



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE CARBONO EN
BOSQUE SECUNDARIO A TRAVÉS DE LAS
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA ESPECIE
FORESTAL XEROFÍTICO (*Prosopis pallida*).**

Tesis Para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

CAMPOS HUAMÁN, Maribel

ASESOR:

Msc. RODAS CABANILLAS, José Luis

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

CONSERVACIÓN Y MANEJO DE LA BIODIVERSIDAD

PERÚ-2017

PAGINA DEL JURADO



Dr. José Elías Ponce Ayala
Presidente



Mgtr. José Modesto Vásquez Vásquez
Secretario



Mgtr. Cesar Augusto Zatta Silva
Vocal

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a Dios, por protegerme durante cada etapa de mi vida, por los triunfos y momentos difíciles que me ha enseñado a valorarlo cada día más permitiéndome llegar a este momento tan importante de mi formación como profesional.

A mis Padres, por su constante apoyo y comprensión en el desarrollo de mi educación y por ser la razón más poderosa para continuar con mi superación personal y profesional.

A mis hermanas, por brindarme su apoyo incondicional en la consolidación de una de mis metas, ya que siempre estuvieron conmigo en todo lo bueno y lo malo, por su cariño y amor que recibí y que me ayudo a superar muchos obstáculos.

A todas las personas que estuvieron conmigo en esta etapa de mi vida profesional, Al Msc. Rodas Cabanillas José Luis por su ayuda y apoyo en la elaboración de esta tesis.

MARIBEL

AGRADECIMIENTO

A Dios, por haberme permitido llegar a cumplir uno de mis grandes sueños y haberme dado salud para poder lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Mi agradecimiento especial a mi padre, Rodolfo Campos Tapia por su apoyo incondicional en mi carrera y motivarme a ser una persona llena de valores y virtudes.

A mí madre, Gabriela Huamán Angulo que con su demostración de una madre ejemplar me ha enseñado a no rendirme ante nada y siempre preservara través de sus sabios consejos

A mis Hermanas, Carolina Campos Huamán y Katty Katheryne Campos Huamán, que con sus consejos me han ayudado a afrontar los retos que se me han presentado a lo largo de mi vida.

A la Universidad César Vallejo – Filial Chiclayo, a la escuela profesional de Ingeniería Ambiental, a sus docentes por haber formado parte esencial en mis estudios, adquiriendo conocimientos teóricos, técnicos y éticos para mi formación profesional.

LA AUTORA

DECLARATORIA DE AUMENTICIDAD

Yo *MARIBEL CAMPOS HUAMÁN*, estudiante de la escuela profesional de ingeniería ambiental de la facultad de ingeniería de la Universidad Privada César Vallejo- Chiclayo, identificada con DNI N° 71335426.

Declaro la autenticidad de este proyecto de investigación bajo juramento que:

1. Yo soy la única autora de este proyecto de investigación que tiene como título: “*EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE CARBONO EN BOSQUE SECUNDARIO A TRAVÉS DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA ESPECIE FORESTAL XEROFÍTICO (Prosopis pallida)*”, la misma que voy a presentar para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. Este trabajo de investigación no ha sido plagiado o copiado ni parcialmente ni en su totalidad, para la cual se han considerado y respetado todas las citas y referencias de las normas internacionales ISO 690:2010 para las fuentes que han sido consultadas.
3. En los resultados y toda la documentación que acompaño en este trabajo de investigación es veraz y autentica, ya que están certificados por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), el cual no han sido copiados ni falsificados.

Chiclayo 12 de julio del 2018



Maribel Campos Huamán

DNI: 71335426

PRESENTACIÓN

El presente trabajo se basó en la evaluación del nivel de captura de carbono en bosque secundario a través de las características morfológicas de la especie forestal xerofítico (*Prosopis pallida*), donde se delimitaron dos parcelas para la ejecución de este proyecto de investigación. Logrando determinar de manera cuantitativa el nivel de captura de carbono en dichos forestales en el caserío Humedades Altos del distrito de Salas.

Esta investigación se enfocó en la ejecución del método indirecto, para el desarrollo de todo el proyecto y finalmente llegando a utilizar formulas alométricas que nos sirvió para la evaluación del nivel de captura de carbono; mi proyecto de investigación está constituido en VII capítulos que incluyen las referencias bibliográficas y los anexos de la investigación.

En el capítulo I, se tiene la introducción general sobre el trabajo de investigación que incluye la realidad problemática, los trabajos previos, las teorías relacionadas al tema, la formulación al problema, la justificación del estudio, la Hipótesis y el Objetivo general seguido de los objetivos específicos.

En el capítulo II, está compuesto por el método, donde se encuentra el diseño de la investigación, las variables, el cuadro de Operacionalización, la población y muestra, además las técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad del trabajo de investigación junto a la metodología, los métodos de análisis de datos y los aspectos éticos.

En el capítulo III, se muestra los resultados que se obtuvieron de la investigación, y que fueron evaluados en el cual incluye los gráficos y la interpretación en Excel y spss.

En los capítulos IV, V y VI, tenemos la discusión, las conclusiones y las recomendaciones de la investigación basado a los resultados obtenidos.

Y por último en el capítulo VII, se tiene las referencias bibliográficas y todos los anexos referentes al trabajo de investigación.

MARIBEL

ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUNTENTICIDAD	v
PRESENTACIÓN.....	vi
ÍNDICE	vii
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1. Realidad Problemática	16
1.2 Trabajos previos	16
1.3 Teorías Relacionadas Al Tema	23
1.4 Marco Conceptual	33
1.4.1 Evaluación	33
1.4.2 Bosque Secundario	33
1.4.3 Especie Xerofítico	34
1.4.4 Sumideros de Carbono	34
1.4.5 Ciclo del Carbono	34
1.5 Formulación Del Problema	35
1.6 Justificación Del Estudio	35
1.7 Hipótesis	36
1.8 Objetivos	36
II. MÉTODO.....	36
2.1 Diseño De Investigación	36
2.2 Variables, Operacionalización	37
2.2.1. Variables	37
2.2.2 Operacionalización de la variable	37
2.3 Población Y Muestra	40
2.3.1 Población	40
2.3.2 Muestra	40
2.3.3 Muestreo	40
2.4 Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos, Validez	40

2.4.1 Técnicas De Recolección De Datos	40
2.6 Aspectos Éticos	45
III. RESULTADOS.....	46
1.1. Inventario Forestal de la muestra- Número de Árboles	46
VI. RECOMENDACIONES	58
VII. REFERENCIAS	59
VII. ANEXOS.....	61
ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	71
AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS.....	72

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Datos del Inventario Forestal- Parcela N°01</i>	46
<i>Tabla 2 Datos del Inventario Forestal- Parcela N°02</i>	47
<i>Tabla 3 Interpretación Parcela N°01</i>	49
<i>Tabla 4 Interpretación Parcela N°02</i>	50
<i>Tabla 5 Estimación de la reducción de dióxido de carbono</i>	51
<i>Tabla 6 Interpretación Parcela N°01</i>	51
<i>Tabla 7 Coeficientes</i>	52
<i>Tabla 8 Interpretación Parcela N°02</i>	53
<i>Tabla 9 Coeficientes.....</i>	53

ÍNDICE DE GRÁFICOS

<i>Grafico 1 Captura de Carbono</i>	52
---	-----------

ÍNDICE DE ANEXOS

<i>Anexo 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA ELABORACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACION</i>	63
<i>Anexo 2 Fotografías del desarrollo de investigación</i>	65
<i>Anexo 3 Cronograma</i>	65
<i>Anexo 4 Plano de Ubicación</i>	66
<i>Anexo 5 Resultado de Análisis del Suelo</i>	67
<i>Anexo 6 Validación de Instrumentos</i>	68

RESUMEN

La presente investigación, se llevó a cabo en el bosque secundario de algarrobo en el Caserío Humedades Altos del Distrito de Salas, el cual tiene una extensión de seis hectáreas, realizado con la finalidad de evaluar el nivel de captura de carbono de la especie forestal xerofítico *Prosopis pallida* debido al manejo inadecuado de este recurso ya que los pobladores deforestan inconscientemente los bosques, sin saber los beneficios que estos nos brindan y así contribuir a la conservación de la especie forestal en estudio.

Se delimitaron dos parcelas, ambas de 100 m x100 m (10 000m²), en las cuales se realizó un inventario forestal y se aplicó el método indirecto de medición de biomasa fresca, para la estimación de la captura de carbono, evaluando la cantidad de biomasa y Carbono a partir del diámetro la altura del pecho (DAP). El diseño de la investigación es no experimental - transversal con modelo de regresión. La muestra estuvo cocnstituida por 25 - 27 árboles de algarrobo adultos, los cuales fueron medidos en circunferencia y altura.

Los resultados fueron: calcular el DAP del árbol usando una formula teniendo como información la circunferencia del árbol y el valor de "Pi" donde los datos fueron procesados en el programa Excel 2010 y SPSS, encontrando una circunferencia promedio de: 74,99 cm y un diámetro promedio de: 23.88 cm; para la estimación de la biomasa fresca se usó la ecuación dada por CASTILHO. Luego se procedió a evaluar el nivel de captura de carbono mediante la ecuación $CC= BS*0.47$, dando una estimación de: 11.045 tn/ha de Carbono; y finalmente se encontró la reducción de 40.50 tn de CO₂.

Palabras clave: Evaluación, Biomasa, Captura de Carbono, Características Morfológicas, Especie Xerofítico.

ABSTRACT

The present investigation is carried out in the secondary forest of algarrobo in the Caserío Humedades Altos of the District of Salas, which has an extension of six hectares, carried out with the purpose of evaluating the level of carbon capture of the xerophytic forest species *Prosopis pallida* due to the inadequate management of this resource as the inhabitants unconsciously deforest the forests, without knowing the benefits that these provide and thus contribute to the conservation of the forest species under study.

Two plots were delimited, both of 100 m x 100 m (10 000m ²), in which a forest inventory was made and the indirect method of measuring fresh biomass was applied, for the estimation of carbon capture, evaluating the quantity of biomass and Carbon from the diameter the height of the breast (DAP). The design of the research is non-experimental - cross-sectional with regression model. The sample consists of 25 - 27 adult carob trees, which were measured in circumference and height.

The results were: calculate the DAP of the tree using a formula having as information the circumference of the tree and the value of "Pi" where the data were processed in the Excel 2010 program and SPSS, finding an average circumference of: 74, 99 cm and an average diameter of: 23.88 cm; for the estimation of fresh biomass the equation given by CASTILHO. Then, the carbon capture level was evaluated using the equation $CC = BS * 0.47$, giving an estimate of: 11,045 tn / ha of Carbon; and finally, the reduction of 40.50 tons of CO₂ was found.

Key words: Evaluation, Biomass, Carbon Capture, Morphological Characteristics, Xerophytic Species.

I. INTRODUCCIÓN

El cambio climático en la actualidad es la problemática ambiental más relevante a nivel mundial, debido a que éste fenómeno es provocado total o parcialmente por el aumento de gases de efecto invernadero en la atmósfera principalmente el CO₂, emitido por las excesivas actividades que desarrolla la humanidad. Los desastres naturales como inundaciones, sequías e incendios, han venido generando desequilibrios socio ambientales al igual que una inestabilidad biótica de la flora y fauna debido a que no pueden adaptarse al nuevo entorno atmosférico donde se desarrollan.

Durante los últimos años ha surgido un predominante interés por los bosques debido a que éstos juegan un papel importante para mitigar el cambio climático, pues en las hojas, ramas, troncos, raíces, madera muerta de los forestales e incluso en el suelo, se almacena gran cantidad de carbono que al talar o quemar los bosques, este carbono queda libre y vuelve a la atmósfera en forma de dióxido de carbono (CO₂). (Campos, 2017). Colombia es un país con bosques que cubren el 50% de su territorio, sin embargo, hasta el año 2015 un total de 124 035 ha fueron deforestadas como consecuencia de la minería, la tala ilegal, la conversión de las zonas en áreas agropecuarias e incendios forestales. (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, 2011).

En el Perú la deforestación de áreas de bosques también viene incrementándose de forma acelerada, aumentando la concentración de carbono en la atmosfera, logrando un veloz deterioro de la capa de ozono y del ambiente. (Cuellar José, 2014).

En la región Lambayeque, los espacios territoriales abarcan el 95% del área total de los bosques secos, comprendidos entre los distritos más pobres de la región como son Morrope (71.7%), Salas (79.8%) y Olmos (57.95%). Al respecto Farroñan (2011) manifiesta que la problemática forestal de la región está caracterizada por una deforestación anual de 7 000 a 10 000 ha con objeto de leña, carbón y una recurrente ampliación de zona agrícola. Esto debido a las limitadas acciones para la conservación de los bosques secos, el escaso control del tráfico de productos forestales y la tala ilegal. Se trató de probar que los bosques secos tienen capacidad para almacenar carbono en su biomasa y de

esta manera se contribuya con la política y los programas de pagos por servicios ambientales), conocidos como Proyectos REDD.

“De esta manera, las actividades que reduzcan las tasas de deforestación, incrementen la reforestación y mejoren el potencial de captura de carbono de las coberturas forestales, especialmente las naturales, son vistas como alternativas viables para mitigar las emisiones potenciales de GEI”. (Phillips J.F, 2010).

1.1. Realidad Problemática

Salas es un distrito donde existe un área forestal predominante de bosques de algarrobo, esta área forestal atrae la presencia de personas inescrupulosas que destruyen los bosques naturales; la extracción de árboles no es indiferente a este problema ambiental, y es que siempre buscamos obtener mucho más que nuestras ambiciones depredando nuestros bosques secos sin importarnos los beneficios que la naturaleza puede brindarnos.

