

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

MAESTRIA EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL



**ALMACENAMIENTO DEL CARBONO DE LA ESPECIE FORESTAL NO
MADERABLE TARA (*Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.) EN BOSQUES
NATURALES Y PLANTADOS EN LA PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO**

Tesis

Para optar el grado de:

MAGISTER EN AGROECOLOGÍA

MENCIÓN GESTIÓN AMBIENTAL

JOSÉ LUIS OCHOA CUYA

Tingo María – Perú

2013



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
ESCUELA DE POSGRADO
DIRECCIÓN



"Año de la Universalización de la Salud"

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS
Nro. 005-2020-EPG-UNAS

En la ciudad universitaria, siendo las 11:15am del día viernes 24 de enero del 2020, reunidos en el Aula de la Escuela de Posgrado, se instaló el Jurado Calificador a fin de proceder a la sustentación de la tesis titulada:

"ALMACENAMIENTO DEL CARBONO DE LA ESPECIE FORESTAL NO MADERABLE DE TARA (Caesalpinia Spinosa (Mol) D. K.) EN BOSQUES NATURALES Y PLANTADOS EN LA PROVINCIA DE AMBO - HUÁNUCO"

A cargo del candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Agroecología, mención Gestión Ambiental, JOSE LUIS OCHOA CUYA.

Luego de la exposición y absueltas las preguntas de rigor, el Jurado Calificador procedió a emitir su fallo declarando **APROBADO** con el calificativo de **BUENO**

Acto seguido, a horas 12:30pm el presidente dio por culminada la sustentación; procediéndose a la suscripción de la presente acta por parte de los miembros del jurado, quienes dejan constancia de su firma en señal de conformidad.

Dr. JORGE RÍOS ALVARADO
Presidente del Jurado

M.Sc. EDILBERTO DIAZ QUINTANA
Miembro del Jurado

Dr. CASIANO AGUIRRE ESCALANTE
Miembro del Jurado

Dr. JOSE W. ZAVALA SOLORZANO
Asesor

DEDICATORIA

A Dios, por su gran misericordia; por darme fuerza y sabiduría para enfrentar obstáculos y seguir adelante aún en los momentos más difíciles. A Jesús, en eterna gratitud y amor, por haber dado su vida por la mía.

A mi querida madre y padre: Rosa y Benigno, quien me dio la vida y me enseñó a vivirla, por enseñarme a amar, por su incondicional apoyo y por su valioso empeño por lograr que su hijo logre sus metas, objetivos y por su eterno amor.

A Lizet, a mis hermanos, Ricardo, María, Osiris, Inés, Janis, mis sobrinos, Yaki, Guisela, Ronal, Katy y Rosi, por su confianza y sobre todo incentivarme a salir adelante con el cariño y gratitud de siempre.

AGRADECIMIENTOS

Durante mi formación profesional, personal y elaboración de la presente investigación, varias personas colaboraron directa e indirectamente, a quienes deseo expresar mi más profundo reconocimiento:

A mi alma mater, Universidad Nacional Agraria de la Selva, por su contribución en mi formación profesional.

A los docentes de la escuela de posgrado, quienes me han formado con sus enseñanzas, teóricas y prácticas a lo de mi especialización.

Al Dr. Wilfredo Zavala Solorzano, por el asesoramiento en el desarrollo de la tesis, por la revisión científica y académico del presente trabajo de investigación.

Al Ing. M. Sc. Ladislao Ruiz Rengifo, por coasesor en el desarrollo de la tesis, por la revisión científica y académico del presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado de tesis, Dr. Jorge Ríos Alvarado, Dr. Caseano Aguirre Escalante y M.Sc. Edilberto Chuquilin Bustamante.

A la empresa SELVATEAN, por el apoyo incondicional en la realización del presente trabajo de investigación.

A mis amigos Percy Recavarren Stares, Hugo Soto, que de una u otra manera colaboraron y apoyaron en la realización del presente trabajo de investigación.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	13
1.1. Objetivo general	15
1.2. Objetivos específicos	15
II. REVISIÓN DE LITERATURA	16
2.1. Generalidades del cultivo de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol) O.K., “tara”	16
2.1.1. Taxonomía de la especie.....	16
2.1.2. Descripción botánica de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol) O.K.	17
2.1.3. Distribución geográfica de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol) O.K.	19
2.1.4. Aprovechamiento integral de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol) O.K.	20
2.1.5. Fenología de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol) O.K.	22
2.2. Las raíces.....	23
2.2.1. Crecimiento y funcionamiento de las raíces	23
2.2.2. Sistemas de las raíces.....	23
2.2.3. Factores internos que afectan al crecimiento de la raíz	23

2.2.4.	Factores ambientales que afectan al crecimiento de la raíz.....	25
2.3.	El carbono	27
2.3.1.	Adiciones a la atmósfera	28
2.4.	Problemas de la emisión de carbono	30
2.4.1.	Dióxido de carbono (CO ₂).....	30
2.4.2.	Efecto invernadero	31
2.4.3.	Causas y consecuencias del cambio climático global	32
2.5.	Fijación de carbono por los vegetales	34
2.5.1.	Carbono almacenado	36
2.5.2.	Carbono fijado	37
2.5.3.	Almacenamiento y fijación de carbono de los bosques.....	37
2.6.	Fijación de carbono en el suelo.....	39
2.6.1.	Papel de los suelos en el ciclo del carbono.....	41
2.6.2.	Formas de carbono en el suelo	42
2.6.3.	Fijación de carbono por las hojarasca	43
2.6.4.	Fijación de carbono por la descomposición de la madera	43
2.6.5.	Almacenamiento de carbono en la biomasa subterránea (raíces)	44
2.7.	Valorización económica de la fijación de carbono.....	45

2.8. Antecedentes de estudios	46
III. MATERIALES Y MÉTODOS	50
3.1. Lugar de ejecución	50
3.1.1. Ubicación política	50
3.1.2. Ubicación geográfica	50
3.1.3. Zonas de Vida	51
3.1.4. Altitud.....	51
3.1.5. Clima	51
3.1.6. Fisiografía.....	52
3.2. Materiales y equipos	52
3.2.1. Materiales	52
3.2.2. Equipos.....	52
3.3. Metodología	52
3.3.1. Descripción del sistema de uso de la tierra evaluado.....	53
3.3.2. Delimitación de las parcelas	53
3.3.3. Muestreo suelo y medición de la densidad aparente (g/cc).....	55
3.3.4. Determinación de la biomasa arbórea vegetal (BVT)	55
3.3.5. Cálculo del peso del volumen del suelo.....	58
3.3.6. Cálculo del carbono total	60
3.3.7. Variables.....	61

3.3.8. Análisis estadístico	62
IV. RESULTADOS	63
4.1. Carbono almacenado en la biomasa aérea de bosques natural y plantado de la especie forestal no maderable <i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol) O.K. “tara”	63
4.2. Carbono almacenado en el suelo del bosque plantado y natural de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol) O.K.	64
4.3. Carbono total almacenado (Biomasa vegetal + suelo) en bosque plantado y natural de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol) O.K.	66
4.4. Distribución de la biomasa en bosques plantado y natural de la especie <i>Caesalpineia spinosa</i> (Mol) O.K.	67
V. DISCUSIÓN	69
5.1. Carbono almacenado en la biomasa aérea de bosques plantado y natural de la especie <i>Caesalpineia spinosa</i> (Mol) O.K.	69
5.2. Carbono almacenado en el suelo con bosques plantado y bosque natural de les especie <i>Caesalpineia spinosa</i> (Mol) O.K.	70
5.3. Carbono total en bosque plantado y bosque natural de <i>Caesalpineia spinosa</i> (Mol) O.K.	71
5.4. Distribución de la biomasa en la planta de <i>Caesalpineia spinosa</i> (Mol) O.K., en bosque plantado y bosque natural	72

VI. CONCLUSIONES	74
VII. RECOMENDACIONES.....	75
VIII. ABSTRACT.....	76
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77
ANEXO	84

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Total de carbono aéreo almacenado en bosque plantado y natural de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol) O.K.	63
2. Carbono almacenado en el sistema suelo con plantación de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol) O.K.	65
3. Parcela 1 en un bosque plantado de <i>Caesalpineia spinosa</i>	85
4. Parcela 2 en un bosque plantado de <i>Caesalpineia spinosa</i>	87
5. Parcela 1 en un bosque natural de <i>Caesalpineia spinosa</i>	89
6. Biomasa arbustiva y herbácea en bosques con <i>Caesalpineia spinosa</i>	90
7. Biomasa de la hojarasca en bosques con <i>Caesalpineia spinosa</i>	90
8. Carbono orgánico almacenado en el suelo de bosques con <i>Caesalpineia spinosa</i>	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Transeptos y parcelas instalados en las plantaciones de tara.	54
2. Distribución del carbono aéreo almacenado en bosque plantado y natural de la especie <i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol) O.K.	64
3. Distribución del carbono almacenado en el suelo con bosque plantado y natural de <i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol) O.K.	65
4. Distribución porcentual del carbono almacenado en bosques con <i>Caesalpinia spinosa</i> (Mol) O.K.	66
5. Carbono distribuido en plantas de <i>Caesalpineae spinosa</i> (Mol) O.K.	68
6. Frutos de <i>Caesalpinia spinosa</i>	91
7. Transectos en una plantación de <i>Caesalpinia spinosa</i>	91
8. Evaluación del diámetro a la altura del pecho en <i>Caesalpinia spinosa</i>	92
9. Sub transecto en una plantación de <i>Caesalpinia spinosa</i>	92
10. Determinación del peso fresco de la parte aérea en <i>Caesalpinia spinosa</i>	93

