465
Pp4	12.061	4.665	16.726
Pp5	13.524	4.348	17.872
Pp6	4.567	3.444	8.011
Pp7	16.278	5.787	22.065
Pp8	16.278	2.923	19.201
Pp9	10.349	5.547	15.896
Pp10	5.779	6.582	12.361
Pp11	16.228	12.511	28.739
Pp12	10.496	11.572	22.068
Pp13	11.726	6.554	18.280
Pp14	8.396	8.734	17.130
Pp15	14.827	7.301	22.128
Pp16	11.589	9.175	20.764
Pp17	10.177	9.420	19.597
Pp18	16.448	12.398	28.846
Pp19	10.166	9.813	19.979
Pp20	11.752	6.792	18.544

Una vez obtenido los datos de cada componente se realizó la suma total de los pesos de cada componentes del árbol (Fuste, ramas primaria y secundaria) obteniendo la biomasa seca total para cada árbol como lo expresa la tabla presentada.

Así mismo se determinó que cada árbol tiene un promedio de 19.94 Kg de biomasa seca, haciendo un total de 398.87 Kg de biomasa seca para toda la muestra (veinte árboles) (Ver Anexo 5), es una cantidad considerable de biomasa seca de la especie *Parkinsonia praecox*, que se vuelve fundamental para la captura del carbono y contribución en la transferencia del dióxido de carbono (CO₂).

De esta manera para obtener el carbono capturado por la *Parkinsonia praecox*, se obtuvo mediante la multiplicación de la biomasa seca total de cada árbol por el factor de conversión 0.5 (Ver Tabla 2).

Tabla 2: Cálculo de carbono de la muestra

N° de Planta	Biomasa seca Total (Kg)	Carbono =BS*0.5
Pp1	13.916	6.958
Pp2	32.289	16.144
Pp3	24.465	12.232
Pp4	16.726	8.363
Pp5	17.872	8.936
Pp6	8.011	4.006
Pp7	22.065	11.032
Pp8	19.201	9.600
Pp9	15.896	7.948
Pp10	12.361	6.180
Pp11	28.739	14.369
Pp12	22.068	11.034
Pp13	18.280	9.140
Pp14	17.130	8.565
Pp15	22.128	11.064
Pp16	20.764	10.382
Pp17	19.597	9.799
Pp18	28.846	14.423
Pp19	19.979	9.989
Pp20	18.544	9.272

Los resultados de captura de carbono aproximado para la muestra es 99.72 t C/ha., siendo un promedio de 9.97 toneladas de carbono por árbol. Para hallar la cantidad de Dióxido de carbono (CO₂) que absorbe dicha especie se multiplica la cantidad promedio de carbono encontrado en (t C/ha.), por el factor de conversión de carbono a dióxido de carbono (44/12), Dando como resultado que el árbol de *Parkinsonia praecox* absorbe un valor promedio de 365.64 t CO₂/ha.

3.2 Establecimiento de la ecuación alométrica

Se ha considerado al diámetro a la altura de pecho (DAP) como variable independiente y carbono (C) como variable dependiente (Ver Anexo 6) para establecer la ecuación alométrica que mejor describe la cantidad de carbono, obteniendo como resultado las siguientes ecuaciones alométricas (Tabla 3).

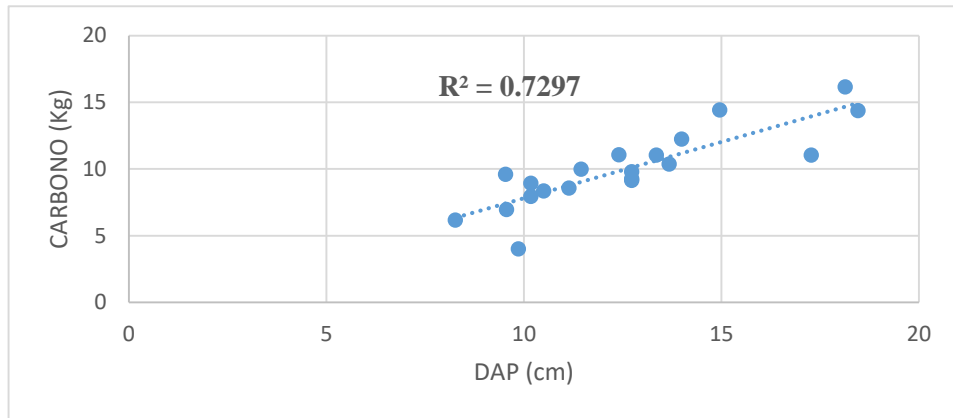
Tabla 3: Ajuste estadístico de los modelos probados para la ecuación alométrica.