La sociedad tiene un gran desbalance para cubrir sus necesidades y es que vivimos en una civilización económicamente heterogénea, donde las necesidades básicas prevalecen como por ejemplo la tala indiscriminada de árboles donde las personas del distrito de Salas, usan este recurso natural y lo transforman en leña o carbón de algarrobo, para luego utilizarlo para la preparación de alimentos para las familias de escasos recursos económicos esta acción por particular, se ejecuta porque los bosques no tienen vigilancia, el transporte de esta leña es realizada en grandes cantidades por horas de la noche en vehículos mayores y en el día en vehículos menores, también se suma como un problema predominante de la zona, la habilitación de tierras para la agricultura y la limpieza de la tierra para el pastoreo del ganado.

La finalidad principal del trabajo de investigación, es de conocer la cantidad de carbono existente en el área de estudio. Esta información puede ser de utilidad tanto para la zona estudiada como para el país, formulando alternativas de solución para mejorar la calidad de vida de la población involucrada.

1.2 Trabajos previos

Encontramos diferentes trabajos relacionados con evaluación de captura de carbono en especies forestales, entre ellos tenemos:

SCHLEGEL, Bastienne. (2001). El dióxido de carbono (Co₂) es el gas de efecto invernadero más importante producido por las actividades humanas. Una de estas actividades es la deforestación. En los últimos 150 años, esta forma de utilizar los recursos naturales ha contribuido en una forma muy significativa al aumento de concentraciones de Co₂ en la atmósfera de la tierra. Actualmente,

cerca un 20% de las emisiones de Co₂ resulta de la eliminación y degradación de los ecosistemas forestales, La detención de la deforestación y la reversión a través de la reforestación y manejo sustentable, implica recapturar el Co₂ disminuir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmosfera y reducir el calentamiento global. Por lo tanto, la estimación adecuada de la biomasa de un bosque, es un elemento de gran importancia debido a que está permitido determinar los montos de carbono y otros elementos químicos existentes en cada uno de sus componentes y, representada la cantidad potencial de carbono que puede ser liberado a la atmosfera, o conservado y fijado en una determinada superficie cuando los bosques son manejados para alcanzar los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero (Brown et al. , 1996).

Existen métodos directos e indirectos para estimar la biomasa de un bosque. El método directo consiste en cortar el árbol y pesar la biomasa directamente, determinando luego su peso seco. Una forma de estimar la biomasa con el método indirecto es a través de ecuaciones y modelos matemáticos calculadas por medio de análisis de regresión entre las variables colectadas en terreno y en inventarios forestales (Brown, 1997). También se puede estimar la biomasa a través el volumen del fuste, utilizando la densidad básica para determinar el peso seco y un factor de expansión (biomasa total del árbol).

El objetivo de este estudio es estimar a través de la elaboración e ecuaciones alométricas, factores de expansión e inventarios de carbono almacenado por bosques del tipo forestal siempre verde ubicado en la X Región en Chile. Se ajustaron ecuaciones para el conjunto de todas las especies del tipo forestal siempre verde, para el grupo de especies de la Precordillera Andina y Cordillera de la Costa y para algunas especies individuales. Se utilizó un diseño no experimental- transversal, los modelos que mejor estimaron la biomasa son de tipo alométrico, son de la forma $Y=a *^b$ con transformación logarítmica e incluye variable de diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro e tocón (DAT) y altura total (HT). Estos modelos presentan un alto coeficiente de determinación ajustado (r^2 ajust) y un bajo error estándar de estimación (S.E.E) y tanto como los modelos como los parámetros fueron significativos ($P<0,05$). También, se verificaron los supuestos de normalidad y homocedasticidad de los residuales,

mediante análisis gráfico, y la independencia mediante la prueba de Durbin – Watson.

Se presentan tres modelos generales para el tipo forestal siempre verde, la ecuación SV(1) considera todos los árboles con DAP>5 cm, en cambio, las ecuaciones SV(1,1) y SV(2), consideran solo los árboles con DAP ≥10 cm.

Se determina que el carbono almacenado es muy variable entre los distintos bosques estudiados del tipo forestal siempre verde. Los bosques de renovales (Chaihuín y Buenaventura) presentan una muy baja acumulación de carbono respecto a los bosques adultos. La biomasa arbórea aérea presenta en promedio el 70% de carbono acumulado en el ecosistema forestal, sin considerar el carbono almacenado en el suelo. El segundo componente más importante son las raíces que presentan entre el 17 y 20% del carbono acumulado. La necromasa, el sotobosque y la hojarasca, presentan en conjunto desde 3,93% (San Juan) hasta 20,25% (Chaihuín) del carbono almacenado de los bosques estudiados. Esto muestra una mayor variabilidad de acumulación de carbono en estos estratos del bosque, lo que hace más difícil su estimación a través de métodos indirectos.

El carbono almacenado en este tipo de bosque varía entre los sitios estudiados, de 193,27 (Buenaventura) a 662,06 Ton/ha (San Juan). Esta variación depende del grado de desarrollo y grado de intervención del bosque e indica, a su vez, el potencial de acumulación de carbono que podría presentar los bosques degradados y los renovales o bosques jóvenes.

FERNÁNDEZ LOSADA, Magda Yolima. (2017). Los impactos del cambio climático se han hecho evidentes en todo el mundo y algunos de los efectos se materializarán en el futuro debido a las concentraciones de gases de efecto invernadero - GEI ya depositadas en la atmósfera. Por esta razón, se debe buscar acciones que permitan reducir la emisión de los GEI, siendo los ecosistemas forestales un elemento importante para la mitigación de esta problemática, debido a que los bosques tienen la capacidad de asimilar el carbono e incorporarlo a su estructura mediante la fijación y el almacenamiento a través de la fotosíntesis, convirtiéndolos en potenciales sumideros de carbono y aportadores a la mitigación del cambio climático.

De acuerdo con los beneficios que los bosques brindan, el carbono debe ser cuantificado para conocer la cantidad de carbono que cada árbol captura, para ello, se emplean diferentes métodos de cálculo, entre los que se destacan los basados en ecuaciones alométricas y aquellos para los que se generan factores de expansión. Cuando se trata de una alternativa adecuada para la estimación de la biomasa en áreas destinadas a la conservación, donde existen restricciones para la tumba de árboles y se requieren resultados con bajo margen de error, se puede emplear el método indirecto que incluyan reducciones en las incertidumbres de las cuantificaciones y que a la vez generen información útil para la aplicación en ecosistemas similares, tal como es el caso de las ecuaciones alométricas a nivel del ecosistema y especies. Para la aplicación de estos métodos se debe tener en cuenta el tipo de bosque y el subconjunto en el que se encuentre.

El primer subconjunto incluye variables predictivas de la biomasa aérea, al diámetro a la altura del pecho (D ; cm) y la densidad de la madera ($g\ cm^{-3}$); el segundo subconjunto sólo incluye al diámetro (D ; cm), y el tercer subconjunto incluye tres variables: diámetro a la altura del pecho (D ; cm), altura (H ; m) y densidad de la madera ($g\ cm^{-3}$). Los resultados de este estudio muestran que algunas de las ecuaciones estiman adecuadamente la biomasa aérea de los árboles en Colombia, lo que da lugar a determinar que si es posible desarrollar diferentes estudios para estimación de carbono mediante ecuaciones publicadas en la literatura científica, en razón a que éstas cuenta con las características de la información necesaria para realizar este tipo de estudios, arrojando resultados replicables, verificables y auditables, además, la biomasa total estimada cuenta con una incertidumbre relativamente baja, tal como lo recomienda el IPCC (2003, 2006). Dada esta información, se determina que es posible que los valores reportados sirvan de insumo en futuras iniciativas REDD+ en Colombia, así mismo ayuda a ajustar los cálculos de las emisiones de GEI derivadas del cambio en el uso de la tierra y de las prácticas silviculturales y se puedan utilizar como valores de referencia en otros trabajos de estimación.

ULF OLA, KARLIN, [et al.] (2015). Teniendo en cuenta el impacto producido por los excesos de carbono a la atmósfera, se abordó la externalidad de la fijación de carbono por el suelo y por los bosques. A partir de los inventarios de las

parcelas, se seleccionaron los árboles muestra. Se utilizó el método de la tabla de frecuencia según clase diamétrica para determinar el número de individuos a muestrear por especie, asegurando al menos un individuo de cada especie por cada clase diamétrica con frecuencia de al menos tres individuos (Schlegel, et al 2000).

El muestreo se realizó al azar, obteniendo de cada árbol las variables alométricas representativas. Una vez escogidos los árboles se trozaron con motosierra eléctrica. A cada uno se le seccionaron diversas secciones para la cuantificación de carbono. Se analizaron los contenidos de carbono en los componentes que forman parte de la mayor fracción de la biomasa total y son más estables: 1) el fuste dentro del cual se discriminarán sus componentes: duramen, albura y corteza, 2) las ramas principales mayores a 5 centímetros de diámetro y 3) las ramas más finas, aplicando el criterio económico de biomasa comercial. (Martijena et al, 2001). Se determinó el porcentaje de carbono orgánico total por combustión seca, con un equipo analizador automático de carbono LECO, modelo CR12, con detector infrarrojo de carbono). Las determinaciones fueron efectuadas por el LANAIS N-15, CONICET-UNS, Bahía Blanca.

Cuantificación de Nitrógeno Total. Se determinó Nitrógeno Total por método de oxidación húmeda Kjeldahl. Se utilizaron seis muestras de cada especie (Ñandubay, Algarrobo y Espinillo), correspondientes a dos secciones de fuste, dos secciones de ramas gruesas y dos de ramas finas.

En los resultados se determinó que el contenido de carbono, como porcentaje de la biomasa seca, es significativamente diferente entre algunas especies. Se diferencian significativamente espinillos (*Acacia caven*) de algarrobo y ñandubay, especies del género *Prosopis*. Esto estaría indicando que si bien el contenido de carbono se mantiene en un rango de 47 a 48 %C, se pueden identificar factores de conversión de peso seca a contenido de carbono para cada especie. También se encontraron diferencias al comparar las diferentes secciones analizadas, resultando en las tres especies, el fuste presenta el mayor porcentaje de contenido de carbono y se diferencia significativamente de las ramas gruesas y finas. Si bien en un rango estrecho, encontramos que no todas

las secciones aportan con el mismo %C al factor de conversión para las especies.

En cada especie se identificaron los árboles grandes, medianos y pequeños (por clase diamétrica), según la disponibilidad de los módulos en donde se localizó el muestreo. Al analizar el contenido de carbono con respecto al tamaño (correlacionada directamente con la edad) de cada árbol resultan interesantes las diferencias encontradas, ya que se separan los grupos de árboles de mayor porte de los de menor porte, con un contenido de carbono (%C) mayor en los árboles mayores de todas las especies. Las diferencias se encontraron significativas con $p= 0.0004$.

LÓPEZ VALENZUELA, German Carlos Arturo. (2015). A nivel del departamento de Madre de Dios, la reducción de los sumideros de carbono debido a la deforestación ocasiona la emisión de toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera. Entre sus causas se encuentran la actividad minera, la tala de bosques primarios, la construcción de carreteras, la apertura de campos para actividades agrícolas, entre otros.

La presente investigación se desarrolló de acuerdo a la “Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales” (2009), metodología perteneciente al World Agroforestry Center (ICRAF) para la determinación de carbono. Se aplicó dicha metodología por las siguientes razones: (i) la aplicación de la metodología no requiere instrumentos de medición costosos ni sofisticados y (ii) el diseño de las áreas de muestreo y la respectiva toma de muestras son sencillas. En conclusión, puede replicarse con facilidad en áreas de similares características biogeográficas.

Al comparar este resultado con el del fundo con bosque primario (fundo Violeta), se constata que es similar al dato obtenido, 340.58 ton CO₂ tn/ha. Cabe considerar que en el estudio mencionado solo consideró la vegetación. Se demostró que la valoración económica de un bosque primario (USD 9,280.94/ha) es mucho mayor en comparación a la de un bosque convertido a actividad agroforestal (USD 730.09/ha).

CUELLAR JOSÉ. (2014). En el Perú la deforestación de áreas de bosques viene incrementándose de forma acelerada, incrementando la concentración de

carbono en la atmosfera, logrando un veloz deterioro de la capa de ozono y del medio ambiente. En la Región Lambayeque, los espacios territoriales abarcan el 95% del área total de los bosques secos, comprendidos entre los distritos más pobres de la región como son Morrope (71.7%), Salas (79.8%) y Olmos (57.95%). Al respecto Farroñan (2011) manifiesta que la problemática forestal de la región Lambayeque está caracterizada por una deforestación anual de 7000 a 10000 ha con objeto de leña, carbón, cajones de fruta y una recurrente ampliación de frontera agrícola. Esto debido a las limitadas acciones para la conservación de los bosques secos, el escaso control del tráfico de productos forestales y la tala ilegal. Se trató de probar que los bosques secos tienen capacidad para almacenar carbono en su biomasa y de esta manera se contribuya con la política y los programas de pagos por servicios ambientales), conocidos como Proyectos REDD. Sin precedentes de estudios a este nivel de detalle los bosques secos.