11. Peso fresco en muestras de la parte aérea de <i>Caesalpinia spinosa</i>	93
12. Muestra de hojarasca de una plantación de <i>Caesalpinia spinosa</i>	94
13. Muestra fresca de los frutos de <i>Caesalpinia spinosa</i>	94
14. Calicata en una plantación de <i>Caesalpinia spinosa</i>	95
15. Transecto y calicata en una plantación de <i>Caesalpinia spinosa</i>	95
16. Evaluación de la Biomasa aérea de la especie tara (<i>Caesalpinia spinosa</i>).....	96
17. Análisis de suelos del primer transecto.....	97
18. Análisis de suelos del segundo y tercer transecto.....	98

RESUMEN

Con la finalidad de cuantificar el carbono almacenado en bosques de la especie no maderable tara (*Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.) en la provincia Ambo – región Huánuco - Perú, se realizó la investigación en bosques plantados con cuatro años de establecido y un bosque natural de tara con 40 años, parcelas ubicadas en el caserío de Canchacalla, distrito Ambo, se utilizó la metodología de ARÉVALO *et al.* (2003). En el bosque plantado y natural, se elaboraron transectos de 7.5 m x 25 m, donde se realizó el censo de los árboles, se estableció dos cuadrantes de 1 m x 1 m, para la evaluación de la vegetación arbustiva y herbácea, además se recogió la hojarasca acumulada en el subcuadrante 0.5 m x 0.5 m y con la finalidad de determinar la distribución del carbono almacenado en los componentes de la planta de tara, se ha tenido que extraer desde la raíz un individuo de cada transecto. El carbono total almacenado (parte aérea y del suelo), en el bosque plantado fue 50.20 toneladas de carbono distribuido en 26.01% para la parte aérea y 73.99% en el suelo, mientras en un bosque natural se determinó 184.02 toneladas por hectárea distribuido en 23.26% en la parte aérea y 76.74% en el suelo; la distribución del carbono dentro de la planta corresponde al tallo (61.71% y 77.81%), raíz (25.43% y 13.90%), hojas (11.60% y 4.06%), flores (0.71% y 0.04%) y frutos (0.54% y 4.19%) para el bosque plantado y bosque natural respectivamente.

I. INTRODUCCIÓN

El incremento del dióxido de carbono (CO₂) en el medio ambiente mundial es una preocupación mundial y se considera uno de los principales gases que intervienen en el efecto invernadero (GEI), en ese contexto es el gas que más contribuye a los cambios climáticos, siendo el ser humano el principal responsable de su emisión a la atmósfera (64% del calentamiento observado actualmente). “Durante los últimos 200 años, las expansiones de CO₂ en el aire han sido de 280 a 375 ppm, y sigue expandiéndose a un ritmo normal de más de 1,5 ppm cada año” (ASB, 2005).

Durante la Convención sobre Cambios Climáticos celebrada el año 1997 en Tokio, Japón; establecieron un protocolo donde “las naciones industrializadas utilizarán el Mecanismo de Flexibilidad; Uno de ellos es el emprendimiento denominado Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL), a través del cual se podrían potenciar las fincas boscosas y agroforestales para la captura de carbono (CONAM, 2006). Además, el MDL permite a las empresas de servicios de guardaparques adquirir ventajas financieras adicionales a través de la oferta de captura de carbono” (LOGUERCIO, 2002).

“Un enfoque para aliviar estos impactos y disminuir los flujos de salida es atrapar o fijar y mantener la biomasa vegetal en la tierra tanto como sea posible. El caso principal se logra mediante la fotosíntesis y el segundo caso mediante el deterioro de la materia natural” (LOGUERCIO, 2002).

“El Perú es considerado el décimo país con la mayor región boscosa del planeta y el segundo de América del Sur, con un legado boscoso disperso en los tres distritos característicos, que comprenden un importante potencial favorecido por la era del trabajo y la visión de aseguramiento natural. . Estos bosques normales están siendo continuamente influenciados por grandes ejercicios de deforestación por la diferencia de uso de la tierra enfocados en ejercicios agrícolas poco prácticos, la extracción particular de especies importantes y por la deforestación para ejercicios de desarrollo ilegal, ejercicios que se mantienen vivos hasta la fecha. Además, son el principal impulsor del aumento de la deficiencia de bosques tropicales” (LOGUERCIO, 2002).

El INIA, mediante su Programa Nacional de Investigación en Agroforestería y Cultivos Tropicales, determina que uno de los principales problemas que enfrentan los programas de reforestación y manejo de bosques tropicales húmedos del Perú, es la falta de información suficiente que abarque de manera integral los aspectos más relevantes de manejo y características de las especies forestales tropicales. Es por ello que el presente trabajo tiene como problema ¿Cuánto es el carbono total almacenado en las plantaciones de tara (*Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.) en la provincia de Ambo?, por consiguiente, se plantea como hipótesis: que el carbono almacenado los bosques plantados de tara es mayor que en los boques naturales de plantaciones de tara.

Mediante el estudio se busca fortalecer iniciativas de conservación e implementación sobre plantaciones de tara, aspectos como los programas y acciones más importantes a ser ejecutadas en el país con el objeto de contribuir con el desarrollo sostenible del sector rural, a través de la reforestación y/o forestación con tara, o como el Plan Nacional de Reforestación, que aparte de generar el desarrollo económico y social, busca fortalecer la parte ambiental en el Perú.

1.1. Objetivo general

- Cuantificar el carbono almacenado en bosques naturales y plantados con la especie no maderable *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K. “Tara”, en la provincia Ambo – Huánuco.

1.2. Objetivos específicos

- Estimar el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea de la especie forestal no maderable *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K., “Tara” en bosque plantado y natural.
- Determinar el carbono almacenado en el suelo con bosques de “Tara” naturales y plantados.
- Determinar el carbono total almacenado en bosques naturales y plantados de *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K., “Tara”

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Generalidades del cultivo de la especie *Caesalpinia spinosa* (Mol)

O.K., “Tara”

“La tara, también llamada "taya", es una planta oriunda del Perú utilizada desde tiempos prehispánicos en la sociedad o como medicación famosa y últimamente, como materia prima en el mercado mundial de hidrocoloides alimentarios; Nombre científico *Caesalpinia spinosa* o *Caesalpinia tinctoria*” (DE LA CRUZ, 2004).

2.1.1. Taxonomía de la especie

Según CRONQUIST (1981) la especie tara presenta la siguiente clasificación botánica.

Reino	: Plantae
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Rosidae
Orden	: Rosales
Familia	: Memosaceae
Sub familia	: Caesalpinaceae

Género	: <i>Caesalpinea</i>
Especie	: <i>C. spinosa</i>
Nombre científico	: <i>Caesalpinia spinosa</i> (Molina) Kuntze
Nombre común	: “Tara” o “Taya”

2.1.2. Descripción botánica de *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.

“Arbusto de pocos metros de altura con un tinte corto, en forma de barril, en algunos casos enrevesado, tenue, glabro desagradable, dio aguijones, ramas desniveladas de tres lados, endebles e irregulares comenzando casi desde la base, dando la impresión de unos pocos tallos, la parte apical es impredecible, con ramitas terminales, de área redonda, de 4 a 6 cm de medida, inadecuadamente gruesa, glabra y con aguijones dispersos” (CABELLO, 2009).

Presenta, “hojas compuestas bipennadas, sustituto, con mente maestra en espiral, pecíolo de hasta 2-3 cm, raquis de 3, 5 o 7 cm de largo, 2-3 conjuntos de pinnas inversas, volantes 7-8 conjuntos inversos elípticos, el cenit minimizado, mucronizado minuciosamente, torcido base, glabra, venas opcionales 7 - 8 juegos; medio ambiente áreas ecológicas de la costa y las montañas entre 0 - 4.500 metros sobre el nivel del mar, en bosques secos generalmente a partir de 1.000 metros sobre el nivel del mar, revelados en todas las ramas del país” (CABELLO, 2009).

“Es un arbolito en sus inicios, de pocos metros de altura; Pero, puede comparar 12 m, en su edad madura; Tiene un tallo corto, en forma de barril y aquí y allá contorneado, y su tronco está provisto de una corteza espinosa y tenue, con ramitas densamente pobladas, en general las ramas comienzan desde la base dando la impresión de unos pocos tallos” (CABELLO, 2009).

“La copa de la tara es esporádica, aparasolada y no extremadamente gruesa, con ramas trepadoras, hojas en forma de púa, inconsistentes, ovoides y brillantes, algo afiladas, de color verde tenue y de 15 cm de largo, sus flores son de color amarillo rosado orquestadas En grupos de 8 cm a 15 cm de largo, los productos orgánicos son unidades uniformes e indehiscentes de tono naranja, de 8 cm a 10 cm de largo y 2 cm de ancho, que contienen de 4 a 7 granos de semillas ajustados de 0,6 cm a 0,7 cm de distancia de ancho y son de color terroso negruzco cuando esté listo” (CABELLO, 2009).