Tipo de ecuación	Ecuación Alométrica	R ²
Lineal	$C = 0.842 (DAP) - 0.6015$	0.7297
Logarítmica	$C = 10.943 \ln (DAP) - 17.453$	0.7318
Polinómica	$C = - 0.0214 (DAP)^2 + 1.422 (DAP) - 4.3317$	0.734
Potencial	$C = 0.5727 (DAP)^{1.1229}$	0.6462
Regresión exponencial	$C = 3.283 e^{0.085(DAP)}$	0.6243

En la (Tabla 3) podemos apreciar los tres modelos matemáticos más representativos generados, los cuales presentan un coeficiente de correlación, mayor que 0.72, expresando de esta manera que la representatividad de la variable independiente con la dependiente tenía un porcentaje de 72 % de representatividad.

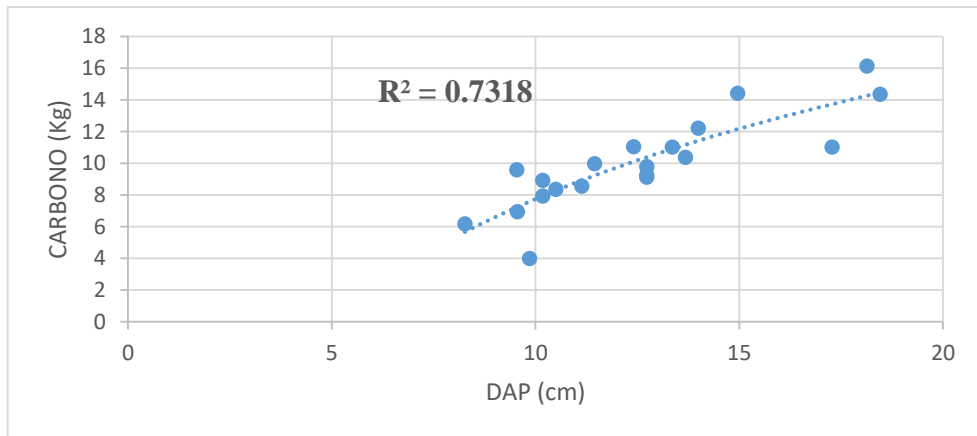
La primera ecuación alométrica, que se obtiene, es la ecuación lineal (Figura 3), la cual presenta un R²= 0.7297.

Figura 3: Valor de R^2 de la ecuación alométrica tipo lineal.



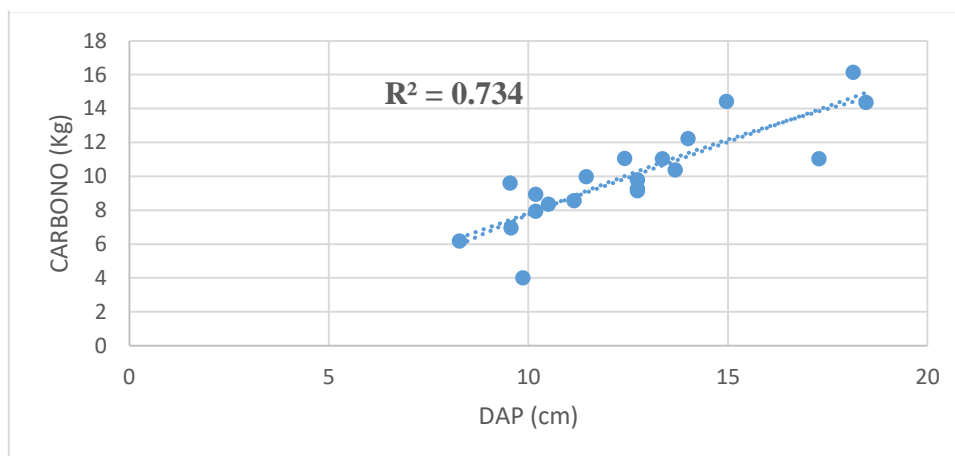
De igual manera se generó la ecuación logarítmica que presenta un $R^2 = 0.7318$, para esta ecuación de tomaron las mismas variables que para la ecuación lineal, ver (Anexo 5)

Figura 4: Valor de R^2 de la ecuación alométrica del tipo logarítmico.