La metodología que se aplicaron estuvieron de acuerdo al manual técnico para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales elaborado por Rüginitz, manual de las reservas totales de carbono en los diferentes sistemas de uso de la tierra en el Perú, elaborado por Luis Arévalo y el protocolo de la universidad de Göttingen para el muestreo de biomasa, todos validados por IPCC. Es un tipo de estudio cuantitativo aplicado ya que la obtención de datos fue de forma científica con el soporte de un método estadístico y de tipo descriptiva pues tiene la finalidad de describir los hechos que ocurren naturalmente, y de tipo observacional ya que la información que se obtuvo no fue modificada, sólo analizada para evaluar su comportamiento en cuanto a la captación de carbono. El diseño para esta investigación es no experimental transversal; porque se describe la información obtenida del sistema en su estado original y según el tiempo es transversal ya que la toma de muestras se realiza una sola vez.

El mejor sistema de uso de la tierra para capturar es el Bosque primario remanente que captura 70.96 tn/ha, en el cual predominan la especie *Prosopis pallida*, a diferencia de los otros sistemas de uso de la tierra en donde se evidencia que el almacenamiento de carbono es en menor cantidad; para plantación frutal 34.89 tn/ha, para pastizal 39.0 tn/ha y para cultivo 24.67 tn/ha.

Definimos claramente que el bosque primario remanente supera con gran diferencia la capacidad de almacenamiento de carbono a otros sistemas de uso de la tierra, esta misma tendencia se observa en las investigaciones de Cuellar (2014) y Zanabria (2013), para bosques tropicales amazónicos y bosques andinos respectivamente. Demostrando así que las variaciones en los sistemas de uso de la tierra no son favorables para disminuir la concentración de CO₂ que se emite en el ambiente ya que un sistema de uso de la tierra como el cultivo tiene un bajo nivel de captura de carbono en el ambiente, lo cual está de acuerdo con la hipótesis planteada en la presente investigación.

1.3 Teorías Relacionadas Al Tema

1.3.1 Evaluación del nivel de captura de carbono en bosque secundario.

DUBERT, et al. (2000) Los bosques juegan un rol principal no solo como factor de desarrollo de un país y de sus modelos de sostenibilidad, sino que adquieren protagonismo mundial por su probable reconocimiento como sumideros en los sistemas contables de los ciclos de carbono.

Importancia de los bosques en la fijación de dióxido de carbono.

Aunque los bosques no representen una medida de mitigación a largo plazo estos han recibido considerable atención. Los optimistas estiman que la contribución al sector forestar a través del secuestro de carbono y prácticas de conservación del carbono para el año 2050 será de 11.15%.

Numerosos estudios realizados en los últimos 10 años han discutidos como las medidas tomada sobre los bosques pudieran o deberían contribuir a los esfuerzos para mitigar el cambio climático. Gran parte de estas investigaciones respaldan la conclusión de que los bosques pueden ser una estrategia para mitigar tanto el cambio climático potencial como para producir beneficios adicionales socioeconómicos y sobre el medio ambiente que acompañarían a la reducción de los ritmos de deforestación y a la expiación de programas de reforestación en tierras apropiadas. Un cierto número de actividades forestales pueden limitar el cambio climático. Cuando categorías principales han sido identificadas.

- Secuestro de carbono a través del incremento de las reservas de los ecosistemas por ejemplo agroforestación y reforestación, desarrollo de agroforestería recubrimiento de tierras degradadas o enriquecimiento de bosques degradados.
- Reduciendo emisiones conservando las reservas existentes en los ecosistemas, por ejemplo evitando la deforestación, previniendo los fuegos o ataques de plagas e introduciendo técnicas de manejo forestales mejoradas tales como aquellas que producen poco impacto
- Desarrollo combustibles sustitutos y materiales por el uso de biomasa como combustible o materiales en vez de otros en el cual su producción producen grandes cantidades de GEI (gas de efecto invernadero).

Los proyectos orientados a la conservación de bosques no ayudan a reducir los niveles de GEI (gases de efecto invernadero) en la atmósfera.

Para evaluar sus beneficios es esencial ser capaz de evaluar la situación que hubiera ocurrido sin la medida de conservación. Este punto, escenario de la línea base, es el factor de mayor discusión sobre la inclusión de los proyectos forestales en las estrategias para controlar el cambio climático (LOCATELLI 2002). En este contexto, el establecimiento de bosques o atraso de la deforestación por algún periodo de tiempo puede ser una herramienta efectiva para controlar el cambio climático y además de tomado en cuenta bajo el Protocolo de Kyoto.

Según Dubert, la evaluación de captura del nivel de captura de carbono, cuenta con los siguientes indicadores:

1.3.1.1 Captura de Carbono

En resumen, los sumideros terrestres de carbono se refieren al carbono contenido en los ecosistemas forestales (vegetación viva, materia orgánica en descomposición y suelo) y sus productos (maderables y no maderables, combustibles fósiles no usados, etc.) De manera análoga, los flujos o emisiones de carbono se relacionan con la degradación tanto de los ecosistemas forestales como de sus productos según, VARGAS, (2004).

1.3.1.2 Captura de Carbono en plantas

El proceso de captura de carbono, se produce una vez que las plantas absorben CO₂ de la atmósfera a través del proceso de fotosíntesis, el CO₂ capturado participa en la composición de materias primas como la glucosa, para formar las estructuras de la planta y es almacenado en su tejido en forma de biomasa aérea (hojas, ramas, tallos) y subterránea (raíces gruesas y finas) o en el suelo (degradación de biomasa proveniente de la planta o órganos leñoso y no leñosos) en forma de humus estable que aporta CO₂ al entorno; aproximadamente se estima que una tonelada de CO₂ atmosférico, equivale a 0.27 ton de carbono en la biomasa. (Vallejo et al., 2005). Sin embargo la captura de CO₂ se realiza únicamente durante el desarrollo de los árboles, después de varios años, cuando los árboles han llegado a su madurez total, capturan únicamente pequeñas cantidades de CO₂ necesarias para su respiración y la de los suelos, por lo tanto, no es importante cuanto carbono el árbol captura inmediatamente, sino cuanto carbono captura durante toda su vida. (Ordoñez & Macera, sf., p. 6).

La pérdida de carbono o la liberación de CO₂ a la atmósfera, ocurre a través de la respiración de las plantas, seres vivos aerobios, animales, el suelo y la descomposición de la materia orgánica muerta o necromasa, aunque la respiración vegetal y la descomposición de materia orgánica libera gran cantidad de CO₂ a la atmósfera, estas emisiones han estado durante siglos en balance con el dióxido de carbono absorbido por la vegetación terrestre y por los océanos (Nakama et al., 2009, p. 2).

Los bosques templados y tropicales del mundo tienen la capacidad de capturar y conservar más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90% del flujo anual de carbono entre la atmósfera y el suelo, la medición de carbono, parte de una estimación de biomasa del ecosistema forestal, numerosos estudios han demostrado que en promedio la materia vegetal contiene un 50% de carbono, una vez se ha removido el agua. Estos monitoreos, se pueden realizar en cualquier ecosistema y su información permite establecer

la capacidad de almacenamiento de los bosques en relación con determinadas variables ambientales.

1.3.13 Fijación de carbono en el suelo

CERRI et al., (1985) menciona que las existencias de carbono orgánico presente en los suelos naturales representan un balance dinámico entre la absorción de material vegetal muerto y la pérdida por descomposición (mineralización). En condiciones aeróbicas del suelo, gran parte del carbono que ingresa al mismo es lábil y solo una pequeña fracción (1%) del que ingresa (55 Pg/año) se acumula en la fracción húmica estable (0,4 Pg/año). La materia orgánica del suelo tiene una composición muy compleja y heterogénea y está por lo general mezclada o asociada con los constituyentes minerales del suelo. Se han desarrollado un gran número de métodos de separación para identificar los distintos constituyentes de la materia orgánica del suelo, grupos cinéticos, por ejemplo, grupos que pueden ser definidos por una cierta tasa de recambio del carbono.

CAMBARDELLA (1998), manifiesta que los diferentes reservorios de carbono que existen en el suelo tienen distintos tiempos medios de residencia variando de uno a pocos años, dependiendo de la composición bioquímica –por ejemplo, la lignina es más estable que la celulosa-, a décadas o a más de 1 000 años (fracción estable). También hay alguna conexión con la composición, pero principalmente con el tipo de protección o el tipo de uniones químicas. Para la fracción del carbono estable se debe hacer una distinción entre la protección física o química o captura. Protección física significa un encapsulado de los fragmentos de la materia orgánica por las partículas de arcilla o por el macro- o micro agregados del suelo. La protección química se refiere a uniones especiales de la materia orgánica con otros constituyentes del suelo-coloides o arcillas. Sin embargo, el término captura de carbono tal como se usa en el Protocolo de Kyoto no toma en consideración esas distinciones y es equivalente al término almacenamiento de cualquier forma de carbono.

También indica que los diferentes grupos de materia orgánica en los suelos son influenciados por distintos factores. Las partículas de materia orgánica libre y la biomasa microbiana de los suelos son controladas por el aporte de residuos

-manejo de residuos de cultivos o cobertura del suelo- y el clima. La agregación del suelo, la textura y la mineralogía controlan la materia orgánica en macro agregados y por lo tanto, la labranza tiene un gran efecto sobre el tamaño de esos reservorios. Los otros reservorios son menos afectados por los factores agronómicos pero lo son sobre todo por factores pedológicos (micro agregación, composición de la arcilla).

a) Fijación de carbono en el suelo por las hojarasca

FASSBENDER (1993) menciona que la vegetación muerta situada por encima del suelo está constituida por restos de tallos, ramas, hojas, flores y frutos, principalmente. Al depositarse estos sobre la superficie del suelo, conforman la hojarasca o bien la capa de mantillo y al mismo tiempo comienza los procesos de descomposición mediante la mineralización y la humificación. Dentro de la capa del mantillo se diferencian tres subcapas, que reciben nombres específicos en la nomenclatura de los suelos; OL (Litter = hoja, con residuo vegetal que exhiben estructuras inalteradas); OF (Fermentation = alteración, con residuos vegetales en proceso de transformación) y OH (Humus; con acumulación de productos de resistencias de naturaleza húmica).

FASSBENDER (1993) manifiesta respecto a la descomposición de la materia orgánica contenida en esas subcapas se lleva a cabo en niveles distintos, principalmente dependiendo de la cantidad de hojarasca y su contenido interno. Al mismo tiempo, también influyen los factores externos del suelo, la población de microorganismos, las condiciones de pH, agua disponible y elementos nutritivos entre otros. En función de las características de la capa de mantillo y las subcapas mencionadas, se han diferenciado tres términos para caracterizar los tipos de mantillo: "mull", "moder" y "humus bruto".

FASSBENDER (1993) menciona que en condiciones tropicales y subtropicales, prácticamente solo se tiene el "mull", que se caracteriza por una gran velocidad en el proceso de transformación de restos vegetales, tanto así, que en un año desaparecen las hojas como tales, formando parte de la capa de suelo mineral, rica en sustancias húmicas.

LOCATELLI (1999), se refiere a la transformación de la materia orgánica en el suelo. Raramente, este contenido de carbono orgánico está en relación inversa

a la profundidad en el perfil del suelo. Los estudios para las estimaciones de estos contenidos de materia orgánica y carbono orgánico en el suelo han sido necesarios principalmente para responder a la demanda de información de niveles de fertilidad y productividad en una zona definida. Sin embargo, en la gran mayoría se enfoca a áreas de cultivos agrícolas y no a ambientes forestales y sus complicaciones inherentes de muestreo entre otros. Así pues, para la estimación de los niveles de hojarasca y carbono orgánico, se considera que es necesario realizar los muestreos dependiendo del tipo de suelos y del tipo de bosques con tal de no inducir en errores estadísticos.

b) Cambio de uso de la tierra y Pérdidas de Carbono almacenado

El cambio de uso de la tierra ocurre, cuando una tierra originalmente cubierta de bosque, pasa luego a ser utilizada para fines agropecuarios, produciéndose desde el punto de vista forestal una degradación o como mínimo un cambio de uso de la tierra. Estos cambios se dan por procesos de deforestación, sin considerar su reposición, lo que conlleva a una disminución de la cantidad de total de biomasa vegetal por los nuevos sistemas de uso de la tierra. DIXON et al. (1994),

En la actualidad existe un mercado potencial creciente de carbono a nivel de la comunidad internacional y que puede ser aprovechado por el Perú.

Las consecuencias para el medio ambiente son muy diversas, las principales son la pérdida de biodiversidad y la intensificación del efecto invernadero. Con el cambio de uso de la tierra a menudo la tierra queda inutilizable para la agricultura y se degrada irreversiblemente a través de la laterización, la oxidación y la erosión. Los efectos benéficos de los bosques al regular los ciclos del agua y al prevenir la erosión del suelo disminuyendo en estas prácticas y, por consiguiente, aumentan el riesgo de inundaciones y la obstrucción de sedimentos en los pantanos.

En cualquier caso, la principal preocupación está ligada al aspecto, siempre presente, de un cambio climático a largo plazo, producido por la disminución de la biomasa, que contribuye al calentamiento global y a una difuminación segura de efecto moderador de los climas locales. (LUDEVIA, 1997).

Reportes de trabajo de investigación en la fijación de carbono en el Perú RIOS (2007), realizó estudios en la cuantificación de carbono en sistemas de uso de la tierra en el distrito de José Crespo Castillo localizados en cinco propiedades y dos instituciones de investigación de José Crespo Castillo, a 2.829,67km de la provincia de Leoncio Prado, departamento de Huánuco, Perú. La metodología empleada fue la metodología establecida por el ICRAF.