“Inflorescencia con racimos terminales de 15-20 cm de largo con flores situadas en la mitad distal. Flores bisexuales, cigomorfas; cáliz esporádico con un sépalo extremadamente largo de alrededor de 1 cm, con varios miembros en el borde, hacia adentro; corola con pétalos amarillentos libres, organizados en racimos de 8-20 cm de largo, con pedúnculos pubescentes de 5 cm desde hace bastante tiempo, expresados bajo un cáliz cilíndrico corto de 6 cm de largo, los pétalos son aproximadamente dos veces más grandes que los estambres” (CABELLO, 2009).

“Cada árbol de tara puede producir un rendimiento normal de 20 kg a 40 kg de unidad si se cosechan dos veces al año. En su mayor parte, un árbol de tara resulta fructífero a los tres años, y en la remota posibilidad de que sea silvestre a los cuatro años. Su esperanza de vida normal es de 100 años y la región que posee cada árbol es de 10 metros cuadrados” (CABELLO, 2009).

2.1.3. Distribución geográfica de *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.

“Se encuentra disperso entre 4 ° y 32 ° S, cubriendo diferentes zonas áridas, Perú, normalmente ocurre en lugares semisecos con una precipitación normal de 230 a 500 mm anuales. También se ve en la pared o en los límites, como un árbol colgante para las criaturas, dentro de los cultivos secos y como decorativo. En el Perú se apropia en prácticamente toda la costa, desde Piura hasta Tacna, y en ciertos lugares de la sierra. En la inclinación del Pacífico, se encuentra en los flancos occidentales, valles, pendientes, orillas de vías fluviales y pendientes en algún lugar en el rango de 800 y 2.800 metros sobre el nivel del océano” (CABELLO, 2009).

“Mientras que se encuentra entre los valles andinos de la cuenca atlántica, se encuentra en algún lugar en el rango de 1.600 y 2.800 metros sobre el nivel del océano; apareciendo en ocasiones como en los valles de Apurímac, hasta los 3.150 metros sobre el nivel del mar. Como lo indica el Mapa Forestal del Perú, la tara se encuentra involucrando la capa de socavación arbustiva donde se relaciona con especies, por ejemplo, Palillo (*Capparis prisca*), sauce (*Salix humboldtiana*), molle (*Schinus molle*), Puya sp.,

Acacia sp y algunas gramíneas, y una extraordinaria variedad de tipos de los géneros Calliandra, Rubus, Croton, entre otros” (CABELLO, 2009).

“Los suelos positivos para el desarrollo de la tara son silíceos y arcillosos que predominan en el cuenco de Ayacucho” (CABELLO, 2009).

“Temperatura: Varía entre 12 a 18 ° C, teniendo la opción de reconocer hasta 20 ° C. En los valles andinos la temperatura ideal es de 16 a 17 ° C” (CABELLO, 2009).

“Precipitación: Para su giro ideal de eventos, requiere lugares con una precipitación de 400 a 600 mm, sin embargo, también se encuentra en territorios que tienen un promedio anual de 200 a 750 mm” (CABELLO, 2009).

2.1.4. Aprovechamiento integral de *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.

“La tara se encuentra en estado salvaje y tiene un potencial clínico, nutritivo y moderno gigantesco, siendo excepcionalmente útil para la creación de hidrocoloides o gomas, taninos y corrosivo gálico, entre otros, la utilización de los productos naturales permite adquirir diversos resultados de interés. El caso aborda el 62% de la pesadez de los productos del suelo de manera decisiva el que tiene la convergencia más elevada de taninos, que oscila en algún lugar en el rango del 40% y 60%” (CABELLO, 2009).

“Estos taninos se utilizan en el negocio para el ensamblaje de diferentes artículos, o directamente en el curtido de piel de becerro, producción

de plásticos y colas, excitación y galvanoplastia, conservación de caja de pesca bactericida y fungicida, como clarificante de vino, como sustituto de la malta para ofrecer cuerpo a lager, en el negocio de las drogas por tener un amplio uso útil, para el seguro de metales, cosmetología, perforación petrolera, industria elástica, conservación de pozos petroleros y como componente de pinturas dándole una actividad anticorrosiva” (CABELLO, 2009).

“Otro componente que se obtiene de los taninos de la tara es el corrosivo gálico, que se utiliza como refuerzo celular en el negocio del aceite, en el negocio de la preparación como componente teñido o decolorante, en fotografía, colores, como curtidor, ensamblaje de el papel, en artículos de droguería y otros identificados con grabado y litografía” (CABELLO, 2009).

“Las semillas, para uso revuelto, tienen en su tasa de organización por peso 40% de cáscara, 27% de gomas, 26,5% de germen (almendra) con una sustancia extremadamente alta en proteínas con una alta agrupación de metionina y triptófano de gran calidad; grasas y aceites que podrían utilizarse para uso humano y 7,5% de humedad” (CABELLO, 2009).

“Desde el producto natural, se obtienen aceites, chicles (utilizados para dar consistencia a los yogures helados), harinas proteicas y subsidiarias, por ejemplo, limpiadores, pinturas, tintes, lacas, colores de impresión, untable consumible y margarinas, ya que tiene un corrosivo libre sustancia de 1.4% (oleico corrosivo) es económicamente adecuada debido a su baja corrosividad” (CABELLO, 2009).

“Se utiliza habitualmente en la medicación convencional para calmar malestar de garganta, sinusitis, contaminaciones vaginales y contagiosas; lavado de ojos encendidos, heridas constantes y diente podrido; dolor de estómago, intestinos sueltos, cólera, dolencias y resfriado, es un purificador de colesterol increíble” (CABELLO, 2009).

“La madera se utiliza para la producción de pilares, viguetas o chaclas, para fabricar casas, mangos de instrumentos de cultivo de buena calidad y postes para muro. Igual que la leña y el carbón por sus ventajas caloríficas” (CABELLO, 2009).

2.1.5. Fenología de *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.

"La inflorescencia está en grupos de 8-12 cm de largo; flores bisexuales, cigomorfas; cáliz redondeado, pubescente con porciones sin corazón, de 3 mm de largo, el superior con hebras pectinadas; corola con cinco libres, amarillas, orbiculares, espatuladas o infrecuentemente elípticas pétalos, 10 estambres, fibras afiladas o glandulares, anteras blancas, rojizas, con dehiscencia longitudinal, pistilo curvado verdoso "(CABELLO, 2009).

Productos naturales vegetales rosados, ovalados, algo compactados, de 6 a 11 cm de largo, indehiscente de tono rosado, con un mesocarpio elástico arenoso, y de 9 a 12 semillas de alrededor de 1 x 0,5 x 0,3 cm, reniformes, color terroso color terroso en el superficie reflexiva dura, y con uno de los diferentes lados más grande” (CABELLO, 2009).

2.2. Las raíces

2.2.1. Crecimiento y funcionamiento de las raíces

“La suciedad impacta la planta a través del entramado radicular, debido a su dificultad para estimar estos entramados en el campo, la información sobre la cooperación de la suciedad y las raíces es deficiente. Además, es poco común que las raíces posean aproximadamente más del 5% del volumen de suciedad, incluso en los 100-150 mm superiores, donde generalmente son abundantes. Para algunas cosechas, el volumen involucrado disminuye rápidamente con la profundidad y regularmente no es más de la cien a la milésima parte del 1% a 0.5 m” (WILD, 1992).

2.2.2. Sistemas de las raíces

WINTER (1981) afirma que “la aparición y afirmación de la estructura de la raíz depende profundamente de las condiciones externas. Se hace referencia a que los rendimientos desarrollados con abundantes suministros de agua crearán en general armazones radiculares restringidos a la superficie de la tierra, mientras que las plantas con diversos suministros de agua echarán raíces adicionales ”; mientras que KRAMER (1987) agrega que” la expansión uniforme y vertical de los armazones radiculares y el nivel de bifurcación son importantes para el cumplimiento de los planes”

2.2.3. Factores internos que afectan al crecimiento de la raíz

2.2.3.1. Características hereditarias

KRAMER (1987) señala que "los elementos que controlan el mejoramiento de las raíces se controlan en cualquier momento en que un número específico de variedades animales se desarrollen una junto a otra en un suelo similar."

2.2.3.2. Relación entre raíz y vástago

KRAMER (1987) especifica que "existen datos restringidos con respecto a la medida de materia seca consolidada en las raíces, contrastada con los brotes, generalmente por la dificultad de obtener armazones radiculares completos. Alrededor del 40% de la materia seca de 28 tipos de plantas herbáceas. En cuatro especies de árboles, casi el 18% de la materia seca se encontró en las raíces. El marco de la raíz del pino de Monterey a los 18 años contiene casi tanto raíces como brotes".

KRAMER (1987) agrega sobre raíces y brotes, este creador equivalente plantea que "se apoyan entre sí en diferentes ángulos, y si el desarrollo de uno se ajusta excepcionalmente, probablemente el equivalente ocurrirá con el siguiente. Dado que el desarrollo de las raíces depende de un suministro de almidón proporcionado por los brotes, factores, por ejemplo, ocultan y la disminución del territorio de las hojas (que disminuyen la fotosíntesis) también disminuyen el desarrollo de las raíces. El pastoreo excesivo y el corte regular de forrajes pueden disminuir el peso evaporado de las raíces hasta en un 10% en las plantas de control".