Finalmente, se generó la ecuación polinómica (grado 2) teniendo un $R^2 = 0.734$, para obtener esta ecuación se empleó las mismas variables que para las anteriores ecuación ver (Anexo 6 y Figura 5).

Figura 5: Valor de R^2 de la alométrica del tipo polinómica (grado 2).



De todas las ecuaciones generadas para determinar el carbono en la especie *Parkinsonia praecox* con respecto a la muestra, se obtuvo que la ecuación que más se ajusta a los valores de representatividad de las muestra es determinada por la ecuación polinómica (grado 2) teniendo un coeficiente de determinación (R^2) de 0.734, señalando una representatividad de 73.4 % sobre las muestras (Ver Figura 5 y Anexo 7).

3.3 Validación de la ecuación alométrica

La validación de la ecuación, se basó en la bondad de estimación de la captura potencial de carbono real frente a la captura potencial de carbono estimada por el modelo planteado. Para lo cual se empleó el test de error estadístico, denominado coeficiente de determinación (R^2). Las ecuaciones alométricas presentadas en la Tabla 3, presentan los coeficientes de determinación, de los cuales se ha escogido el modelo matemático que presenta mayor R^2 .

IV. DISCUSIÓN

Debido a la existencia de escasos estudios de los bosques secos del Perú y al no prestarle la importancia necesaria, motivo por el cual no se encontró antecedentes de otras investigaciones con referente a esta especie, pero si se encontró la aplicación de fórmulas alométricas en estimaciones de captura de carbono para otras especies y sistemas agroforestales, siendo esta investigación la primera en determinar la captura potencial de carbono de la especie *Parkinsonia praecox* dando lugar para futuras investigación de la importancia de la especie.

La especie *parkinsonia praecox*, tiene una particularidad y es la de adaptación a los terrenos áridos y semiáridos, cuyos ecosistemas son frágiles al más mínimo cambio por parte de la intervención humana, rompiendo así la dinámica de transferencia de gases con la atmosfera. Estos ecosistemas denominados bosques secos son parte funcional y fundamentalmente importantes en la captura de dióxido de carbono (CO₂) y posteriormente el almacenamiento del mismo, pero la incidencia de las actividades humanas dentro de este tipo de bosques ha hecho que se desestabilice y modifique rompiendo el equilibrio natural de transferencia de gases. Así mismo por otro lado cabe mencionar que esta especie como otras especies que se encuentran dentro de los boques seco son de importancia, debido al impacto positivo que presentan en la reducción de los gases de efecto invernadero como es el CO₂, haciendo frente al cambio climático.

Así también (Antivo, 2018) menciona que el mayor volumen de carbono orgánico almacenado está concentrado en la biomasa de los árboles vivos frente a la vegetación arbustiva y herbácea, es por ello que la especie *Parkinsonia praecox* es importante en la reducción del dióxido de carbono (CO₂), debido a que su mayor concentración de biomasa en el fuste seguido por la rama primaria y secundaria, tiene un promedio de 12.729 Kg de biomasa seca por cada árbol (Anexo 6), siendo esta especie una de las alternativa natural de bajo costo para contribuir con la mitigación del cambio climático en zonas áridas y semiáridas.

De igual forma cabe mencionar que el tiempo en que el carbono se encuentra constituyendo alguna estructura del árbol y hasta que es reemitido (ya sea al suelo o a la atmósfera), se considera que se encuentra almacenado (troncos, ramas, follaje, raíces, hojarasca), mediante esta función la biomasa de la especie *Parkinsonia*

praecox se definió como la cantidad total de materia orgánica viva que existe por arriba del suelo (incluyendo ramas y fuste) Márquez (2005). Y expresada como peso anhídrido de carbono (seco en estufa) en toneladas por unidad de área, siendo así esta especie una fuente de absorción de CO₂ que compensa tanto las pérdidas de este gas que se producen por la respiración como las emisiones producidas en otros procesos naturales (descomposición de materia orgánica) y de fuentes antrópicas Carvajal (CSIC).