LAPEYRE et al., (2004), evaluaron la capacidad de captura de carbono en 5 sistemas de uso de la tierra de la región San Martín: bosque primario (485 t C ha⁻¹), bosque secundario de 50 años (234 t C ha⁻¹), bosque descremado de 20 años (62 t C ha⁻¹), sistemas agroforestales (entre 19 a 47 t C ha⁻¹, dependiendo de la cantidad de especies forestales, tipo de cultivo, edad y tipo de suelo) y, finalmente, cultivos agrícolas (5 t C ha⁻¹). También se evaluó el flujo de carbono, en el sistema de bosque secundario de 20 años fue menor en comparación con el del bosque secundario de 50 años (3.10 t/ha/año; 4.60t/ha/año).

FREITAS et al., (2006), evaluaron el almacenamiento de carbono del ecosistema aguajal en la reserva nacional de Pacaya Samiria, siendo los resultados 484,52 t/ha y 424,72 t/ha el contenido de carbono almacenado en los aguajales denso y mixto respectivamente, destacándose la mayor contribución de carbono del suelo, que representa 76%,18 y 79,18% de los totales.

1.3.2 Características morfológicas de la especie forestal xerofítico (*Prosopis pallida*).

➤ Descripción Botánica de la especie forestal en investigación

Familia: Mimosaceae.

Nombre científico: *Prosopis pallida*

Nombre común: Algarrobo



Figura N°1: Fuente agenda-atalaya.

ALGARROBO
(*Prosopis pallida*).

Generalidades:

Algarrobo: Es un árbol de hasta 18 m de alto, o arbustos de 3 a 4 m, con tronco de 40 a 80 cm de diámetro, que a edad avanzada puede tener 2 m.

Ramas: más gruesas se bifurcan desde los 10 cm sobre el suelo hasta 150 cm. Presenta espinas divaricadas, una sola en cada nudo de 1 a 4 cm de longitud. A veces hay ramas con espinas y sin ellas en la misma planta.

Hojas: son bipinnadas y alternas cuando son jóvenes. Es común ver en los nudos de plantas adultas 2 a 10 hojas que nacen en ramitas muy cortas y juntas, semejantes a braquiblastos, de 2 a 8 cm de longitud, falcadas dorsalmente. Pero lo más frecuente es encontrar hojas con 2 a 3 pares de pinnas, de 2 a 6 cm de longitud, los folíolos opuestos a lo largo de un raquis, en número de 11 a 14 pares, distanciados 2 a 3 mm, entre cada par.

Folíolos: son lineales, obtusos, mucronados, regularmente pubescentes, de 8 mm de longitud por 1 a 3 mm de ancho, con presencia de glándulas cupuliformes, en la unión de cada par de pinnas.

Inflorescencias: son de 8–14,5 cm de largo, 23 mm de ancho y un espesor de 10–13 mm, con flores subsésiles amarillo-verdosas, de cáliz sublobado, agudo; y con pétalos libres lineales lanceolados, de 2 a 3 cm de largo. Presentan 10 estambres libres, fuera de la corola, el polen es ricolporado.

El ovario: es estipitado, con estilo filiforme, y estigma pequeño. Un máximo de 366 flores en cada inflorescencia, y tiene mínimo de 238 flores; Sánchez (1984).

Raíces: Posee 2 tipos de raíces bien diferenciadas, que le permiten obtener los nutrientes que requiere el árbol:

Tiene una o dos raíces pivotantes de hasta 60 m de profundidad, que le permiten obtener agua a distintas profundidades. El otro tipo son raíces laterales las cuales se extienden hasta por 60 m por encima de la superficie a una profundidad de 15 a 25 cm.

1.3.2.1 Métodos para estimar la cantidad de carbono existente en los vegetales

Según Hernández, cuenta con los siguientes indicadores para estimar la biomasa:

Indica que existen dos métodos para calcular la biomasa de los ecosistemas y su elección dependerá de los datos que estén disponibles al momento de realizar la estimación:

El método destructivo utiliza datos colectados a partir de las mediciones destructivas de la vegetación en una unidad de superficie determinada. Por su alto costo, generalmente no se aplica.

El método alométrico implica la medición de una parte del individuo para inferir el total. Como una primera aproximación se estimaron a partir de datos de volumen de fuste y valores de densidad de biomasa aérea arbórea (BA) de los bosques regionales, aplicando las ecuaciones alométricas desarrolladas por BROWN (1997), para bosques tropicales húmedos. La biomasa aérea arbórea se estima usualmente mediante la aplicación de ecuaciones de regresión alométrica a un conjunto de árboles de una parcela medida.

El método Brown, 1997, se puede aplicar de manera general a bosques secundarios y maduros presentes desde climas húmedos y secos. Sin embargo, lo más apropiado es usarlo en bosques densos ya que los datos originales usados para desarrollar el modelo, provinieron de tales tipos de bosques (HERNÁNDEZ, 2001).

Biomasa: Biomasa es sinónimo de masa biológica y se entiende ésta como la cantidad total de materia orgánica en el ecosistema en un momento dado; en el caso de la biomasa vegetal, la cantidad de materia viva producida por las plantas y almacenada en sus estructuras en forma de biomasa que tiene como fuente original el sol, y suele expresarse en unidades de energía (joules m⁻²) o de materia orgánica muerta (toneladas ha⁻¹). (Salas & Infante, 2006 p.49)

La biomasa entonces representa la cantidad total de carbono orgánico almacenado en las porciones aéreas y subterráneas del ecosistema. La porción

aérea de la biomasa arbórea según Dauber et al. (2006, p. 1), se puede dividir en:

Biomasa aérea total: peso seco del material vegetal de los árboles, incluyendo fustes, corteza, ramas, hojas, semillas y flores, desde la superficie del suelo hasta la copa del árbol.

Biomasa fustal: biomasa que va desde la superficie del suelo donde empieza el tronco o fuste hasta la primera ramificación del árbol donde comienza la copa.

Biomasa foliar: biomasa desde el punto más alto de la copa o dosel hasta la primera ramificación, es decir, la diferencia entre biomasa aérea total y biomasa fustal.

La biomasa aérea es la que genera un mayor aporte a la biomasa total del bosque, aunque la biomasa del suelo y raíces pueden representar hasta un 40 % de la biomasa total. Generalmente se realizan estudios de medición de biomasa aérea por su medición fácil y a menos costo. A su vez para la biomasa aérea de un bosque, la madera muerta puede representar hasta un 10 – 20 %, en bosques maduros, el detrito de hojarasca menos de un 5% y árboles pequeños menores de 10 cm generalmente contribuyen a la biomasa y carbono en un bosque aunque esto depende del estado de sucesión del bosque; pero generalmente no se miden. Contrario a árboles con DAP mayores a 70 cm, los cuales pueden llegar a representar hasta un 30 y 40% de la biomasa aérea total.

Ecuaciones Alométricas

A escala de una población existe una relación estadística entre las diferentes medidas de un individuo (Gould, 1996). Esta relación se deriva del desarrollo ontogénico de los individuos que es la misma para todos, salvo la variabilidad asociada a la historia personal de cada uno. Así, las proporciones entre altura y diámetro, entre tamaño de la copa del árbol y el diámetro, entre la biomasa y el diámetro, obedecen a una regla que es la misma para todos los árboles que viven en las mismas condiciones, desde el más pequeño al más grande (King, 1996). Se trata del principio básico de la alometría que permite predecir una medida de un árbol (lo típico es su biomasa) en función de otra medida (por

ejemplo, su diámetro). Una ecuación alométrica es una fórmula que señala de forma cuantitativa dicha relación.

Este es un método indirecto para la estimación de biomasa consiste en generar ecuaciones y modelos calculados a partir de los datos generados en inventarios forestales o variables colectadas en terreno mediante las cuales es posible estimar la biomasa a partir del volumen del árbol, en función de su densidad y un factor de expansión para determinar el peso seco total. (Brown & Lugo, 1984), donde los modelos de regresión se utilizan para convertir los datos de inventario en una estimación de la biomasa aérea (Chave, 2005).

Los métodos alométricos permiten predecir la producción de biomasa de forma no destructiva, sin embargo si se usan modelos para la estimación de biomasa que se hayan desarrollado en otras regiones, estos pueden presentar limitaciones, teniendo en cuenta que la variabilidad del ambiente puede influir en el régimen de crecimiento de los árboles. (Álvarez, 2008).

1.4 Marco Conceptual

1.4.1 Evaluación

JOINT, (1988). Entiende la evaluación como un “enjuiciamiento sistemático sobre el valor o mérito de un objeto, para tomar decisiones de mejora”.

“Proceso sistemático, diseñado intencional y técnicamente, de recogida de información, que ha de ser valorada mediante la aplicación de criterios y referencias como base para la posterior toma de decisiones de mejora, tanto del personal como del propio programa” (Según Fernández 1993).

1.4.2 Bosque Secundario

SMITH, [et al.], (1997) “Una vegetación leñosa de carácter sucesional (proceso de regeneración natural del bosque) que se desarrolla sobre tierras, donde el bosque original ha sido destruido por actividades humanas. Su grado de recuperación dependerá mayormente de la duración e intensidad del uso anterior por cultivos agrícolas o pastos, así como de la proximidad a fuentes semilleros para recolonizar el área alterada”.

1.4.3 Especie Xerofítico

GARY, [et al.], (1992) Asociaciones vegetales específicamente adaptadas a la vida en un medio seco o ambientes secos. Es decir plantas adaptadas a la escasez de agua en la zona en la que habitan, como la estepa o el desierto. Se encuentran en regiones climáticamente áridas y también en ambientes excepcionalmente secos de regiones semiáridas o subhúmedas.

1.4.4 Sumideros de Carbono

Se define como cualquier proceso, actividad o mecanismo que absorbe o remueve un GEI, un aerosol o un precursor de un GEI de la atmósfera (UN 1992). En el caso específico del CO₂ atmosférico, este GEI es absorbido por las plantas y otros organismos fotosintéticos y fijados en la biomasa como resultado del proceso de la fotosíntesis. Aunque una parte es respirada, otra queda retenida en la biomasa y se conoce como carbono fijado, depósito o reservorio de carbono.

Por tanto, de acuerdo a la CMNUCC se define como Depósito de carbono: todo componente del sistema climático que almacena un gas de efecto invernadero o un precursor de un GEI (UN 1992). En este contexto la permanencia o periodo de tiempo en el que el C está absorbido en la biomasa fuera de la atmósfera es un aspecto crítico y controversial. La permanencia depende de varios factores tales como la respiración, los raleos, los incendios y plagas, el aprovechamiento maderable, la deforestación y el cambio de uso de la tierra, que regulan la pérdida de C acumulado.

1.4.5 Ciclo del Carbono

PIARFON, (2005) El carbono constituye todas las moléculas orgánicas que forman a los seres vivos. Se encuentra en la atmósfera en forma de dióxido de carbono (CO₂), en el suelo y disuelto en el agua. Cumple un papel fundamental en los procesos fisicoquímicos y biológicos del planeta a través del ciclo de carbono. Los procesos de captura y emisión de carbono son parte de un sistema de cuatro reservorios de carbono (vegetación aérea y radical materia en descomposición- suelos- productos forestales), con tiempos de residencia y flujos asociados muy diferentes.

Existen cinco rutas naturales de transformación del carbono:

- **Fotosíntesis:** las plantas transforman el CO₂ atmosférico, o del agua, en materia orgánica (carbohidratos, lípidos, proteínas y ácidos nucleicos), de la que se alimentan los seres vivos a través de las cadenas alimentarias, donde pasa a formar parte del cuerpo de estos seres vivos
- **Respiración:** Durante la respiración, los animales y las plantas consumen materia orgánica y devuelven el CO₂ a la atmósfera o al agua.
- **Combustión:** El carbono es incorporado a la atmósfera mediante los procesos de combustión que se generan en los incendios forestales, la actividad volcánica y el uso de petróleo, gas natural o carbón, en actividades industriales, de transporte y domésticas.
- **Descomposición:** Los restos de los animales y vegetales son descompuestos por las bacterias.
- **Liberación:** De la atmósfera a los cuerpos de agua, mediante la disolución del carbono y de la transformación de CO₂ a carbonatos por los organismos marinos.

Si el CO₂ es liberado a la atmósfera las plantas vuelven a utilizarlo.

1.5 Formulación Del Problema

¿Se logrará evaluar el nivel de captura de carbono a través de las características morfológicas de la especie forestal xerofítico (*Prosopis pallida*) en bosque secundario en el Caserío Humedades Altos del distrito de Salas?

1.6 Justificación Del Estudio

El presente proyecto de investigación, se realizó con el fin de preservar de manera sostenible los recursos naturales del Caserío Humedades Altos del Distrito de Salas; además es una necesidad local que requiere de atención especial y urgente para lograr un papel predominante y activo generando capacidades en la comunidad, para comprender los múltiples beneficios que pueden generar como regulación del clima, prevención de desastres, disminución de la presión al bosque natural, protección de cuencas hidrográficas, conservación del paisaje y biodiversidad, además de convertirse en una oportunidad social y económica a través de la venta de servicios ambientales como lo es la captura de carbono y a la vez incentivar a las autoridades a realizar

proyectos de reforestación, y de tal manera como causantes de este problema contribuir con nuestro medio llegando a obtener el equilibrio en los ecosistemas. Esta información puede ser de utilidad tanto para la zona estudiada como para el país por lo tanto se tiene que dar a conocer que mediante la metodología estudia y experimentada se pueda identificar y comparar el nivel de captura de carbono en bosque secundario de la especie forestal xerofítico (*Prosopis pallida*).