WILD (1992) demuestra que "poco se piensa en los componentes naturales y fisiológicos que deciden la circulación de compuestos aclimatados entre raíces y partes elevadas, aunque algunos analistas han propuesto que numerosas plantas son antieconómicas al inferir un exceso de mezclas absorbidas para el desarrollo radicular en detrimento del desarrollo de la parte aérea y de la útil exhibición. Tales declaraciones sugieren que hay resultados concebibles para cambiar la armonía entre el desarrollo radical y aéreo de manera controlada".

"Ocultar en general disminuye tanto el tamaño supremo de las estructuras de las raíces como la proporción de raíz a brote. La mejora de los alimentos de hoja en algunos casos disminuye el desarrollo de las raíces; además de proporcionar carbohidratos, los brotes también proporcionan sustancias químicas a las raíces." (KRAMER, 1987).

2.2.4. Factores ambientales que afectan al crecimiento de la raíz

2.2.4.1. Humedad del Suelo

KRAMER (1987) demuestra que "una abundancia o insuficiencia de agua del suelo restringe el desarrollo y funcionamiento de la raíz. Una abundancia de agua en la tierra arranca el aire del espacio permeable no estrecho y crea una insuficiencia de oxígeno que causa la desaparición de numerosas raíces, y es probable que haya poco desarrollo de la raíz, suponiendo que exista, en suelos que tienen una sustancia de agua comparable al nivel de marchitamiento perpetuo".

2.2.4.2. Aireación del suelo

“El aliento de las raíces y las entidades orgánicas del suelo en general disminuirá la medida de oxígeno e incrementará la convergencia del dióxido de carbono. Dado que esta acción se incrementa con la temperatura, estas progresiones se diferencian más en verano que en invierno. Además, son más llamativos en una suiedad con un alto contenido de materia natural debido al mayor movimiento microbiano, que en una suiedad que contiene un mínimo de materia natural. Hay un intercambio significativo de gases por dispersión entre el suelo y el aire” (KRAMER, 1987). "La disposición de las raíces de la mayoría de las plantas simplemente llena con entusiasmo el aire circulante alrededor del suelo, por lo que las plantas tienen un marco de raíces mejor y más extendido cuando rellenan en suelo arenoso que en suelo de tierra” (WINTER, 1987).

2.2.4.3. Temperatura del suelo

“El desarrollo de las raíces se ve frecuentemente restringido o alterado por las bajas temperaturas y, en algunos casos, la superficie de la tierra se calienta lo suficiente como para detener el desarrollo de las raíces. La temperatura ideal difiere según la especie, la fase de avance y el suministro de oxígeno, pero debería asociarse con 20 a 25 ° C para la mayoría de las especies” (KRAMER, 1987).

2.2.4.4. Minerales, concentración de sal y pH

KRAMER (1987) muestra que "el pH de la suculidad y la clase de fijación de partículas tienen impactos en el desarrollo de las raíces. Una gran cantidad de ciertos componentes fundamentales, particularmente el fósforo y el nitrógeno, estimulan el desarrollo de las raíces, pero más aún el desarrollo de los brotes, por lo que la creación de raíces / brotes es, en suelos ricos que en suelos que no lo son. No se conocen los impactos de las partículas explícitas, sin embargo, se percibe que el fósforo estimula el desarrollo de las raíces y que las deficiencias de boro y calcio a nivel de la raíz dan como resultado ramas cortas y gruesas y provocan el paso de raíces. muchos enfoques de raíces. La impotencia de las raíces para penetrar profundamente en suelos específicos se identifica más firmemente con la ausencia de alimentos que con la oposición mecánica o la circulación de aire impotente. Además, llama la atención sobre que extraer regularmente la tierra no construye la profundidad de establecer excepto si se añade alimento".

2.2.4.5. La luz

"La luz suele ser un factor en el área de la raíz debido a que la mayoría de las raíces crean en la oscuridad. En cualquier caso, la luz de bajo consumo es vital para el desarrollo efectivo de numerosos tipos de raíces cortadas en los cultivos, evidentemente por ser fundamental para la unión de un controlador de desarrollo" (KRAMER, 1987).

2.3. El carbono

"El carbono (C) es un componente crítico para la presencia de criaturas vivientes, y tiene numerosas aplicaciones mecánicas importantes. Su

número nuclear es 6; y tiene un lugar con el grupo 14 (IV A) de la estructura ocasional. El carbono es un componente apropiado en la naturaleza, a pesar de que solo establece el 0,0025% del exterior del mundo, donde existe fundamentalmente como carbonatos "(LEON, 2006).

"El dióxido de carbono es un segmento importante del aire y la fuente fundamental de carbono que se fusiona en materia viva. A través de la fotosíntesis, las plantas convierten el dióxido de carbono en compuestos naturales de carbono, que por lo tanto son devorados por diferentes seres vivos" (LEON, 2006).

VALLEJO y RODRIGUEZ (2008) muestran que "la presencia de carbono (en los distintos suministros) fluctúa dependiendo del tipo de bosque o la utilización del terreno y las cubiertas existentes. De hecho, incluso en un tipo de bosque similar, habrá contrastes en reserva de carbono ":

- Bosques de llanura aluvial
- Bosques de colina
- Cambios por condiciones naturales
- Cambios debido al manejo, la mediación humana y la progresión del tiempo (progresión natural).

2.3.1. Adiciones a la atmósfera

"Debido al consumo de derivados del petróleo, la destrucción de maderas y otras prácticas comparables, la medida del CO₂ climático se ha expandido desde el trastorno mecánico. La fijación ambiental se ha expandido de 260 a 300 secciones esperadas por cada millón (ppm) evaluado en el período premecánico, a más de 350 ppm en la actualidad, este incremento cubre solo el 50% del CO₂ que, según se evalúa, ha sido liberado al aire, mientras que la otra mitad presuntamente ha sido adsorbida y eliminada por los mares. Si bien la vegetación del planeta puede retener cantidades impresionantes de carbono, también es una fuente adicional de CO₂ "(RUIZ, 2007).

"El CO₂ barométrico actúa como una salvaguarda sobre la tierra. Es navegado por la radiación de onda corta del espacio, pero impide la interrupción de la radiación de onda larga. Dado que la contaminación ambiental ha expandido los grados de CO₂ en el aire, la salvaguardia se está haciendo más espesa y mantener más calor, lo que hace que las temperaturas mundiales se expandan en una interacción conocida como impacto de vivero "(RUIZ, 2007).

"Aunque la expansión aún no ha sido adecuada para aniquilar la inconstancia ambiental regular, la expansión anticipada en la centralización del CO₂ del aire debido a la quema de fósiles propone que las temperaturas mundiales podrían aumentar en algún lugar en el rango de 2 y 6 ° C hacia el inicio del siglo XXI. Este incremento sería lo suficientemente crítico para ajustar

el medio ambiente mundial e influir en la prosperidad de la humanidad " (ÁVILA *et al.*, 2001).

2.4. Problemas de la emisión de carbono

2.4.1. Dióxido de carbono (CO₂)

"Es mayor en el equilibrio gaseoso, una parte se salvaguarda en el medio ambiente, otra como carbonatos, va a los mares, donde las formas de vida marina la almacenan en el fondo marino y una tercera parte, tomada por las plantas, es retenida en sus tejidos y mayoritariamente familiarizado con la sociedad donde se fosiliza, también una pequeña porción es agregada por los derrames volcánicos. El CO₂ es la sustancia fundamental que agota la capa de ozono (GEI), responsable del 66% de los volúmenes producidos y el correspondiente calentamiento "(UNEP y GENS, 1992).

LOPEZ (1998) hace referencia a que "las maderas dirigen el 70% del movimiento del carbono entre la biomasa y el clima, esto se aclara por la alta sustancia de partículas en la xilomasa, la lignina y celulosa están compuestas por 49% de carbono, 2,2 t que son aptas". para producir 1 t de carbono ".

CIESLA (1996) compra en que "el dióxido de carbono vaporoso está enmarcado por la mezcla de dos componentes: carbono y oxígeno. Está formado por la mezcla de dos componentes: carbono y oxígeno. Está formado por la quema de carbono o hidrocarburos, en la maduración de la materia

natural y el aliento de hombres y criaturas. Se encuentra en bajas fijaciones en el aire y es absorbido por las plantas, que más bien producen oxígeno. El gas CO₂ tiene un olor levemente agravante, es mediocre y más pesado que el aire".

2.4.2. Efecto invernadero

"El impacto del vivero es una maravilla del aire característico que permite mantener la temperatura del planeta, al retener parte de la energía del sol, debido al impacto del vivero, la tierra permanece lo suficientemente ampollada como para hacer concebible la vida en el mundo" (NOVOA et al. ., 2000).

CENTENO (1992), HOUGHTON y WOODWELL (1989) advierten que "el impacto del vivero no es, sin nadie más, un peligro para la vida en la tierra. El problema actual es que el movimiento humano ha expandido la centralización del CO₂ y diferentes gases en el El clima. Una medida más prominente de la energía térmica alimentada por el sol en general permanecerá atrapada en el aire, elevando la temperatura normal del planeta ". ANDRASKO (1990) y PNUD (1997) advierten que "los gases fundamentales resultantes del movimiento humano, que se suma a la intensificación del impacto del vivero, son dióxido de carbono (CO₂), vapores de agua (H₂O), metano (CH₄), óxidos nitrosos (N₂O), carbonatos de cloro-flúor (CFCS), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y ozono troposférico (O₃)".