Determinando así que la especie *Parkinsonia praecox* tiene un captura potencial de carbono de 99.72 t C/ha., comparando con otras especies como por ejemplo la captura estimada de la especie de Tara evaluado por (Rojas, 2018) obtuvo un resultado de 64.39 t C/ha., evidentemente podemos decir que la especie *Parkinsonia praecox* tiene mucho mayor captura potencial de carbono e igual forma al realizar la comparación con el estudio de que se realizó al bosque seco de la provincia de Loja – Ecuador, donde se obtuvo un resultado de 32.9 t C/ha (Padilla, 2017).

Frente a los estudios comparados, se puede mencionar que la especie *Parkinsonia praecox* tiene una potencialidad de captura de carbono mucho mayor frente a otras especies, además presenta la capacidad de crecer y desarrollarse en terrenos con escasas de humedad, consideras como terrenos áridos y semiáridos, siendo difícil el desarrollo y supervivencia para otras especies en este tipo de bosques, gracias a esta adaptabilidad la especie *Parkinsonia praecox* es de vital importancia su preservación, es por ello que no se consideró muestrear más de veinte arboles de esta especie debido a la fragilidad del bosque seco que se encuentra en el distrito de El Milagro.

De igual forma con presente estudio se logró determinó que la ecuación que mejor define la interacción entre las variables DAP y Carbono, es la ecuación polinómica (grados 2) $C = -0.0214 (DAP)^2 + 1.422 (DAP) - 4.3317$ la cual define con un 73.4% la correlación modera respectivamente, ajustándose a los puntos observados en lo referente a las variables DAP (independiente) y Carbono (dependiente), estableciéndose una relación directa entre ambas variables.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que la especie *Parkinsonia Praecox* tiene una captura potencial de carbono de 99.72 t C/ha, con una capacidad de absorción de 365.64 t CO₂/ha.

De esta manera el modelo matemático que se ajusta al comportamiento de la variables dependiente e independiente (Carbono y DAP) queda definido por la ecuación alométrica $C = - 0.0214 (DAP)^2 + 1.422 (DAP) - 4.3317$ con un nivel de confianza de 73.4 % y un coeficiente de determinación del $R^2 = 0.734$.

Siendo el modelo alométrico mas aceptable que explica en un 73.4% el grado de relación de las dos variables (dependiente e independiente), podemos afirmar que el ajuste del modelo alométrico es aceptable por presentar un valor de $R^2 = 0.734$ más cercano a 1, donde la variable “Y” (carbono) y a su promedio es explicado por el modelo de regresión ajustado.

VI. RECOMENDACIONES

Para futuros trabajos de investigación, se deben considerar: Realizar el muestreo en zonas de mayor abundancia de las especies de *Parkinsonia praecox* además de seguir realizando estudios de estimaciones y/o aportaciones a la reducción de dióxido de carbono (CO₂) para las especies propias del bosque seco del distrito El Milagro, teniendo en cuenta que no determinar zonas de muestras en pendientes mayores a 10%, debido a la erosión que se generaría por presentar suelos deslizables.

Otro de los puntos a tener en cuenta es que no se debe escoger más de 20 especies de árboles por la fragilidad de este tipo de bosques, así mismo para muestreo en especies *Parkinsonia Praecox* no se debe determinar como muestra árboles que presenten diámetro menor de 8 cm de diámetro a la altura de pecho (DAP).

Además se sugiere y recomienda al municipio del distrito El Milagro realizar la reforestación, conservación y preservación de las diferentes especies de flora endémica del bosque seco que se encuentra dentro de El Milagro, evitando de esta manera el avance de las acciones negativas de la población, la cual se puede realizar mediante el estableciendo un programa de capacitación y sensibilización en el cuidado de los recursos naturales y las especies del bosque seco de dicho distrito, en caso de no lograrse que las poblaciones asentadas dentro y fuera de dicho bosque no tomen conciencia de la importancia del mismo, se establecerá ordenanzas municipales y sancionando las acciones de pobladores que incumplan las políticas que se establezcan.