1.7 Hipótesis

Utilizando las características morfológicas de la especie forestal xerofítico (*Prosopis pallida*) se logró evaluar el nivel de captura de carbono en bosque secundario en el Caserío Humedades Altos del distrito de Salas.

1.8 Objetivos

General:

- Determinar el nivel de captura de carbono en bosque secundario a través de las características morfológicas de la especie forestal xerofítico (*Prosopis pallida*) en el Caserío Humedades Altos del distrito de Salas.

Específicos:

- Realizar el inventario forestal de la especie en estudio.
- Aplicar el método indirecto (no destructivo) para evaluar el nivel de captura de carbono de la especie forestal xerofítico (*Prosopis pallida*) en bosque secundario.
- Estimar la captura de carbono y la reducción de CO₂, en 6 hectáreas de acuerdo al análisis estadístico.
- Analizar el suelo del bosque en estudio junto con el suelo del bosque deforestado, en relación al porcentaje de carbono y nutrientes.

II. MÉTODO

2.1 Diseño De Investigación

La investigación se considera con un diseño no experimental - transversal con modelo de regresión.

2.2 Variables, Operacionalización

2.2.1. Variables

- Evaluación del Nivel de Captura de Carbono en Bosque Secundario.
- Características morfológicas de la Especie Forestal Xerofítico (*Prosopis pallida*).

2.2.2 Operacionalización de la variable

Variables	Definición		Indicadores	Escala de Medición	Fuente de Verificación
	Conceptual	Definición operacional			
Evaluación del Nivel de Captura de Carbono en Bosque Secundario.	Se refieren al carbono contenido en los ecosistemas forestales (vegetación viva, materia orgánica en descomposición y suelo) y sus productos (maderables y no maderables, combustibles fósiles no usados, etc.) de manera análoga, los flujos o emisiones de carbono se relacionan con la degradación tanto de los ecosistemas forestales como de sus productos.	-Después de haber obtenido los datos de biomasa se pasó a calcular el Carbono capturado utilizando la siguiente fórmula: CC= BS*0.47 Dónde: CC= Carbono Capturado BS= Biomasa Seca, 0.47= constante de proporción de Carbono de acuerdo a la especie. -Para calcular el dióxido de Carbono capturado por la especie, se utilizó la siguiente fórmula: DCC= CC*44/12 Donde: DCC= Dióxido de Carbono capturado CC= Carbono capturado 44/12= masa atómica de CO2 entre masa atómica de Carbono, para convertir de Carbono a CO2.	Carbono capturado	Razón	Kg de C
			CO2 Almacenado	Razón	Kg de CO2

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de Medición	Fuente de Verificación
Características morfológicas de la Especie Forestal Xerofítico (Prosopis pallida).	Es un árbol de hasta 18 m de alto, o arbustos de 3 a 4 m, con tronco de 40 a 80 cm de diámetro, que a edad avanzada puede tener 2 m. Las ramas más gruesas se bifurcan desde los 10 cm sobre el suelo hasta 150 cm.	Para poder obtener los datos de la especie forestal se utilizará una herramienta matemática denominada ecuación alométrica de biomasa que permite conocer de forma simple, la cantidad de biomasa de un árbol por medio de la medición de otras variables. Donde se estudian las relaciones entre la masa (generalmente en peso seco) de los árboles y sus datos dimensionales (ej. altura, diámetro). (Rügnitz, 2009).	Número de especies forestales.	Razón	Unidades
			Diámetro a la altura del pecho (DAP).	Razón	Cm de biomasa
			Biomasa Fresca	Razón	Cm

2.3 Población Y Muestra

2.3.1 Población

Las especies forestales Xerofítico (Prosopis pallida) de bosque secundario de que se encuentran dentro del Caserío Humedades Alto del Distrito de Salas el cual tiene una extensión de 6 hectáreas.

2.3.2 Muestra

Las especies forestales Xerofítico (Prosopis pallida), que se encuentren dentro de las parcelas seleccionadas dentro del Caserío Humedades Alto del Distrito de Salas, llegando a utilizar 2 hectáreas en donde se estudiaron 25 - 27 árboles de la especie forestal.

2.3.3 Muestreo

Por conveniencia.

2.4 Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos, Validez

2.4.1 Técnicas De Recolección De Datos

Para poder determinar la estimación de la captura de carbono de la especie Prosopis pallida en el Bosque secundario del Caserío Humedades Altos del distrito de Salas, fue necesario tener en cuenta los siguientes materiales y metodología.

Materiales de Campo:

- Cinta Métrica.
- GPS.
- Brújula Digital Noma.
- Cal
- Cámara Fotográfica.

Materiales de Gabinete:

- Computadora.
- Libreta de apuntes.
- Lápiz.

2.4.2 Técnica

Para la recolección de las muestras se realizó mediante el muestreo simple por conveniencia de las aguas residuales del Dren 4000 en Santa Rosa. Es decir que se hizo a 100 metros de distancia antes de la desembocadura del dren al mar.

2.4.2.1 Colecta y análisis de información de Datos.

La información ha sido recolectada de la Municipalidad del Distrito de Salas y del Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).

2.4.2.2 La planificación en gabinete.

Se basa en asesoramiento con el docente, búsqueda y recopilación de datos e información virtual y física.

PROCEDIMIENTO PARA EVALUAR DEL NIVEL DE CAPTURA DE CARBONO

Específicamente, consistió en los siguientes pasos:

a) PASO N° 1:

Determinación del Lugar de Investigación.

El área que se utilizó está contenida dentro del Caserío Humedades Alto, del Distrito de Salas. Se utilizaron dos parcelas de 100 m x 100 m ($10\,000\text{m}^2$) para la medición de árboles (vegetación arbórea) con DAP superior a 10 cm.

b) PASO N° 2:

Estratificación del Área de Investigación.

En el Caserío Humedades Alto, del Distrito de Salas se determinó un bosque secundario, relieve plano y principalmente una pequeña extensión de 6 hectáreas además de pertenecer al bosque estacionalmente seco.

c) PASO N° 3:

TRABAJO EN CAMPO - Parcelas de Muestreo:

1. Tamaño de la Parcela.

El tamaño de las parcelas varía de acuerdo al tipo de depósito de carbono a medir, siendo estas las medidas: depósito de vegetación arbórea: 100 m x 100 m ($10\,000\text{m}^2$).

Número de Parcela.

Se consideró la selección de (02) parcela de muestreo de vegetación arbórea.

Delimitación de las Parcelas.

Se delimitaron la parcela utilizando instrumentos accesibles como hilo, cinta métrica

y bolsas plásticas de color negro para identificar los límites de las parcelas.

d) PASO N° 4:

INVENTARIO FORESTAL

El cual nos permitió conocer las principales características morfológicas de los árboles ubicados en cada parcela, entre ellas tener la enumeración de los árboles que existen en cada parcela y realizar la medición de la circunferencia que nos permitirá calcular el DAP de cada árbol.

e) PASO N° 5:

TRABAJO EN LABORATORIO.

➤ Estimación de la Captura de Carbono en el bosque del Caserío Humedades Altos del Distrito de Salas.

Mediante los datos obtenidos a través de la realización del inventario forestal se procedió a evaluar la captura de carbono en las parcelas.

Se identificaron utilizando las fórmulas que se muestran a continuación:

1. Consiste en calcular la biomasa fresca del árbol, de acuerdo a la escala del DAP que haya tenido.
2. Luego se determinara el carbono capturado usando la constante de proporción de presencia de carbono en la biomasa, 47% en este estudio.
3. Para finalizar se convertirá el carbono en CO₂, mediante la proporción de la masa atómica de ambos elementos, 44/12.

Calculo biométrico de la especie en estudio

Se utilizó el método indirecto, para los datos biométricos de la especie en estudio, teniendo en cuenta las siguientes fórmulas.

Diámetro a la Altura del Pecho (DAP)

El diámetro del árbol es de 1.30 m. de altura sobre el nivel del suelo.

Biomasa Fresca

Se utilizaron fórmulas establecidas por CASTILHO, et al. (2006), donde estas fueron acopladas al programa Microsoft Excel para poder obtener los datos. La fórmula original establecida determina tres escalas de dimensión del DAP para el cálculo de la biomasa:

$$1\text{cm} \leq DAP < 5\text{ cm}$$

$$BS = \exp(-1.7689 + 2.3770 \times \ln(DAP))$$

$$5\text{cm} \leq DAP < 20\text{ cm}$$

$$BS = \exp(-1.754 + 2.665 \times \ln(DAP)) \times 0.6$$

$$20\text{cm} \leq DAP$$

$$BS = \exp(-0.151 + 2.170 \times \ln(DAP)) \times 0.6$$

Donde:

BS= Biomasa Fresca

DAP= Diámetro a la Altura del Pecho

EXP= Exponencial (constante e=2.71.8281828)

LN= Logaritmo Natural

Carbono Capturado en la Biomasa Vegetal.

Para calcular el Carbono capturado en la biomasa por la especie, se utilizó la siguiente fórmula:

$$CC = BS \cdot 0.47$$

Donde:

CC= Carbono Capturado

BS= Biomasa Seca

0.47= constante de proporción de Carbono de acuerdo a la especie

Dióxido de Carbono (CO₂) captado

Para calcular el dióxido de Carbono capturado por la especie, se utilizó la siguiente fórmula:

$$DCC = CC \cdot 44/12$$

Donde:

DCC= Dióxido de Carbono capturado

CC= Carbono capturado

44/12= masa atómica de CO₂ entre masa atómica de Carbono, para convertir de Carbono a CO₂.

METODOLOGÍA PARA TOMA DE MUESTRA DE SUELO

Muestreo

Para realizar el análisis se recolecto dos muestras de suelo, la primera muestra se obtuvo de las parcelas que están dentro del bosque de Algarrobo la cual constan de 20 000 m² en estudio y la segunda muestra se obtuvo del área deforestada.

Muestra N°1: Se identificó 3 puntos dentro de las parcelas con medidas de 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad.

Luego se procedió a homogeneizar las muestras obtenidas en los 3 puntos de las cuales se recaudó 500 g aprox. de suelo.

Muestra N°2: Se seleccionó 3 puntos en el área deforestada en estudio con medidas de 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad.

Luego se procedió a homogeneizar las muestras obtenidas en los 3 puntos de las muestras de las cuales se recaudó 500 g aprox. de suelo.

Después se llevó al Instituto Nacional de innovación Agraria- INIA para realizar los análisis correspondientes.

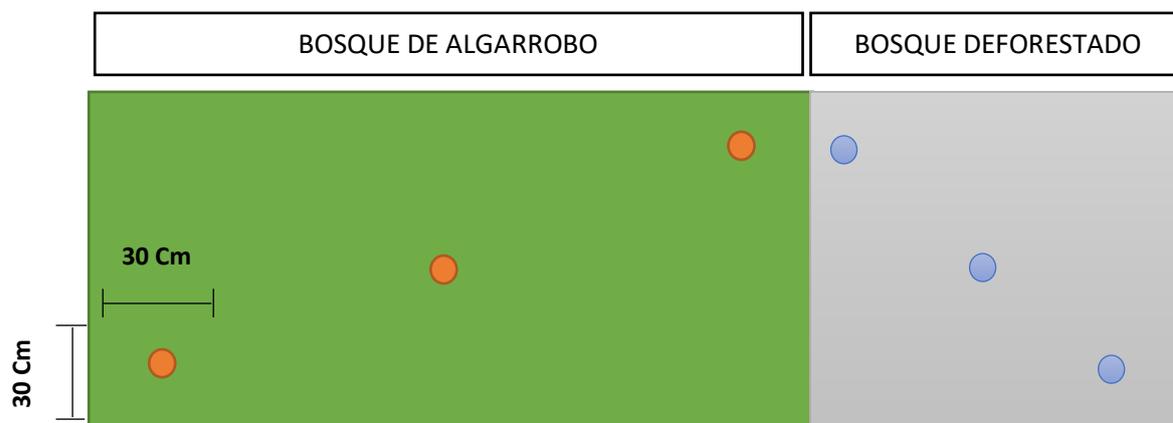


Figura N° 2: Fuente propia.

2.4.2.3 Validez.

La validación está dada por el instrumento con el cual se obtendrán las mediciones y además se cuenta con un experto en tema de conservación de bosques quien certificara que los datos obtenidos en campo son legítimamente reales y concretos.

El procesamiento de los datos a nivel descriptivo se utilizará medidas, tablas y gráficos propios de la estadística descriptiva que se procesaron con el programa de Excel 2010, SPSS y AutoCAD.

2.5 Método de Análisis de Datos

El análisis de datos consiste en la realización de las operaciones a las que el investigador someterá los datos con la finalidad de alcanzar los objetivos del estudio y es por ello que utilizaremos herramientas como:

Microsoft Excel; que es un programa que permite la manipulación de hojas de cálculo, donde se puede trabajar almacenando los datos, organizando varios tipos de información relacionada a un único o más archivos y luego graficándolo para un mayor panorama científico.

Spss: es un programa de computadora diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas y avanzadas. Combina lo amigable del uso de Microsoft Excel con la capacidad de ejecución de análisis estadísticos.

Tablas y gráficos; representan e interpretan información procedente de diferentes fuentes, de forma clara, precisa y ordenada. Casi todo tipo de información puede organizarse en una tabla de datos y ser representada en algún tipo de gráfico para extender el panorama científico y llegar a las conclusiones que deseamos.

2.6 Aspectos Éticos

Los resultados que se obtuvieron son verídicos, el muestreo se realizó con honestidad y responsabilidad por la investigadora a cargo, resaltando que en todo momento la información es fidedigna, siendo in situ la instalación de la parcela, para evaluar el nivel de la captura de carbono de las especies de algarrobo. Ya que en todo momento respaldaran el carácter de investigación científica de la presenta tesis.