BATET y ROVIRA (2002) expresan que "el ambiente recibe radiación del sol y produce diversas frecuencias: radiación brillante (no adsorbida por completo por el ozono estratosférico antes de que llegue a la superficie del mundo), radiación notable que atraviesa el clima y llegamos a la superficie del mundo como luz, y la radiación infrarroja que atraviesa el aire y nos llega como calor".

"Los rayos infrarrojos son consumidos principalmente por CO₂ y vapores de agua del clima. De la radiación que llega a la superficie del mundo, una sección se retiene y la otra se descarga al medio ambiente en forma de calor. Este calor es captado una vez más, por CO₂ y vapores de agua y aire, creando el supuesto impacto de vivero" (BATET y ROVIRA, 2002).

2.4.3. Causas y consecuencias del cambio climático global

ORDOÑEZ (1999) hace referencia a que "como resultado del incremento en los grados de convergencia del aire del CO₂ y otras sustancias que agotan la capa de ozono, es normal que la temperatura superficial normal mundial se incremente en algún lugar en el rango de 1,4 y 5,8 °C desde 1990 a 2100. Dicha expansión en La temperatura no solo está en el rango de dos y varias veces más alta que la observada en los últimos 100 años (0,6 °C), sin embargo, también es notable en los últimos mil años y se prevé que suceden en un flujo esencialmente más rápido que los cambios notados en los últimos 10,000 años".

Además, observó que "se confía en que los cambios anticipados en la temperatura fluctuarán localmente, y se requieren alcances más altos para calentar sustancialmente más de lo normal en todo el mundo. También es plausible que más adelante se acumule la recurrencia de la maravilla de El Niño, lo que provocará una mayor destacable la ocurrencia de inundaciones y estaciones secas en una enorme cantidad de lugares de las selvas y subtrópicos" (ORDOÑEZ, 1999).

Por otra parte, "el cálido desarrollo de los mares y la reducción de las masas glaciares podrían hacer que el nivel del océano suba en algún lugar en el rango de 8 y 88 cm., En el marco de tiempo de 1990 a 2100, trayendo verdaderas ramificaciones para naciones como Bangladesh y pequeños países insulares. Asimismo, hace referencia a que a medida que el ambiente se calienta, la desaparición podría incrementarse, y se podría ver un incremento en la precipitación media mundial y la recurrencia de aguaceros extraordinarios" (ORDOÑEZ, 1999).

Mientras que unas pocas regiones podrían encontrar mayores precipitaciones, otras tendrían una disminución (ORDOÑEZ, 1999). El IPCC (2001) afirma que "con el inicio del trastorno mecánico, la convergencia de GEI en el aire mostró acumulaciones: dióxido de carbono (CO₂) al 31%; metano (CH₄) al 15%; y óxidos de nitrógeno (N₂O) 17 %".

BATET y ROVIRA (2002) confirman que "el impulsor fundamental del cambio ambiental mundial es la salida de gases por la ignición de fuentes de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas, entre otros), desde el inicio de la

época moderna (1850), donde las emanaciones antropogénicas han expandido de manera impresionante la centralización del CO₂ perceptible por todas partes".

Hoy en día, "los derivados del petróleo son la principal fuente de combustible y dan el 80% de la energía consumida en el planeta. Siendo el equilibrio anual neto de salidas al clima de 3000 millones de toneladas / año (considerando la adsorción por sumideros comunes como bosques, otra vegetación y océanos)" (BATET y ROVIRA, 2002).

2.5. Fijación de carbono por los vegetales

SALISBURY (1999) muestra que "las respuestas de obsesión por el carbono que ocurren en el estroma, NADPH y ATP, creadas en las respuestas de captura de energía, se utilizan para disminuir un compuesto de tres carbonos, el gliceraldehído fosfato. Esta vía en la que el carbono se fija a través del gliceraldehído fosfato es conocida como la vía de los tres carbonos o C₃".

Para esta situación, "la obsesión por el carbono ocurre a través del ciclo de Calvin, en el que la proteína ribulosa bisfosfato (RuBP) carboxilasa consolida un átomo de dióxido de carbono con el material inicial, un azúcar de cinco carbonos llamado ribulosa bisfosfato" (SALISBURY, 1999).

También llama la atención sobre que "en cada cinco lleno, entra una partícula de dióxido de carbono. El número necesario para hacer dos

átomos de gliceraldehído-fosfato, que es idéntico a un azúcar de seis carbonos, es seis vueltas. Seis átomos de RuBP, un compuesto de cinco carbonos, se unen con seis partículas de dióxido de carbono, liberando seis partículas de una transición inestable que antes de largos ascensos a doce átomos de fosfoglicerato, un compuesto de tres carbonos. Las últimas se reducen a doce átomos de gliceraldehído fosfato. Diez de estas partículas de tres carbonos se consolidan y recuperan para dar forma a seis átomos de cinco carbonos de RuBP. Las dos partículas de fosfato de gliceraldehído "extra" abordan la adición neta del ciclo de Calvin. Estos átomos son la etapa inicial de varias respuestas que pueden incluir, por ejemplo, la combinación de carbohidratos, aminoácidos y grasas insaturadas" (SALISBURY, 1999).

Según LEMON (1993), "el CO₂ climático da, a través de la interacción de la fotosíntesis, el material crudo para el movimiento natural en la tierra. El mayor depósito de los resultados de esta interacción es la biomasa como azúcares, almidones, proteínas y grasas. Por lo tanto, la fotosíntesis Se percibe interacción que el trabajo de la serpiente forma parte del equilibrio del contenido de carbono en el aire", como indica HIPKINS (1984), "de al menos $4,8 \times 10^5$ julios (J) para fijar un mol de carbono ". Además, LEMON (1993) demuestra que "a través de este ciclo se puede extraer prácticamente todo el CO₂ del clima en un par de años". Sea como fuere, la fotorrespiración, al tiempo que entrega este átomo, funciona como un socio en el camino hacia la captura de dióxido de carbono en el medio ambiente, razón por la cual la interacción puede ajustarse.

De ahí que los bosques asuman una doble parte: la de sumideros (caracterizados por el CMCC como los ciclos o ejercicios que eliminan los GEI del medio ambiente) de carbono y la de un manantial de descargas de CO₂ del clima. Earthy Colored y LUGO (1992) advierten que "esto además los convierte en especialistas y víctimas del cambio ambiental mundial, posteriormente, su participación en los ciclos comprometidos con el cambio ambiental debe ser conocida".

2.5.1. Carbono almacenado

SEGURA (1997) hace referencia a que "el carbono se recolecta en un ambiente vegetal específico. Considera medidas de tipo de bosque o vegetación, espesor de madera, factores de cambio que son información de biomasa dependiente de volúmenes por hectárea de inventarios de bosques".

"Dicha medida normal de carbono por hectárea nunca se entregará al clima, por esta situación, una cuota para la administración de acopio natural alude a una cuota solitaria para la preservación del bosque, alejándose de un ajuste de uso de la tierra para todo el tiempo, al igual que los parques públicos o las zonas francamente salvadas" (RAMIREZ et al., 1994). El carbono eliminado se comunica en t C ha⁻¹.

QUINTEROS (2009) muestra que "el secuestro de carbono es una ayuda natural dependiente del límite de los árboles para retener y almacenar carbono barométrico como biomasa. Los niveles de ingestión pueden mejorarse con la administración adecuada de los sistemas biológicos de las

maderas, evitando su transformación en manantiales de gases de impacto de vivero (GEI)". AREVALO et al. (2003) expresan que "la medida de carbono (C) secuestrado se identifica con el límite del bosque para mantener una medida específica de biomasa por hectárea, que es un elemento de su heterogeneidad y está dictada por las condiciones del suelo y del medio".

"Las plantas pueden almacenar dióxido de carbono del aire dependiendo de la forma en que durante la fotosíntesis se fija el carbono, que en ese momento utilizan para producir el alimento vital para su desarrollo, evaluando que una hectárea de mansión arbórea puede retener alrededor de 10 t de carbono para cada hectárea / año del medio ambiente, dependiendo de los estados del lugar " (AREVALO *et al.*, 2003).

2.5.2. Carbono fijado

SEGURA (1997) se refiere "el carbono como unidad de territorio cubierto por vegetación tiene la capacidad de fijarse en un período determinado. El carbono fijo se expresa en t C ha⁻¹ año⁻¹".

2.5.3. Almacenamiento y fijación de carbono de los bosques

FINEGAN (1997) y KYRKLUND (1990) advierten que "la medida de la biomasa recolectada por el desarrollo de los árboles en los bosques disminuye continuamente a medida que aumenta la edad de los bosques, de esta manera, su potencial de secuestro de carbono también disminuye. No implica que las maderas en los períodos de desarrollo distintivos no fijen el

carbono". "Esta inconstancia apareció en los bosques comunes en cuanto a los atributos de la captura de dióxido de carbono y la capacidad se llena como la razón para planificar diversas opciones de administración para los entornos normales de bosques y bosques con el objetivo de que aumenten o no la capacidad de CO₂" (FINEGAN, 1997 y KYRKLUND, 1990).