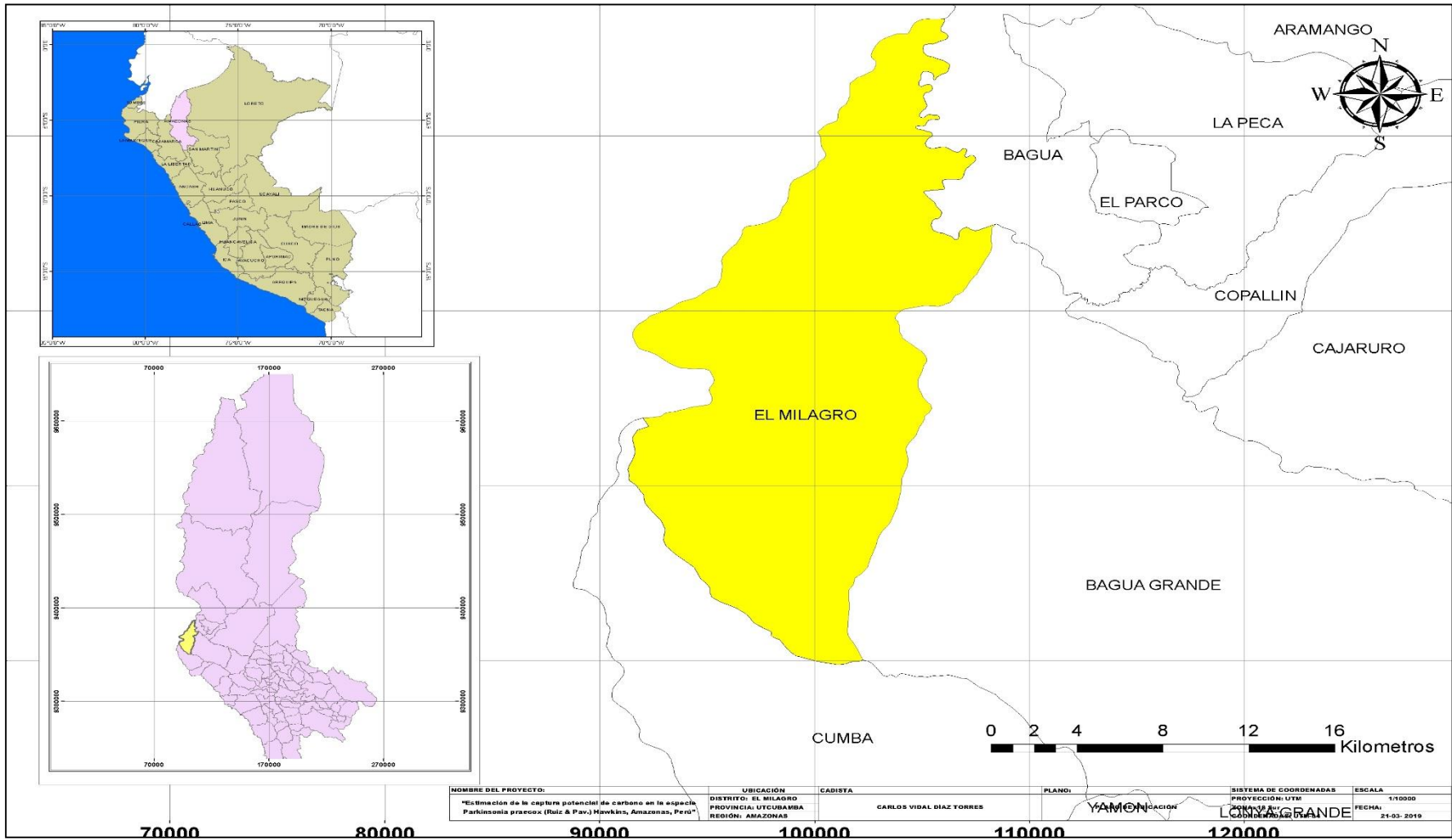
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aristizabal, H. O. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales-IDEAM. IDEAM-METEO7008-2007.
- Antivo, A. M. (2018). *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*. ANCASH .
- Araceli Vargas, M. A. (2004). *La captura de carbono en bosques: ¿una herramienta para la gestión ambiental?* Gaceta Ecológica. Pág15.
- Bestienne Schiegel, J. G. (2000). *Manual de procedimientos muestros de biomasa forestal* . Proyecto FONDEF D9811076 , Universidad Austral de Chile.
- Cesar Ruiz Diaz, G. R. (2007). *Metodologías para estimar biomasa y carbono en especies forestales en México*. Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO) DEPI-ITVO. ISSN 2007-204X.
- Chuquizuta, L. T. (2018). *Determinación de reserva de carbono en el suelo y especies arbustivas nativas de Chamana (Dodonaca viscosa(l) Jacq.) y Tayango (Baccharis sp.) para servicios ecosistémicos en Tozán Lámud*. Tesis , UNTRM, Chachapoyas
- Facts, G. (s.f.). *Facts on Health and the Environment*. Obtenido de <https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/captura-carbono.htm>.
- Franco, R. D. (2007). Determinación de ecuación alométricas para estimar biomasa y carbono en pinus patula Schl. et Cham. *Madera y Bosques*, 11 Pg.
- Fuente, F. M. (2010). *Cambio climático en la Amazonia*. Lima : Lettera Grafica ISBN N° 978-9972-2577-9-2.
- GreenFacts. (2001). *Facts on Health and the Environment*. Obtenido de <https://www.greenfacts.org/es/glosario/abc/captura-carbono.htm>.
- Jurado, H. R., Guerrero, D. A., & Possu, W. B. (s.f.). *Estimación de la Biomasa Aérea y Captura de Carbono en árboles dispersos en potreros con motilon silvestre (Freziera canescens) en el Municipio de Pasto Nariño - Colombia*.
- Manuel Ochoa Zaldivar, R. C. (2015). Variabilidad y cambio climático y su repercusión en la salud. *MEDISAN 2015:19(7):873*, 13.
- Miller, G., 2007, *Ciencia ambiental: Desarrollo sostenible, un enfoque integral*, 8 va edición, Editores Internacional Thomson, México