III. RESULTADOS

1.1. Inventario Forestal de la muestra- Número de Árboles

Tabla 1 Datos del Inventario Forestal- Parcela N°01

PARCELA	CÓDIGO	ESPECIE	ÁRBOL	CIRCUNFERENCIA (Cm)	DAP ÁRBOL(Cm)
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-1	63	20.06
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-2	35	11.15
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-3	49	15.61
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-4	211	67.20
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-5	45	14.33
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-6	89.3	28.44
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-7	68	21.66
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-8	78	24.84
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-9	51.5	16.40
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-10	69	21.97
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-11	46	14.65
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-12	115	36.62
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-13	95	30.25
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-14	69	21.97
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-15	73	23.25
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-16	45	14.33
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-17	35.5	11.31
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-18	60	19.11
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-19	46	14.65
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-20	86	27.39
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-21	32	10.19
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-22	94	29.94
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-23	54	17.20
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-24	34	10.83
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-25	64	20.38
		PROMEDIO	Pp-1-SALAS	68.29	21.75

Tabla 2 Datos del Inventario Forestal- Parcela N°02

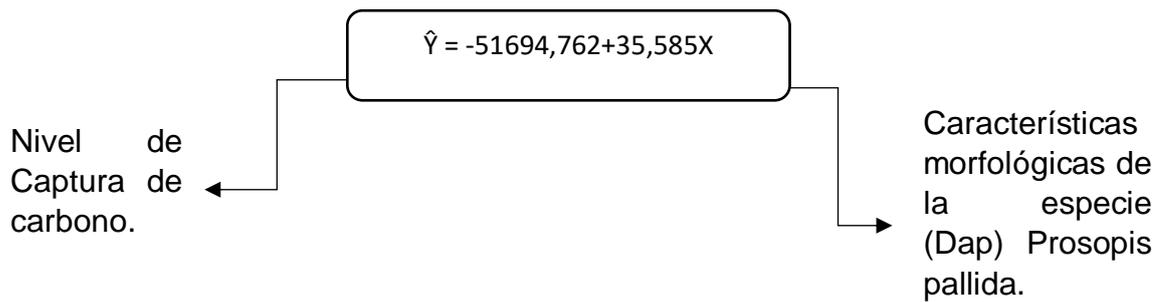
PARCELA	CÓDIGO	ESPECIE	ÁRBOL	CIRCUNFERENCIA (Cm)	DAP ÁRBOL(Cm)
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-1	88	28.03
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-2	126	40.13
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-3	58	18.47
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-4	32	10.19
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-5	77	24.52
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-6	63	20.06
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-7	35	11.15
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-8	51	16.24
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-9	120	38.22
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-10	94	29.94
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-11	48	15.29
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-12	133	42.36
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-13	75	23.89
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-14	135	42.99
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-15	115	36.62
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-16	87	27.71
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-17	107	34.08
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-18	145	46.18
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-19	127	40.45
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-20	33	10.51
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-21	96	30.57
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-22	38	12.10
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-23	59	18.79
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-24	84	26.75
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-25	46.6	14.84
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-26	72	22.93
N°03	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-27	61	19.43
		PROMEDIO	Pp-2-SALAS	81.69	26.02

Interpretación: Con la recolección de datos en campo se concluyó el inventario forestal, que servirá como base de datos para cumplir con los demás objetivos planteados en la presente investigación.

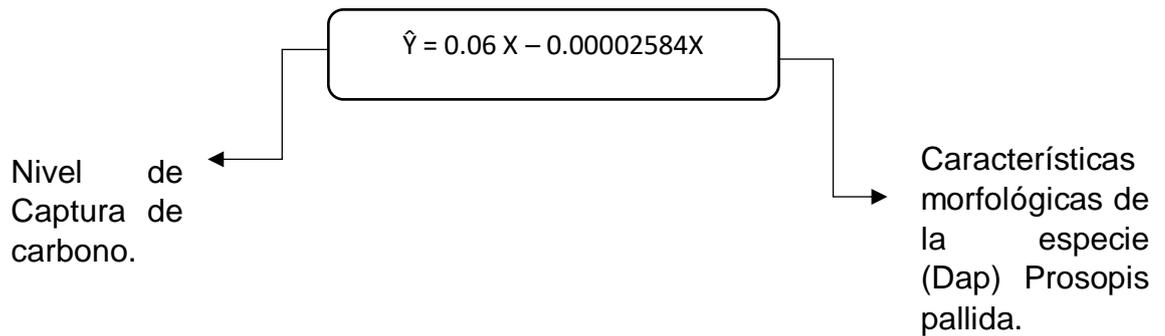
1.2. Estimación de la captura de carbono

En la investigación se aplicó el análisis de regresión, en el cual se determinara la dependencia de las variables, donde:

Parcela N°01



Parcela N°02



IDENTIFICACIÓN			MEDICIÓN DIRECTA		ECUACIÓN ALOMÉTRICA			
Parcela N°01	Especie	Árbol	Circunferencia	DAP	Biomasa fresca	Carbón capturado : CC	CO2: DCC (Kg)	Ton Co2
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-1	63	20.06	345.78	162.52	595.900	0.5959
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-2	35	11.15	64.12	30.14	110.508	0.1105
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-3	49	15.61	157.20	73.88	270.909	0.2709
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-4	211	67.20	4763.52	2238.86	8209.140	8.2091
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-5	45	14.33	125.28	58.88	215.905	0.2159
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-6	89.3	28.44	737.20	346.48	1270.435	1.2704
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-7	68	21.66	408.11	191.81	703.314	0.7033
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-8	78	24.84	549.64	258.33	947.218	0.9472
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-9	51.5	16.40	179.49	84.36	309.326	0.3093
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-10	69	21.97	421.25	197.99	725.951	0.7260
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-11	46	14.65	132.84	62.44	228.929	0.2289
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-12	115	36.62	1276.29	599.86	2199.475	2.1995
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-13	95	30.25	843.13	396.27	1452.998	1.4530
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-14	69	21.97	421.25	197.99	725.951	0.7260
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-15	73	23.25	476.04	223.74	820.381	0.8204
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-16	45	14.33	125.28	58.88	215.905	0.2159
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-17	35.5	11.31	66.59	31.30	114.765	0.1148
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-18	60	19.11	269.68	126.75	464.754	0.4648
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-19	46	14.65	132.84	62.44	228.929	0.2289
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-20	86	27.39	679.36	319.30	1170.756	1.1708
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-21	32	10.19	50.50	23.74	87.031	0.0870
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-22	94	29.94	823.99	387.28	1420.013	1.4200
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-23	54	17.20	203.66	95.72	350.978	0.3510
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-24	34	10.83	59.36	27.90	102.292	0.1023
N°01	<i>Prosopis pallida</i>	A-25	64	20.38	357.80	168.17	616.617	0.6166
	PROMEDIO	<i>Pp-1-SALAS</i>	68.29	21.75	546.81	257.00	942.34	0.94
	TOTAL	<i>Pp-1-SALAS</i>				6425.01	23558.38	23.5584

Tabla 3. Interpretación: Mediante los datos obtenidos del inventario forestal se procedió a evaluar la captura de carbono en la parcela N°01, mediante las fórmulas aplicadas en el programa Excel. Lo cual consiste en calcular primero la biomasa fresca del árbol, de acuerdo a las características morfológicas de la especie (DAP) que haya tenido. Para posteriormente determinar el carbono capturado mediante la constante de proporción de presencia de carbono en la biomasa, 47% en este estudio.

IDENTIFICACIÓN			MEDICIÓN DIRECTA		ECUACIÓN ALOMÉTRICA			
Parcela N°01	Especie	Árbol	Circunferencia	DAP	Biomasa fresca	Carbón capturado : CC	CO2: DCC (Kg)	Ton Co2
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-1	88	28.03	714.11	335.63	1230.643	1.2306
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-2	126	40.13	1556.11	731.37	2681.692	2.6817
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-3	58	18.47	246.39	115.80	424.606	0.4246
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-4	32	10.19	50.50	23.74	87.031	0.0870
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-5	77	24.52	534.47	251.20	921.064	0.9211
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-6	63	20.06	345.78	162.52	595.900	0.5959
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-7	35	11.15	64.12	30.14	110.508	0.1105
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-8	51	16.24	174.89	82.20	301.387	0.3014
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-9	120	38.22	1399.78	657.90	2412.282	2.4123
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-10	94	29.94	823.99	387.28	1420.013	1.4200
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-11	48	15.29	148.80	69.93	256.424	0.2564
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-12	133	42.36	1749.82	822.42	3015.524	3.0155
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-13	75	23.89	504.80	237.26	869.937	0.8699
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-14	135	42.99	1807.42	849.49	3114.792	3.1148
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-15	115	36.62	1276.29	599.86	2199.475	2.1995
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-16	87	27.71	696.61	327.41	1200.498	1.2005
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-17	107	34.08	1091.44	512.97	1880.908	1.8809
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-18	145	46.18	2110.59	991.98	3637.251	3.6373
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-19	127	40.45	1583.03	744.02	2728.091	2.7281
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-20	33	10.51	54.82	25.76	94.469	0.0945
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-21	96	30.57	862.51	405.38	1486.392	1.4864
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-22	38	12.10	79.84	37.52	137.586	0.1376
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-23	59	18.79	257.87	121.20	444.397	0.4444
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-24	84	26.75	645.54	303.40	1112.476	1.1125
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-25	46.6	14.84	137.51	64.63	236.973	0.2370
N°03	<i>Prosopis pallida</i>	A-26	72	22.93	462.01	217.14	796.189	0.7962
N°02	<i>Prosopis pallida</i>	A-26	61	19.43	281.83	132.46	485.685	0.4857
	PROMEDIO	Pp-2-SALAS	81.69	26.02	728.18	342.24	1254.90	1.25
	TOTAL	Pp-2-SALAS				9240.60	33882.19	33.8822

Tabla 4. Interpretación: Mediante los datos obtenidos del inventario forestal se procedió a evaluar la captura de carbono en la parcela N°02, mediante las fórmulas aplicadas en el programa Excel. Lo cual consiste en calcular primero la biomasa fresca del árbol, de acuerdo a las características morfológicas de la especie (DAP) que haya tenido. Para posteriormente determinar el carbono capturado mediante la constante de proporción de presencia de carbono en la biomasa, 47% en este estudio.

➤ **ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE DIÓXIDO DE CARBONO EN SEIS HECTÁREAS**

- Se tiene que tener en cuenta la siguientes formulas:

Carbono capturado en 6 Has				
Muestra	CC: (kg)	CC: (ton/ ha)	CC: Promedio (ton/ ha)	CC: 6 has (ton)
Parcela N°01	6425.01	6.425	(P1+P2)/2= 11.045	11.045*6= 66.27
Parcela N°02	9240.60	15.66		

Tabla 5: Fuente propia.

➤ **PARCELA N°01**

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
,954	,909	,906	13442,832

La variable independiente es CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS.

Tabla 6: Fuente propia

Interpretación: El 90.9% de las variaciones de la captura de carbono son por el incremento de las características morfológicas de la especie forestal xerofítico *Prosopis pallida*.

Coeficientes					
	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig.
	B	Error estándar	Beta		
CARACTERISTICAS MORFOLOGICAS	35,585	2,341	,954	15,203	,000
(Constante)	-51694,762	5757,027		-8,979	,000

Tabla 7: Fuente propia

Interpretación: Cuando se incrementa en un centímetro las características morfológicas de la especie forestal xerófito *Prosopis pallida* linealmente, la captura de carbono se incrementa en 035,585 Kg.

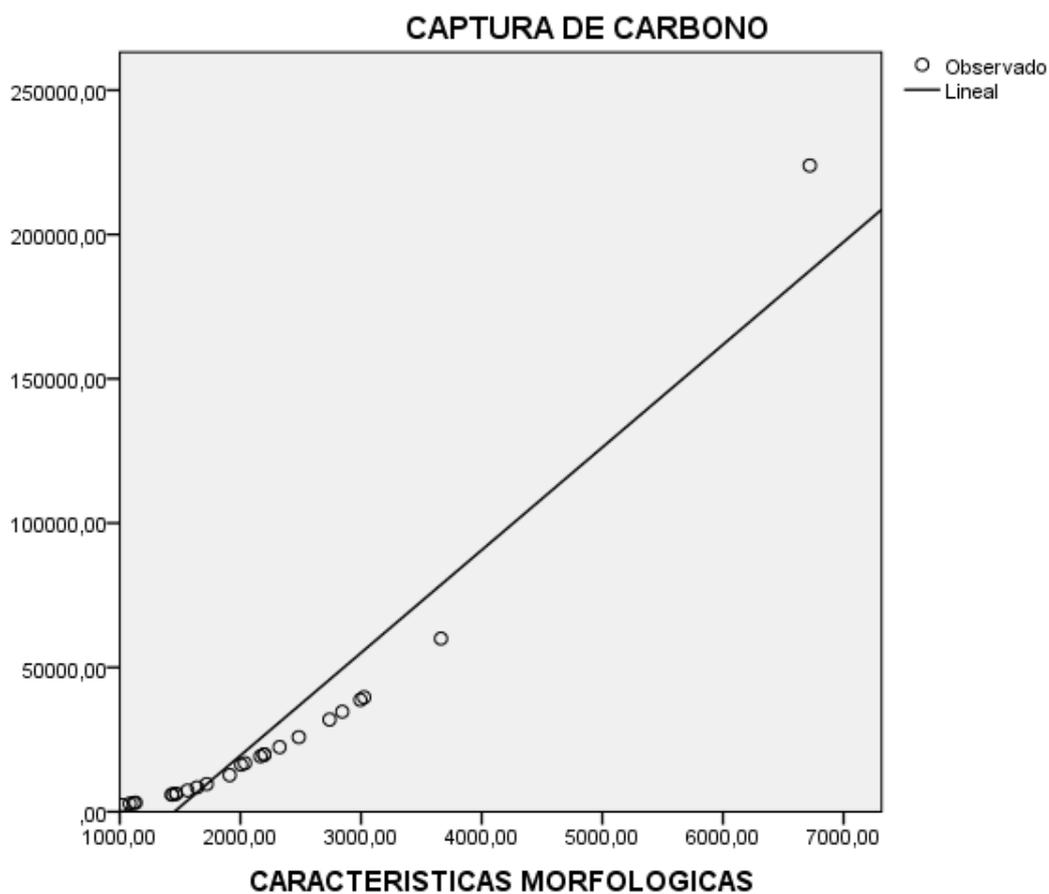


Gráfico1: Fuente propia

➤ **PARCELA N°02**

Resumen del modelo

R	R cuadrado	R cuadrado ajustado	Error estándar de la estimación
,997	,994	,993	,898

La variable independiente es CAPTURA DE CO2.