Earthy Colored y LUGO (1992) advierten que "el bosque auxiliar fija más carbono que un bosque esencial ya que tiene un mayor ritmo de eficiencia neta esencial". En cualquier caso, ANDERSON y SPENER (1991) muestran que "el ritmo del secuestro de carbono en zonas apartadas opcionales cambia increíblemente". SMITH y col. (1997) notan que "la creación de biomasa y el límite de almacenamiento de carbono por parte de las plantas están dictados por las zonas de existencia, los destinos, las especies y la fase de avance donde se descubren, la administración (por ejemplo, el marco de tiempo pivote para las haciendas de bosques)".

2.5.3.1. Condición del sitio

HERRERA y ALVARADO (1998) demuestran que "los factores de sitio son los factores naturales que deciden la naturaleza de la tierra y la capacidad lucrativa del sitio para una cosecha determinada, independientemente de si se trata de agricultura o servicio de guardabosques, lo que permite evaluar la rentabilidad, por ejemplo, medida de biomasa".

FASSBENDER (1993) hace referencia a que "la materia natural impacta en las propiedades reales de la sociedad, particularmente en el diseño, directamente influye en el desarrollo y mantenimiento del agua". MORAN y col. (2000) agregan que "los atributos físicos y compuestos de la tierra en cada sitio impactan adicionalmente en el ritmo de recuperación de la madera. Asimismo alude a la accesibilidad de suplementos, la presencia o no aparición de componentes venenosos, la porosidad, la presencia de capas compactadas, profundidad, entre diferentes variables".

2.5.3.2. Edad de la vegetación

LINERA (1983) menciona que "en México, bosques húmedos de 10 meses y siete años introdujeron estimaciones de biomasa recolectada de 5.3 Mg ha⁻¹ para la progresión juvenil 52.69 Mg ha⁻¹ para el niño de siete años. En general, la biomasa de hojas se expandió con la edad, sin embargo se encontraron contrastes en cuanto al compromiso de las distintas partes (hoja, ramas, tallo, raíces) en las dos etapas sucesionales con una trascendencia de la biomasa de ramas y raíces en la progresión. de 7 a 7 años y sale a los 10 meses".

2.6. Fijación de carbono en el suelo

CERRI *et al.* (1998) mencionan que "el stock de carbono natural presente en suelos regulares aborda una armonía única entre la ingestión de material vegetal muerto y la desgracia por desintegración (mineralización). La materia natural del suelo tiene una estructura alucinante y heterogénea y, en general, está mezclada o conectada con los componentes minerales de la

tierra. Se han creado innumerables técnicas de partición para reconocer los diversos componentes de la materia natural del suelo, agrupaciones activas, por ejemplo, racimos que pueden caracterizarse por un ritmo específico de comercio de carbono".

CAMBARDELLA (1998) afirma que "los suministros distintivos de carbono que existen en la tierra tienen ocasiones normales en el hogar que fluctúan de uno a un par de años, dependiendo de la estructura bioquímica, por ejemplo, la lignina es más estable que la celulosa, muchos años o más. 1000 años (porción estable). También hay alguna asociación con la síntesis, pero principalmente con el tipo de enlaces de sustancias".

"Para la división constante del carbono, se debe hacer una calificación entre aseguramiento o captura física o de sustancia. El seguro real, una ejemplificación de las secciones de materia natural por partículas de suciedad o por totales a gran escala o en miniatura de la suciedad y el aseguramiento sintético alude a obligaciones únicas de materia natural con diferentes constituyentes de los coloides de la suciedad o la tierra. No obstante, el término secuestro de carbono como se utiliza en el Protocolo de Kioto no considera estas diferenciaciones y es comparable al término almacenamiento de cualquier tipo de carbono "(CAMBARDELLA, 1998).

"La suma total de C natural almacenado en los suelos ha sido evaluada mediante ciertas técnicas" (SWIFT, 2001) y "su valor es cercano a los 1.500 Pg a 1 m de profundidad. Las valoraciones de C inorgánico dan estimaciones de alrededor de 1.700 Pg C, principalmente en estructuras

estables como CaCO_3 y MgCO_3 , CaCO_3 , CO_2 , HCO_3 y CO_3 " (FAO, 2001; SWIFT, 2001).

"Las suculas que recogen la medida más destacable de COS (carbono natural del suelo) se relacionan con la solicitud de Histosol. A pesar de que la solicitud de Histosol es la que tiene menor territorio superficial en cuanto a diferentes órdenes, es la que tiene más Proporción cantidad COS/superficie "(MARTINEZ, 2008).

SWIFT (2001) demuestra que "los suelos contienen más C que el conjunto existente en la vegetación y en el ambiente, criaturas y microorganismos, como humus y en estructuras profundamente consolidadas con una pieza cercana a C elemental" (JACKSON, 1964). "En condiciones regulares, el carbono natural del suelo resulta de la armonía entre la unión de nuevo material natural a la suculas y la llegada de C de la suculas como CO_2 al clima" (SWIFT, 2001 y AGUILERA, 2000), desintegración y filtración.

ACOSTA y col. (2001) advierten que "la sustancia de carbono natural (CO) en la tierra supera en pocas veces las reservas de C de la biomasa aeronáutica mientras que las reservas de C completo en la tierra abordan el 75% del C almacenado en ambientes terrestres".

2.6.1. Papel de los suelos en el ciclo del carbono

"La tierra almacena cantidades impresionantes de carbono; los ensayos que promueven un incremento de carbono natural en la tierra también

pueden tener un impacto de obsesión por el carbono" (Stuar y Moura-Costa, 2000; citado por MARQUEZ, 2000).

COTRINA (1998) afirma que "en los bosques tropicales, los sumideros de carbono en la tierra se desplazan entre 60 y 115 t.C / ha". El IPCC (2000) demuestra que "el carbono de la sociedad por sí solo aborda más que el carbono de la biomasa forestal". "Tales extensiones de carbono del suelo en regiones tranquilas y boreales frías, e insignificantes en regiones tropicales" (IPCC, 2000; MARQUEZ, 2000 y FONAM, 2005).

2.6.2. Formas de carbono en el suelo

JACKSON (1964) muestra que "el carbono se encuentra en los suelos como un componente de cuatro tipos de materiales naturales y minerales. Carbonatos minerales, principalmente CaCO_3 y MgCO_3 . CaCO_3 ; sin embargo, existen pocas medidas extremadamente dinámicas y significativas de CO_2 y además de HCO_3^- y $\text{CO}_3^{=}$, partículas obtenidas de los carbonatos más solubles. Tipos de síntesis extremadamente densos cerca del carbono básico (carbón vegetal, diagrama, carbón)".

"Sobre los depósitos de plantas, criaturas y microorganismos, modificados y muy seguros, de vez en cuando se les llama 'humus' y 'humatos', que no comprenden un compuesto solitario, contrario a lo que parecen recomendar estos nombres. Depósitos naturales mínimamente modificados de plantas, criaturas y microorganismos vivos y muertos, que sufren deterioros genuinamente rápidos en los suelos." (JACKSON, 1964).

2.6.3. Fijación de carbono por las hojarasca

FASSBENDER (1993) hace referencia a que "la vegetación muerta situada sobre el suelo se establece por estancias de tallos, ramas, hojas, flores y productos orgánicos, principalmente. En el momento en que estos se mantienen en el exterior de la tierra, estructuran la hojarasca o la capa de mantillo y simultáneamente las medidas de deterioro comienzan a través de la mineralización y la humificación".

"Dentro de la capa de mantillo hay tres subcapas, a las que se les da nombres explícitos en la terminología de los suelos; OL (hojarasca = hoja, con acumulación de plantas que muestra construcciones no perturbadas); OF (Fermentación = modificación, con depósitos de plantas durante el tiempo transcurrido cambio) y OH (Humus; con colección de resultados de oposición de naturaleza húmica" (FASSBENDER, 1993).

2.6.4. Fijación de carbono por la descomposición de la madera

El IPCC (1996) muestra que "cuando el monte sembrado explota una parte de la biomasa (raíces, ramas, tallos y follaje) se deja en el suelo, entrando en una interacción de deterioro. A menudo una parte de la biomasa es asaltada por termitas, transmitiendo CH₄ y CO₂ como efectos secundarios. Se estima que el 75% del carbono que se desintegra es entregado por las termitas y de este 75%, el 99,8% se crea como CO₂ y el resto como CH₄, un gas con el mejor potencial para una Tierra".

NABUURS et al. (2001) notan que "el ciclo de deterioro toma tres fases para adquirir materia natural estable (humus)".

"El follaje, las ramas, los tallos y las raíces se descomponen a gran escala y los microorganismos se convierten en tres compuestos principales, partes del disolvente (azúcares primarios), holocelulosa y mezclas como la lignina, que pueden deteriorarse directamente por los microorganismos y la liberación de CO₂. Una pieza del disolvente las mezclas y la holocelulosa pasa a la conducción de mezclas como la lignina y de la última mencionada, pasan al compartimento primario de humus, el cual puede descomponerse y descargar CO₂ o pasar al segundo compartimento de humus, de este compartimento subsiguiente, el carbono debe trasladarse a el medio ambiente en CO₂" (NABUURS et al., 2001).