- Padilla, N. I. (2017). *Captura de carbono en el compartimiento leñoso del bosque seco en la provincia de Loja con perspectivas de mercado*. Riobamba, Ecuador .
- Pardos, J. A. (2010). *Los ecosistemas forestales y el secuestro de carbono ante el cambio climático*. Madrid: ISBN 978-84-7498-529-0 ISSN 157-6106 NIPO 457-10-008-7.
- Rojas, M. L. (2018). *Evaluación de carbono total en el bosque de Tara (Caesalpinia spinosa Molina Kuntze)*. Tesis , UNTRM, Amazonas , Chachapoyas ,68 Pg.
- Rügnitz, M. T., Chacón, M. L., & R., P. (2009). *Guia para la Determinacion de Carbono en Pequeñas Propiedades Rurales*. ISBN: 978-92-9059-254-9.
- Vargas, P. (2009). *El cambio Climatico y sus Efectos en el Perú*.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Mapa de ubicación



Anexo 2: Formato de recolección de datos en campo

N° Plantas	Ubicación		Altura m.s.n.m.	DAP (cm)	Fuste		Ramas primarias (Kg)	Ramas secundarias (Kg)
	Sur	Norte			Altura (m)	Peso (Kg)		
Pp1	765014	9371534	455	9.56	3.00	9.950	17.600	10.550
Pp2	765026	9371536	456	18.14	3.50	14.600	23.500	17.990
Pp3	764985	9371516	461	14.00	3.00	10.000	19.860	18.600
Pp4	764977	9371503	456	10.50	2.50	8.850	11.280	9.990
Pp5	764984	9371506	458	10.18	3.00	9.200	16.300	11.200
Pp6	764966	9371505	460	9.86	3.00	7.750	8.300	3.500
Pp7	764962	9371507	459	17.28	3.20	11.400	21.490	11.789
Pp8	764974	9371500	460	9.54	3.00	6.250	6.200	5.550
Pp9	765019	9371530	459	10.18	3.50	10.900	13.100	7.350
Pp10	765015	9371536	461	8.27	3.70	12.950	6.400	5.632
Pp11	765013	9371540	460	18.46	3.87	22.850	17.500	13.200
Pp12	765012	9371545	453	13.36	3.00	21.100	12	8.750
Pp13	765010	9371551	457	12.73	3.20	13.600	14	10
Pp14	765005	9371550	455	11.14	3.50	15.700	10.250	6.150
Pp15	764996	9371556	455	12.41	3.80	13.300	15	12.250
Pp16	765013	9371519	458	13.68	3.00	16.800	13.080	10.150
Pp17	764978	9371542	458	12.73	3.95	19.450	14.500	6.750
Pp18	764977	9371547	458	14.96	3.60	22.000	17.700	14.120
Pp19	764965	9371556	463	11.45	3.10	18.450	11.050	9.850
Pp20	764997	9371536	462	12.73	3.05	13.600	12.900	10.100

Anexo 3: Peso seco de las muestras.