Tabla 8: Fuente propia

Interpretación: El 99.7% de las variaciones de la captura de carbono son por el incremento de las características morfológicas de la especie forestal xerofítico *Prosopis pallida*.

Coefficientes

	Coefficients no estandarizados		Coefficients estandarizados Beta	t	Sig.
	B	Error estándar			
CAPTURA DE CO2	,060	,002	1,596	26,908	,000
CAPTURA DE CO2 ** 2	-2,584E-5	,000	-,637	-10,737	,000

Tabla 9: Fuente propia

Interpretación: Cuando se incrementa en un centímetro las características morfológicas de la especie forestal xerofítico *Prosopis pallida* linealmente, la captura de carbono se incrementa en 0.060 Kg.

IV. DISCUSIONES

En el trabajo de investigación de Bastienne, el método que utilizó para la evaluación de la captura de carbono fue el método indirecto a través de ecuaciones alométricas para la estimación de la biomasa, usando un diseño no experimental - transversal, a través del modelo $Y=a \cdot b$ con transformación logarítmica; la población fue grupos de especies de la pre cordillera andina y cordillera de la costa, mientras que en la investigación de José Cuellar, también se usó un diseño de investigación no experimental – transversal, la población fue el bosque primario de *Prosopis pallida* y otros sistemas de uso de la tierra para plantaciones frutales.

Al igual que los trabajos de los autores ya mencionados en mi trabajo de investigación también se usó un diseño no experimental – transversal, adecuándose mejor al modelo de regresión, para evaluar el nivel de captura de carbono a través de las características morfológicas de la especie en estudio, la población fue representada por la especie forestales xerofítico del bosque secundario, el muestreo fue por conveniencia y la muestra fue las especies forestales que se encuentran dentro de las dos parcelas de $100m \times 100m = 10\,000\,m^2$ equivalente a una hectárea por parcela, la recopilación de datos se estableció mediante un inventario forestal.

Los autores mencionados en líneas anteriores estimaron la captura de carbono mediante el método indirecto, utilizando ecuaciones alométricas en porcentaje y ton/ha, Bastienne, en su trabajo de investigación obtuvo como resultado que el carbono almacenado es muy variable entre los distintos bosques Chaihuin y Buenaventura, presenta muy baja acumulación de carbono respecto a los bosques adultos. El carbono almacenado varía entre los tipos de bosques estudiados, Buenaventura captura 193,27 tn/ha, y San Juan con 662,06 tn/ha.

Por otro lado Karlin, determinó a través de sus resultados que el contenido de carbono como porcentaje de la biomasa es significativamente diferente entre algunas especies. Esto estaría indicado, que el contenido de carbono se mantiene en un rango de 47 a 48 %, encontrando a la vez que el fuste presenta mayor porcentaje de contenido de carbono.

En el caso de José, nos manifiesta que el mejor sistema del uso de la tierra para capturar carbono es el bosque primario que de acuerdo a sus resultados este captura 70.96 tn/ha predominando la especie *Prosopis Pallida* a diferencia de otros sistemas como el de plantaciones frutales con 34.89 tn/ha, pastizal con 39.0 tn/ha y para cultivo 24.67 tn/ha de captura de carbono. German también nos dice que capturar carbono en un bosque primario, almacena 340.58 ton/ha de CO₂; cabe recalcar que la valoración económica de un bosque es de USD 9,280.94/ha a diferencia de un bosque convertido a actividad agro forestal USD 730/ha.

En la presente investigación además de evaluar el nivel de captura de carbono de la especie forestal xerofítico *Prosopis pallida*- Algarrobo, del mismo modo se logró determinar cuánto de CO₂ se almacena en dicha especie en estudio, también se recolecto muestras de suelo del bosque en estudio y del bosque deforestado para realizar el análisis respectivo en el Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA y así determinar el porcentaje de carbono y nutrientes del suelo en estudio.

En lo que respecta a la evaluación del nivel de captura de carbono a través de las características morfológicas de la especie forestal en estudio tuvo un comportamiento lineal, el modelo de regresión de acuerdo a la parcela N°1 fue $\hat{Y} = -51694,762+35,585x$ mientras que la parcela N°2 fue $\hat{Y} = 0.06x-0.00002584x$, concluyendo que por cada Cm que aumenta las características morfológicas (DAP) de la especie forestal en estudio, la captura de carbono se incrementa en 0.909 y 0.994 en promedio.

V. CONCLUSIONES

- Al realizar el inventario forestal de la especie *Prosopis pallida*, se tomó en cuenta sus características morfológicas, como el DAP del árbol y la Altura, para el cálculo se usó la fórmula teniendo como información la circunferencia del árbol donde se pudo encontrar un DAP promedio de 23.88 Cm, del mismo modo se encontró diferencias significativas entre las dos parcelas, donde los árboles de la parcela 02, tienen mayor DAP que los árboles de la parcela 01 debido a que la parcela N°01 de 100 m x 100 m está compuesta por 25 forestales a diferencia de la parcela N°02 de 100 m x 100 m con 27 forestales, teniendo dicha parcela 2 forestales de ventaja.
- Con el método indirecto se determinó el nivel de captura de carbono en promedio, la parcela N°01 capturo 257.00 Kg de CC, mientras la parcela N°02 logro capturar 342.24 Kg de CC, utilizando el programa SPSS, a través del análisis estadístico de regresión.
- En la evaluación del bosque secundario de 6 has de la especie *Prosopis pallida* del caserío Humedales Altos del distrito de Salas, se pudo determinar que el nivel de carbono capturado es de 66.27 tn reduciendo 40.50 ton/ha de CO₂ en el Caserío Humedades Altos del distrito de Salas, a través del modelo de regresión, donde se confirma que dicho método se considera una alternativa adecuada para la estimación de la biomasa el cual requiere resultados con bajo margen de error y que a la vez genera información útil para la aplicación en ecosistemas similares, tal como es el caso de las ecuaciones alométricas a nivel del ecosistema y especies.
- De acuerdo al análisis de suelo del bosque en estudio y el bosque deforestado, los resultados obtenidos fueron que el suelo del bosque en estudio tiene una reacción neutra y niveles bajos de salinidad, siendo valores normales para el manejo de cultivos sensibles y tolerantes, la fertilidad natural es baja con deficiencias marcadas de nitrógeno, fosforo y calcio, siendo aceptables los nutrientes de fosforo y potasio; el tenor de materia orgánica es de tendencia media para ambos bosques. El contenido de carbono para suelo del bosque en estudio fue de 0.90% a diferencia del suelo del bosque deforestado con 0.76%, esto indica que

es valor medio, en relación a la textura del suelo del bosque en estudio es variable franco arcilloso arenoso, con tendencia franca de mejor retención de humedad que el suelo del bosque deforestado.

VI. RECOMENDACIONES

I. RECOMENDACIONES

- Es recomendable tomar muestras de mayor tamaño para reducir posibles errores al momento de sacar las muestras, a su vez es importante mantener la homogeneidad en las parcelas elaboradas. Las parcelas cuadradas son más simples de evaluar ya que sus medidas son iguales.
- Las autoridades deberían de solicitar apoyo a Organizaciones dedicadas a la conservación del ambiente, para reforestar y rescatar las zonas perdidas por personas aledañas a la zona, logrando de esta manera el desarrollo sustentable.
- La municipalidad distrital de Salas debe de tomar acciones sobre el cuidado de nuestro ambiente, a través de capacitaciones a la población en la conservación de nuestros bosques de especies endémicas de la localidad, ya que si conservamos nuestros bosques podemos ser beneficiados con los bonos de carbono, brindado por organizaciones extranjeras, siempre y cuando todas las personas estemos comprometidas y apoyemos en la protección de nuestros bosques.

VII. REFERENCIAS

Balam de la Vega, Lucila María. Valoración económica del servicio ambiental: captura de carbono, en la reserva forestal Xilitla, San Luis potosí, México. Trabajo de titulación (Título de Biólogo) DF. México: Universidad Autónoma de México, Facultad de Ciencias, 2013.

Del Águila Cobos, Amner. 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. Trabajo de titulación (Ingeniero Ambiental) Moyobamba: Universidad Nacional de San Martín, Facultad de Ecología.

ICRAF. 2009. Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales. Lima: Centro Mundial Agroforestal.

López Valenzuela, German Carlos Arturo. Valoración económica del servicio ambiental de captura de carbono en el fundo violeta. Trabajo de titulación (Licenciado en Geografía y Medio Ambiente) Lima: PUCP, Facultad de Letras y Ciencias Humanas, 2015. 51 p.

De Petre, A, Ola Karlin, U; Ali, S; Reynero, N. Alternativas de sustentabilidad del bosque nativo del Espinal: area captura de carbono. Buenos Aires, Argentina, Proyectos de Investigación Aplicada a los Recursos Forestales Nativos. 1999,125 p.

BARROS, V. Cambio climático global. Libros del Zorzal. Argentina 2006

BORRERO, J. Biomasa aérea y contenido de carbono en el campus de la pontificia universidad javeriana de Bogotá. 2012, Licenciatura. Pontificia Universidad Javeriana.

CALDERÓN & LOSADA. Determinación de Biomasa y contenido de carbono en las plantaciones forestales de *Polylepis Incana* y *Polylepis Reticulata*. Licenciatura. 2010, Escuela Politécnica Nacional.

CARVAJAL, M. Investigación Sobre La Absorción De Co₂ Por Los Cultivos Más Representativos. 2010, Obtenido de LEESCO2: http://www.lesco2.es/pdfs/noticias/ponencia_cisc_espanol.pdf

MORENO, N. 2011 Ajuste de modelos de captura de carbono para el tipo forestal Roble Raulí-Coigüe y su análisis bioeconómico en la reserva nacional Malleco-Chile. Doctorado. Universidad de Córdoba

ORDÓÑEZ, J. A., & MASERA, O. Captura de carbono ante el cambio climático. En I. d. A.C., Madera y Bosques (págs. 3-12). Xalapa: ISSN. 2001

Anexo 1 Matriz De Consistencia

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE CARBONO EN BOSQUE SECUNDARIO DE LA ESPECIE FORESTAL XEROFÍTICO (*Prosopis pallida*).

Autora: Maribel Campos Huamán.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿Cuál es el nivel de captura de carbono en bosque secundario a través de las características morfológicas de la especie forestal xerofítico (<i>Prosopis pallida</i>) en el Caserío Humedades Altos del distrito de Salas?	Determinar el nivel de captura de carbono en bosque secundario a través de las características morfológicas de la especie forestal xerofítico (<i>Prosopis pallida</i>) en el Caserío Humedades Altos del distrito de Salas.	Utilizando las características morfológicas de la especie forestal xerofítico (<i>Prosopis pallida</i>) se logrará evaluar el nivel de captura de carbono en bosque secundario en el Caserío Humedades Altos del distrito de Salas.	V1: Evaluación del Nivel de Captura de Carbono en Bosque Secundario. V2: Características morfológicas de la Especie Forestal Xerofítico (<i>Prosopis pallida</i>).	La investigación se considera con un diseño no experimental - trasversal con modelo de regresión.	Las especies forestales Xerofítico (<i>Prosopis pallida</i>) de bosque secundario de que se encuentran dentro del Caserío Humedades Alto del Distrito de Salas el cual tiene una extensión de 6 hectáreas.	La información ha sido recolectada de la Municipalidad del Distrito de Salas y de la Gerencia Regional de Recursos Naturales y Gestión Ambiental.	El análisis de datos consiste en la realización de las operaciones a las que el investigador someterá los datos con la finalidad de alcanzar los objetivos del estudio y es por ello que

				DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	utilizaremos herramientas como: Microsoft Excel. Spss. Tablas y gráficos.
				No experimental	Las especies forestales Xerofítico (Prosopis pallida), que se encuentren dentro de las parcelas seleccionadas dentro del Caserío Humedades Alto del Distrito de Salas y se utilizará 2 hectáreas en donde se estudiarán 25 - 27 árboles de la especie	Materiales de Campo: Cinta Métrica. GPS. Cámara Fotográfica. Materiales de Gabinete: Computador a. Libreta de apuntes. Lápiz.	

Anexo 1 Fotografías del Desarrollo de Investigación



Imagen N°1: Medición y selección de parcelas.