ROBERT (2002) especifica que "la madera es la interacción de desintegración que está influenciada por varios componentes, siendo los principales la organización de los desechos, las variables climáticas (temperatura y condiciones de bochorno), las propiedades del suelo (superficie, sustancia y fango de mineralogía, agudeza) y las propiedades de las criaturas del suelo en miniatura y a gran escala".

2.6.5. Almacenamiento de carbono en la biomasa subterránea (raíces)

DELGADILLO y QUECHULPA (2006) confirman que "las raíces estructuran el" depósito "de carbono bajo la tierra. Las estimaciones de

obsesión pueden obtenerse mediante estimación directa. Su prueba y estimación requiere aportar tiempo y activos con resultados modestamente exactos debido a la variabilidad de su apropiación en la tierra". Macintosh Dicken (1997), mencionado por FREITAS et al. (2006), muestra que "la evaluación de la biomasa de raíces aborda entre el 10 y el 40% de la biomasa, y esto se obtiene dos veces":

- "Utilización de evaluaciones moderadas y no controvertidas de la biomasa de raíces que dependen de la escritura para la vegetación" Mac Dicken (1997).

- "Estimando la biomasa de raíces, el único beneficio es que la mayor parte del tiempo la biomasa genuina estimada será más prominente de lo que estima el catálogo" Mac Dicken (1997),

FREITAS et al. (2006) "al examinar pruebas de cada segmento de un árbol de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.), decidieron la división del carbono en la raíz descubriendo una estimación de 0.49098 tC/ha".

2.7. Valorización económica de la fijación de carbono

"La estimación financiera de los bosques para la administración de la captura natural de GEI se basa directamente en su capacidad para adsorber una medida específica de CO₂ cada año. Conocer el límite de adsorción de CO₂ genuino en los diversos tipos de bosques es de fundamental importancia, para garantizar que la valoración de bosques es precisa "(FAO, 1998).

CHAMBI (2001) llama la atención sobre que "un examen realizado sobre la valoración monetaria del secuestro de carbono mediante recreación aplicada al espacio boscoso de la hidrovía Inambari en Madre de Dios, espera la estimación financiera del secuestro de carbono obtenido con base en el cálculo de biomasa, teniendo en cuenta variables de recuperación, reforestación y deforestación de bosques y considerando tres situaciones de valor US \$ 20,00, 10,00 y 3,00/tC ". "El costo agregado para los marcos de administración de la obsesión por el carbono en curso será mayor en lugares donde el riesgo probable de desgracia es menor" (FAO, 1998).

2.8. Antecedentes de estudios

QUISPE *et al.* (s/d) determinaron "El acopio climático de carbono de la especie *Caesalpinia spinosa* (tara), midiendo la creación de biomasa y el contenido de carbono en el tallo, ramas y follaje, en rendimientos de un marco agroforestal". Se describieron 24 ejemplos de 322 árboles de *Caesalpinia spinosa* de 8 meses del espacio. Se distinguió la biomasa etérea, utilizando la condición alométrica general para árboles voladizos agroforestales referidos por ICRAF, reproduciendo el suministro de *Caesalpinia spinosa* por hectárea y adquiriendo la secuela de 0.113 t C/ha.

Decidiendo así, el gran potencial para almacenar carbono barométrico, en correlación con *Schinus molle* que presenta 0.078 tC/ha, según la investigación sincrónica, completada en un territorio similar y pensando en 98 árboles. Los creadores atestiguan que si hubiera una expansión en las

fincas de tara, la descripción aproximada anual en el marco agroforestal tendría una remuneración superior a la variable de US \$ 0,4865189807 tC/ha. "Teniendo en cuenta que el costo fijo por tonelada de carbono se estima en US \$ 4,30 por ha/año", QUISPE et al. (Dakota del Sur).

De igual forma, sostienen que como lo indican los resultados adquiridos, *C. spinosa* retiene más carbono en contraste con *S. molle*, ya que en contraste con una correlación individual, *S. molle* tiene una mejora más prominente en su biomasa, esto se refleja en el tallo ancho, en contraste con *C. spinosa*. (QUISPE y col., S/d).

PAREDES (2008) propone "opciones para el aseguramiento del suelo en el cuenco miniatura de Yahuarcocha mediante la siembra directa de *Caesalpinia spinosa*, *Acacia macracantha* y *Schinus molle*, en zanjas de invasión. Los resultados muestran que la mejor opción de reforestación es *A. macracantha* seguida de *S. molle* por último *C. spinosa*, en todos los casos con humus, ya que en general, hasta los dos años, mostraron mayor resistencia, estatura completa y distancia basal".

"La resistencia y la mejora en la estatura completa están moldeadas por el marco: plantación directa o plantación; por las especies: *A. macracantha*, *C. spinosa* o *S. molle*, aplicación de humus y, cuando del año: tormentoso o seco. Las especies con las que mejor aguantaron fueron *S. molle* y *A. macracantha*, en mansión y siembra directa por separado. La estatura absoluta de *Acacia macracantha* y *Caesalpinia spinosa* se ve claramente

afectada por la estación tormentosa; mientras tanto, *Schinus molle* llena más en la estación seca, por su fototropismo más destacado" (PAREDES, 2008).

"El avance en la distancia basal transversal se identifica con el marco de reforestación, los atributos de la especie y la utilización del humus. *Schinus molle*, debido a sus atributos y necesidades explícitas de la especie, construye aún más su medida basal; luego, *Acacia macracantha* y *Caesalpinia spinosa* incrementan igualmente su amplitud, siempre y cuando dos años después de la introducción de los preliminares, en dos marcos de reforestación. Los ocupantes del espacio de influencia del emprendimiento muestran un reconocimiento más destacado por los tipos de ventaja más destacable: *Caesalpinia spinosa* y *Acacia macracantha*" (PAREDES, 2008).

MORA (2001) "en investigaciones realizadas en el espacio de Cartago, Costa Rica en campos de *Pennisetum clandestinum* con una reserva de carbono de 100 tC/ha y 158 tC/ha en profundidades de suelo de 0 - 30 y 30 - 60 cm".

RAMOS (2003) "en investigaciones realizadas en Esparza, Costa Rica en campos mejorados con árboles, un almacenamiento de carbono de 96,8 tC / ha, 29,7 tC/ha en profundidades de suelo de 0 - 10 cm y 10 - 20 cm. ÁVILA et al. (2001) en exámenes realizados en Costa Rica sobre la tierra en un arreglo agroforestal de espresso-eucalipto con edades de 4 y 6 años descubrieron 139 tC/ha y 161 tC / ha de 6 años individualmente".

En determinadas investigaciones realizadas en la zona andina del Perú, AIDER (2008), "adquirió una normalidad de $84.6 \pm 10.29 \text{ MgCha}^{-1}$, un examen realizado en varios tipos de bosques ubicados en varios ámbitos altitudinales del cuenco miniatura del arroyo Yurácyacu (500 - 3000 msnm); en San Martín ". CEDISA (2009) evaluó utilizando las condiciones creadas por CHAVE *et al.* (2005), " $62,5 \pm 4,1 \text{ MgCha}^{-1}$ en el segmento arbóreo y sotobosque de los bosques húmedos de alta montaña de San Martín"; Asimismo, LA TORRE (2005) "evaluó una estimación de $73,7 \text{ MgCha}^{-1}$ para un bosque de cejas silvestres en la localidad de Cusco (3136 m.s.n.m.), utilizando la estrategia propuesta por INIA e ICRAF".

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

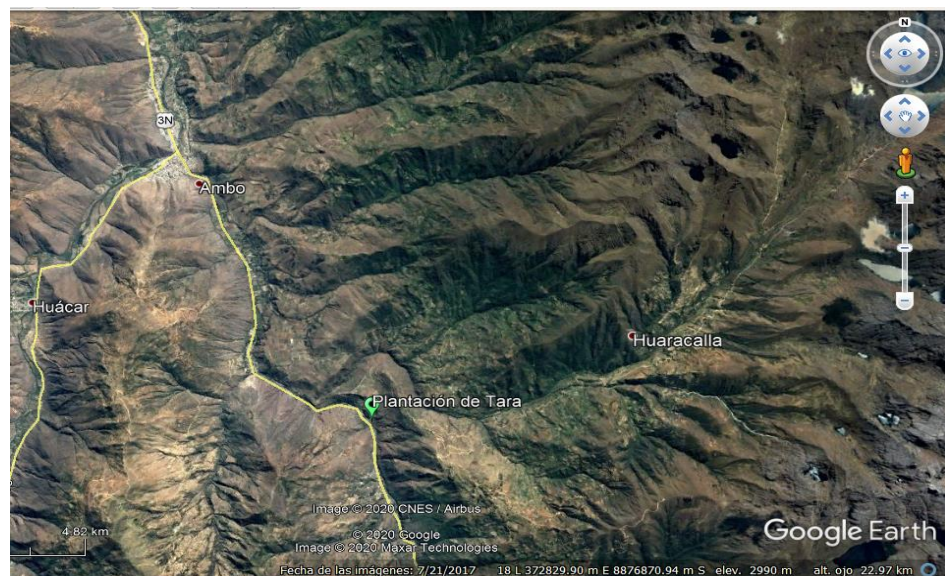
3.1.1. Ubicación política

El trabajo se realizó en el departamento de Huánuco, provincia de Ambo, distrito de Ambo, caserío de Canchacalla, ubicado a la altura del km 376 de la carretera Lima – Huánuco, lugar denominado Matchico y a 5 km, de la carreta, distrito y provincia de Ambo y región Huánuco.