N° Plantas	Rodaja fuste (Kg)	Rodaja rama primaria (Kg)	Rodaja ramas secundarias (Kg)
Pp1	0.211	0.090	0.048
Pp2	0.346	0.140	0.096
Pp3	0.279	0.066	0.025
Pp4	0.243	0.107	0.032
Pp5	0.216	0.061	0.029
Pp6	0.160	0.077	0.011
Pp7	0.334	0.090	0.045
Pp8	0.181	0.099	0.040
Pp9	0.287	0.077	0.049
Pp10	0.277	0.104	0.039
Pp11	0.501	0.126	0.072
Pp12	0.470	0.163	0.095
Pp13	0.307	0.160	0.050
Pp14	0.410	0.136	0.082
Pp15	0.342	0.120	0.044
Pp16	0.503	0.174	0.097
Pp17	0.386	0.101	0.084
Pp18	0.665	0.209	0.101
Pp19	0.359	0.142	0.042
Pp20	0.417	0.187	0.136

Anexo 4: Peso húmedo de las muestras.

N° Plantas	Rodaja de fuste (Kg)	Rodaja de rama primaria (Kg)	Rodaja de ramas secundarias (Kg)
Pp1	0.435	0.185	0.960
Pp2	0.741	0.293	0.121
Pp3	0.549	0.130	0.050
Pp4	0.461	0.190	0.056
Pp5	0.457	0.124	0.059
Pp6	0.360	0.169	0.049
Pp7	0.658	0.184	0.092
Pp8	0.387	0.211	0.083
Pp9	0.564	0.152	0.097
Pp10	0.545	0.217	0.081
Pp11	0.915	0.240	0.135
Pp12	0.857	0.322	0.188
Pp13	0.637	0.326	0.103
Pp14	0.737	0.262	0.164
Pp15	0.623	0.216	0.083
Pp16	0.921	0.344	0.198
Pp17	0.797	0.210	0.177
Pp18	1.180	0.405	0.195
Pp19	0.675	0.293	0.086
Pp20	0.835	0.363	0.269

Anexo 5: Peso húmedo de los componente.

N° Plantas	Fuste peso (Kg)	Ramas primarias (Kg)	Ramas secundarias (Kg)
Pp1	9.950	17.600	10.550
Pp2	14.600	23.500	17.990
Pp3	10.000	19.860	18.600
Pp4	8.850	11.280	9.990
Pp5	9.200	16.300	11.200
Pp6	7.750	8.300	3.500
Pp7	11.400	21.490	11.789
Pp8	6.250	6.200	5.550
Pp9	10.900	13.100	7.350
Pp10	12.950	6.400	5.632
Pp11	22.850	17.500	13.200
Pp12	21.100	12	8.750
Pp13	13.600	14	10
Pp14	15.700	10.250	6.150
Pp15	13.300	15	12.250
Pp16	16.800	13.080	10.150
Pp17	19.450	14.500	6.750
Pp18	22.000	17.700	14.120
Pp19	18.450	11.050	9.850
Pp20	13.600	12.900	10.100

Anexo 6: Cálculo de biomasa seca de cada componente

N° de Planta	FUSTE Kg	Rama Primaria Kg	Rama Secundaria Kg	Biomasa seca total de cada árbol
Pp1	4.826	8.562	0.528	13.916
Pp2	6.817	11.229	14.243	32.289
Pp3	5.082	10.083	9.300	24.465
Pp4	4.665	6.352	5.709	16.726
Pp5	4.348	8.019	5.505	17.872
Pp6	3.444	3.782	0.786	8.012
Pp7	5.787	10.511	5.766	22.064
Pp8	2.923	2.909	2.675	8.507
Pp9	5.547	6.636	3.713	15.896
Pp10	6.582	3.067	2.712	12.361
Pp11	12.511	9.188	7.040	28.739
Pp12	11.572	6.075	4.422	22.068
Pp13	6.554	6.871	4.854	18.280
Pp14	8.734	5.321	3.075	17.130
Pp15	7.301	8.333	6.494	22.128
Pp16	9.175	6.616	4.972	20.764
Pp17	9.420	6.974	3.203	19.597
Pp18	12.398	9.134	7.313	28.846
Pp19	9.813	5.355	4.810	19.978
Pp20	6.792	6.645	5.106	18.544