Imagen N°2: Medición del DAP del árbol.

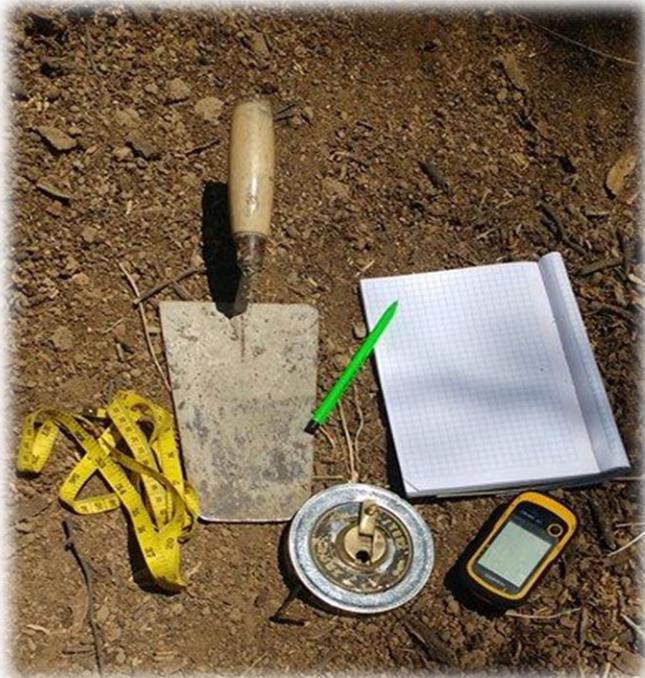


Imagen N°4: Instrumentos utilizados en campo.



Imagen N°5: Bosque deforestado.



Imagen N°6: Muestra de suelo deforestado.



Imagen N°7: Calicata del bosque en estudio.

Anexo 2 Cronograma

1.1. Cronograma de ejecución

PROYECTO " EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE CARBONO EN BOSQUE SECUNDARIO A TRAVÉS DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA ESPECIE FORESTAL XEROFÍTICO (Prosopis pallida).													
	E ne	Fe b	M ar	A br	Ma y	Ju n	Ju l	A go	Se t	O ct	N o v	Di c	RESPONSABLE
Estratificación del Área de Investigación. (Delimitación de coordenadas)							x						Autora
Trabajo de campo Implementación de Parcelas de Muestreo									x				Autora
Trabajo en campo (Inventario forstal)										x			Autora
Determinación nivel de captura de carbono en bosque secundario (aplicación de las formulas)											x		Autora
Análisis al suelo (bosque en estudio y bosque deforestado)											x		Autora
Resultados											x		Autora
Informe final y de evaluación del proyecto												x	Autora

Anexo 4 3 PLANO DE UBICACIÓN- LOCALIZACIÓN - PERIMÉTRICO

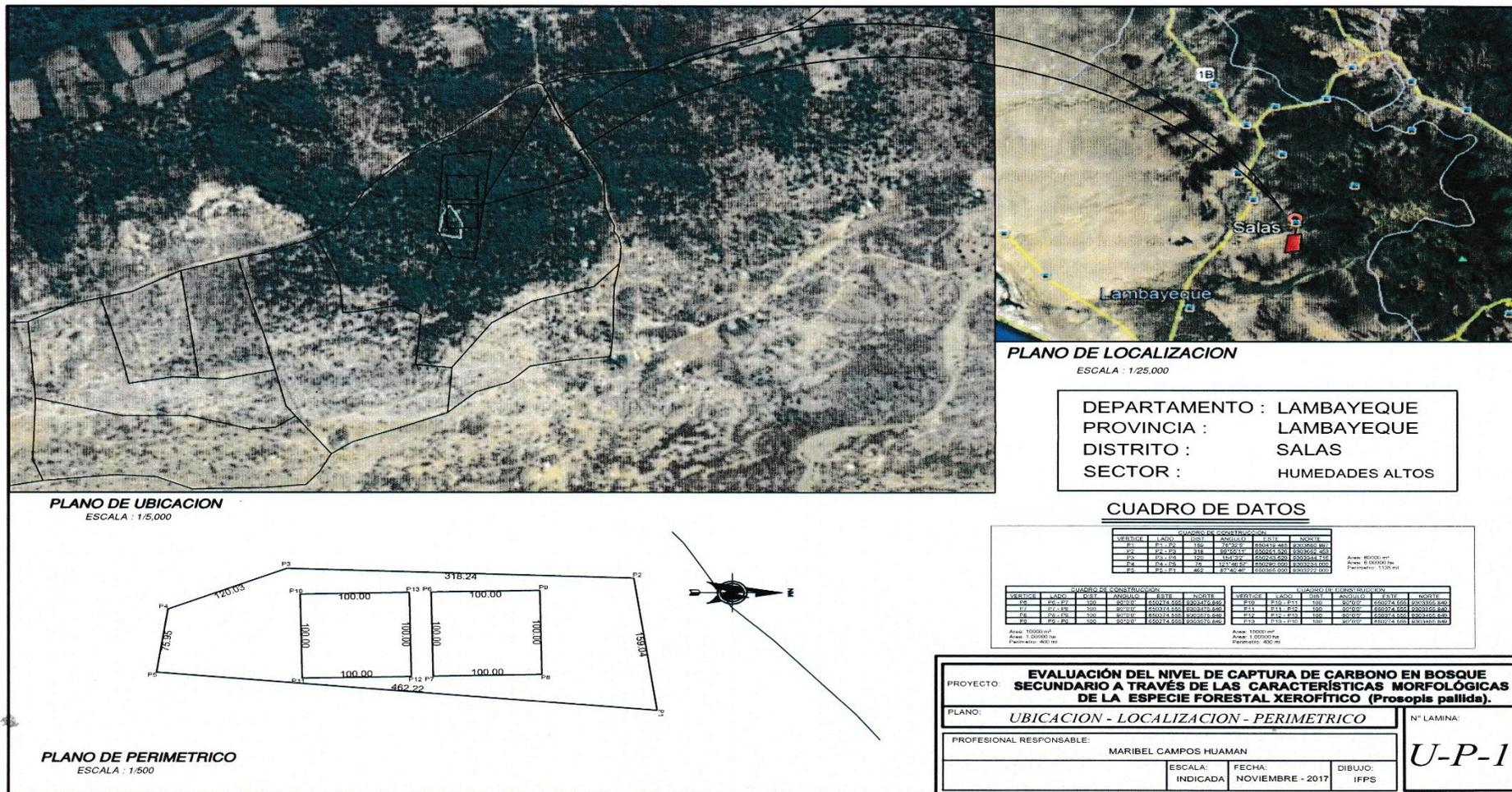


Imagen N°8: Elaboración Propia.

Anexo 5 Resultado de Análisis de Suelo 4



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida

LABORATORIO DE ANALISIS : AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis	FERTILIDAD	Muestras	Suelos - 2
Nombre	MARIBEL CAMPOS HUAMAN		
Procedencia	DISTRITO DE SALAS CASERIO HUMEDADES ALTOS	Fecha emisión	07/11/2017

MUESTRA	Extracto Saturado									Tipo de suelo	% de Carbono
	pH	C. elec	M.O	P	K	Calcar.	Texturas (%)				
		mhos/cm	%	ppm	ppm	%	Ao.	Lo	Ar		
M-1. BOSQUE EN ESTUDIO	7.00	0.92	1.52	12.00	342	0.46	60	18	22	Franco Arcillo Arenoso	0.90
M-2. BOSQUE DEFORESTADO	7.00	0.85	1.30	10.50	300	0.42	45	30	25	FRANCA	0.76

Resultado: Reacción neutra y niveles bajos de salinidad, siendo valores normales para el manejo de cultivos sensibles y tolerantes.
La fertilidad natural es baja con deficiencias marcadas de Nitrógeno, Fósforo y Calcio, siendo aceptables los nutrientes de Fósforo y Potasio, el tenor de Materia Orgánica es de tendencia media y contenido de Carbono también de valor medio.
La textura es variable Franco Arcillo Arenoso, con tendencia Franca de mejor retención de humedad, manejar laminas de agua con prudencia.



 ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
 Jefe Laboratorio de Química y Suelos

Imagen N°9: Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA).



Anexo 6 Validación de Instrumentos de Proyecto De Investigación

DESCRIPCIÓN:

El día 28 y 29 de octubre del presente año, se procedió a ir al Caserío Humedades Altos del Distrito de Salas, para realizar las mediciones a los forestales en estudio, obteniendo los siguientes datos:

RESULTADOS OBTENIDOS: (Parcela N°01)

PARCELA	CÓDIGO	ESPECIE	ÁRBOL	CIRCUNFERENCIA (Cm)	DAP ÁRBOL(Cm)
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-1	63	20.06
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-2	35	11.15
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-3	49	15.61
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-4	211	67.20
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-5	45	14.33
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-6	89.3	28.44
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-7	68	21.66
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-8	78	24.84
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-9	51.5	16.40
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-10	69	21.97
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-11	46	14.65
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-12	115	36.62
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-13	95	30.25
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-14	69	21.97
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-15	73	23.25
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-16	45	14.33
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-17	35.5	11.31
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-18	60	19.11
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-19	46	14.65
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-20	86	27.39
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-21	32	10.19
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-22	94	29.94
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-23	54	17.20
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-24	34	10.83
N°01	Pp-1-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-25	64	20.38
		PROMEDIO	Pp-1-SALAS	68.29	21.75

Tabla 10: Fuente propia



RESULTADOS OBTENIDOS: (Parcela N°02)

PARCELA	CÓDIGO	ESPECIE	ÁRBOL	CIRCUNFERENCIA (Cm)	DAP ÁRBOL(Cm)
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-1	88	28.03
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-2	126	40.13
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-3	58	18.47
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-4	32	10.19
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-5	77	24.52
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-6	63	20.06
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-7	35	11.15
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-8	51	16.24
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-9	120	38.22
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-10	94	29.94
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-11	48	15.29
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-12	133	42.36
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-13	75	23.89
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-14	135	42.99
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-15	115	36.62
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-16	87	27.71
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-17	107	34.08
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-18	145	46.18
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-19	127	40.45
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-20	33	10.51
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-21	96	30.57
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-22	38	12.10
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-23	59	18.79
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-24	84	26.75
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-25	46.6	14.84
N°02	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-26	72	22.93
N°03	Pp-2-SALAS	<i>Prosopis pallida</i>	A-27	61	19.43
		PROMEDIO	Pp-2-SALAS	81.69	26.02

Tabla 11: Fuente propia

INSTRUMENTOS UTILIZADOS:

- Cinta métrica
- GPS.
- Brume lesse
- Brújula suunto
- Calculadora Científica.

De acuerdo a los procedimientos empleados, otorgo la validez a los datos obtenidos en campo, por parte de la investigadora Srta. Maribel Campo Huamán, quien realizo con honestidad y responsabilidad las mediciones de la especies forestales en estudio, con el cual se recogerá los resultados necesarios para el desarrollo de la tesis titulada, "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE CARBONO EN BOSQUE SECUNDARIO A TRAVÉS DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA ESPECIE FORESTAL XEROFÍTICO (*Prosopis pallida*)". En muestra de conformidad, firmo el presente.



M.Sc, ING. FORESTAL, ROMELIO DIAZ FUENTES

DNI: 16774438

Especialista Programa de Investigación Forestal
Estación Experimental Agraria Vista Florida INIA :

CH 19258

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 07 Fecha : 12-12-2017 Página : 1 de 1
--	---	---

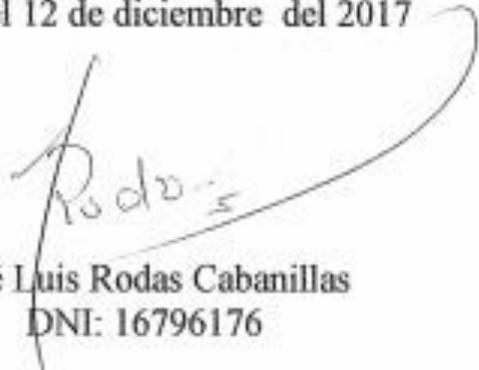
Yo, José Luis Rodas Cabanillas docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo Filial Chiclayo, revisor de la tesis titulada:

“EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE CARBONO EN
 BOSQUE SECUNDARIO A TRAVÉS DE LAS CARACTERÍSTICAS
 MORFOLÓGICAS DE LA ESPECIE FORESTAL XEROFÍTICO
 (*Prosopis pallida*)” de la estudiante Campos Huamán Maribel.

Constato que la investigación tiene un índice de similitud de 20% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Pimentel 12 de diciembre del 2017


 José Luis Rodas Cabanillas
 DNI: 16796176


 Dr. Jerry Lloclla Cruzales
 DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN
 CAMPUS CHICLAYO



**AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE
TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL
UCV**

Código : F08-PP-PR-02.02
Versión : 07
Fecha : 31-03-2017
Página : 1 de 1

Yo MARIBEL CAMPOS HUAMÁN, identificado con DNI N°71335426, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad César Vallejo, autorizo , No autorizo la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado: "EVALUACIÓN DEL NIVEL DE CAPTURA DE CARBONO EN BOSQUE SECUNDARIO A TRAVÉS DE LAS CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DE LA ESPECIE FORESTAL XEROFÍTICO (*Prosopis pallida*)."; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....


DNI: 71335426

FECHA: 12 de Julio del 2018

Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Representante de la Dirección / Vicerrectorado de Investigación y Calidad	Aprobó	Rectorado
---------	----------------------------	--------	---	--------	-----------