Anexo 7: Cálculo de biomasa seca y carbono

N° de Planta	Ramas Primarias, Secundarias (Kg)	Fuste (Kg)	Biomasa seca total (Kg)	Carbono =BST*0.5
Pp1	9.090	4.826	13.916	6.958
Pp2	25.472	6.817	32.289	16.144
Pp3	19.383	5.082	24.465	12.232
Pp4	12.061	4.665	16.726	8.363
Pp5	13.524	4.348	17.872	8.936
Pp6	4.567	3.444	8.011	4.006
Pp7	16.278	5.787	22.065	11.032
Pp8	16.278	2.923	19.201	9.600
Pp9	10.349	5.547	15.896	7.948
Pp10	5.779	6.582	12.361	6.180
Pp11	16.228	12.511	28.739	14.369
Pp12	10.496	11.572	22.068	11.034
Pp13	11.726	6.554	18.280	9.140
Pp14	8.396	8.734	17.130	8.565
Pp15	14.827	7.301	22.128	11.064
Pp16	11.589	9.175	20.764	10.382
Pp17	10.177	9.420	19.597	9.799
Pp18	16.448	12.398	28.846	14.423
Pp19	10.166	9.813	19.979	9.989
Pp20	11.752	6.792	18.544	9.272

Anexo 8: Variables utilizadas para generar la ecuación alométrica.

N° de planta	DAP	(cm)	Carbono =BS*0.5
Pp10	8.27		6.181
Pp8	9.54		9.601
Pp1	9.56		6.958
Pp6	9.86		4.006
Pp9	10.18		7.948
Pp5	10.18		8.936
Pp4	10.50		8.363
Pp14	11.14		8.565
Pp19	11.45		9.990
Pp15	12.41		11.064
Pp20	12.73		9.272
Pp13	12.73		9.140
Pp17	12.73		9.799
Pp12	13.36		11.034
Pp16	13.68		10.382
Pp3	14.00		12.233
Pp18	14.96		14.423
Pp7	17.28		11.033
Pp20	18.14		16.145
Pp11	18.46		14.370

Anexo 9: Constancia de determinación Taxonómica

EL DIRECTOR DEL HERBARIUM TRUXILLENSE (HUT) DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.

Da Constancia de la determinación taxonómica de un (01) espécimen vegetal:

- Clase: Equisetopsida
- Subclase: Magnoliidae.
- Superorden: Rosanae
- Orden: Malpighiales
- Familia: Euphorbiaceae
- Género: **Parkinsonia**
- Especie: **P. praecox** (Ruiz & Pav.) Hawkins
- Nombre común "palo verde"

Muestra alcanzada a este despacho por CARLOS VIDAL DIAZ TORRES, Identificado con DNI 74696360, con domicilio legal en Av. Héroes Del Cenepa C - 21 S/N – Bagua. Estudiante de la Escuela Profesional De Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, cuya determinación taxonómica servirá para la realización del proyecto de investigación para obtener el grado de bachiller: "ESTIMACIÓN DE LA CAPTURA POTENCIAL DE CARBONO EN LA ESPECIE **Parkinsonia praecox** (Ruiz & Pav.) Hawkins, AMAZONAS, PERÚ"

Se expide la presente Constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que hubiera lugar.

Trujillo, 22 de noviembre del 2019.




Dr. JOSÉ MOSTACERO LEÓN
Director del Herbario HUT

Anexo 10: Panel fotográfico



Las imágenes (a, b, c, d, e) se aprecian las actividades que se realizaron en la fase de campo; como ubicación del árbol a muestrear, medición del diámetro altura de pecho, separación de los componentes, obtención de rodajas de muestra. Las imágenes (f, g, h) son las actividades que se realizaron en laboratorio, como pesado y secado y pesado final obtenido el peso constante de las muestras.