3.1.2. Ubicación geográfica

Geográficamente las áreas en estudio están en las coordenadas:

– Este: 0372306 - Norte: 8873779



3.1.3. Zonas de Vida

“De acuerdo a la clasificación ecológica de las zonas de vida o formaciones vegetales del mundo, el caserío de Canchacalla se encuentra ubicada en las formación vegetal de Bosque Húmedo-Montano Bajo Tropical (bh-MBT)” (HOLDRIDGE, 1987).

3.1.4. Altitud

La altitud promedio donde se encuentran las parcelas en estudio oscilan entre los 2000 a 2800 msnm

3.1.5. Clima

La temperatura registrada en promedio oscila entre 18 °C para la altitud entre 2000 a 2500 msnm y de 10 °C para la altitud desde los 2500 a 3000 msnm.

En caso de la precipitación alcanza 819 mm (2000-2500 msnm) y 650 mm (2500 – 3000 msnm) al año, siendo la época de precipitación pronunciada entre los meses desde diciembre hasta marzo, para el caso del periodo de sequía predominan los meses desde abril hasta agosto, mientras que la presencia de lluvias dispersas ocurre en los meses de setiembre, octubre y noviembre.

3.1.6. Fisiografía

La fisiografía del terreno destinada al establecimiento de la especie, es una falda o ladera de cerro que pertenece al gran paisaje de montaña (MA) comienza en el lugar denominado Matichico a una altitud de 2,300 msnm, teniendo una pendiente de aproximadamente 45° (parte más alta), culminando aproximadamente a los 2,800 msnm, en lugar denominado Colpa. No cuenta con áreas frágiles no con paisajes de valor cultural.

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales

Entre los materiales utilizados se consideró a la libreta de apuntes, machete, clavos, pala, botas, bolsas de papel, bolsas plásticas, sogas y/o rafia, esmalte, plumón indeleble, martillo, wincha de 50 y 5 m, marco de madera de 1 m x 1 m y 0.5 m x 0.5 m, tallos, hojas y ramas de la especie tara, y el cilindro Uhland (para densidad aparente).

3.2.2. Equipos

Se utilizó al receptor GPS Garmin MAP 60 csx, una cámara fotográfica Panasonic DMC-FS4, la estufa, la balanza analítica C T 3000 H y la brújula Suunto.

3.3. Metodología

3.3.1. Descripción del sistema de uso de la tierra evaluado

Se ubicó bosques plantados y naturales de *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K. Para el caso de los bosques plantados, el control de malezas se realizó mediante el deshierbo manual utilizando machete por un periodo de dos veces por año, el terreno presenta una topografía inclinada y buen drenaje.

3.3.2. Delimitación de las parcelas

En el bosque plantado se trazaron dos cortes transversales que se encontraron al azar, los mismos que muestran las medidas acompañantes: 7,5 mx 25 m, donde se hizo el empadronamiento de todos los árboles, no obstante cada parcela se colocaron dos cuadrantes de 1 mx 1 arriba. m, para la evaluación de la vegetación no arbórea (arbustiva y herbácea); En cada parcela, dentro de los cuadrantes de 1 m x 1 m, se recogió la hojarasca recogida en el subcuadrante 0,5 m x 0,5 m; para el bosque natural de tara, se realizó similares actividades sobre delimitación de transecto y los subcuadrantes. Con la finalidad de determinar la distribución del carbono almacenado en los componentes de la planta de tara, se ha tenido que extraer desde la raíz un individuo de cada transecto, separarlos en partes y posteriormente pesarlos.

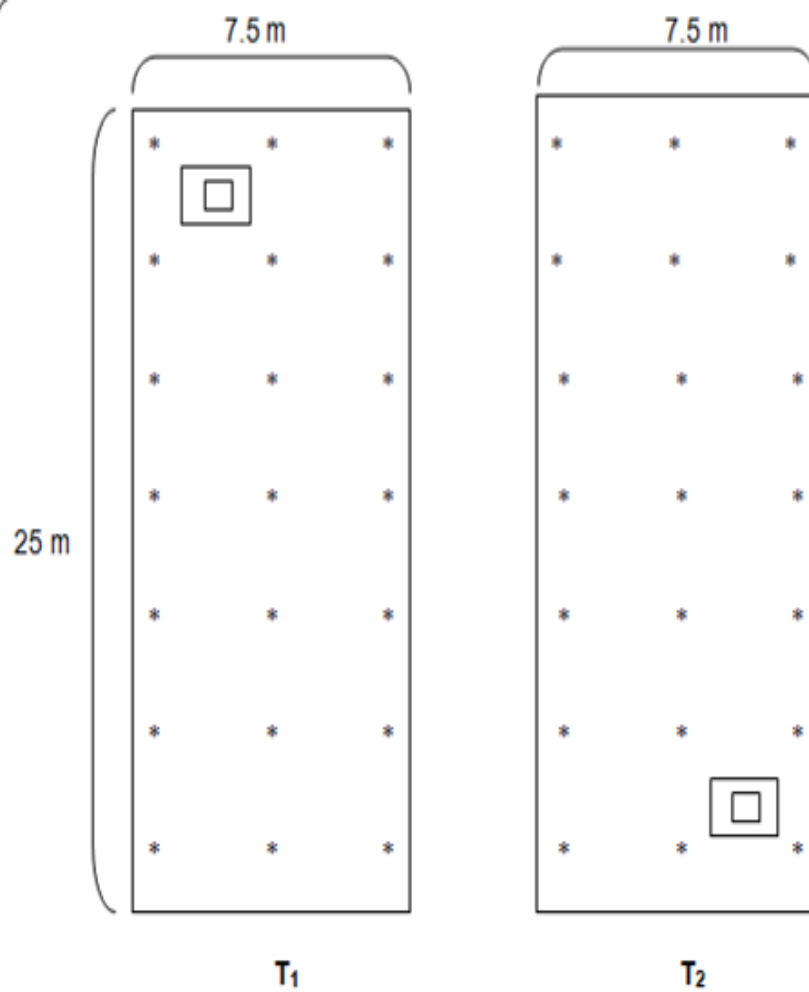


Figura 1. Transectos y parcelas instalados en las plantaciones de tara.

- Sub parcelas (7.5 m x 25 m)
- Bosque plantado de tara, con cuatro años desde el establecimiento y los distanciamientos de 2.7 m x 2.7 m = T₁
- Bosque natural de tara, con 40 años aproximadamente y el distanciamiento entre plantas fue variable = T₂
- Cuadrantes de (1 m x 1 m)
- Sub cuadrantes de 0.5 m x 0.5 m

3.3.3. Muestreo suelo y medición de la densidad aparente (g/cc)

En los cuadrantes delimitados para la inspección de la vegetación, se abrió una fosa por crucero con medidas de 1 m x 1,5 m x 1,5 m (largo, ancho y profundidad). Donde los skylines se caracterizaron por la superficie de tierra, se utilizaron cámaras Uhland y se recogieron pruebas para medir el espesor obvio "(ARÉVALO et al., 2003). Además," se tomaron pruebas de una normal de 500 g, las cuales fueron embarcadas fuera de la instalación de investigación para la medición de carbono absoluto y examen recíproco de superficie y pH.

3.3.4. Determinación de la biomasa arbórea vegetal (BVT)

"La metodología seguida para el presente trabajo, corresponde a lo establecido" por ARÉVALO *et al.* (2003):

$$BVT \text{ (t/ha)} = (BVAT + BAH + Bh)$$

Donde:

BVT = Biomasa vegetal total (t/ha)

BAVT = Biomasa arbórea vegetal total

BAH = Biomasa arbustiva y herbácea

Bh = Biomasa de la hojarasca, materia seca

3.3.4.1. Biomasa arbórea viva

Para evaluar la biomasa (fuste, ramas, hojas) arbórea viva de arbustos mayores de 2.5 cm, se trazaron sub parcelas para cada transecto, ARÉVALO *et al.* (2003).

$$BAV \text{ (Kg/árbol)} = 0.1184 \times dap^{2.53}$$

Donde:

BA = Biomasa arbórea (kg/árbol)

dap = Diámetro a la altura del pecho

0.1184 = Constante

2.53 = Constante

Luego, para calcular la cantidad de biomasa por hectárea, se realizó la suma la biomasa de todos los árboles medidos y registrados dentro de las parcelas, ARÉVALO *et al.* (2003).

$$BAVT \text{ (t/ha)} = BAV \times 0.0533$$

Donde:

BAVT = Biomasa arbórea vegetal total

BAV = Biomasa arbórea vegetal (kg) en las parcelas

0.0533 = Constante obtenido por el tamaño de la parcela utilizado
(7.5 m x 25 m)

3.3.4.2. Biomasa arbustiva y herbácea

La determinación de la biomasa arbustiva y herbácea fue establecido por muestreo directo, cortando la vegetación a nivel del suelo y registrando el nuevo peso absoluto por metro cuadrado, del cual se extrajo una submuestra del peso realizado y se secó en una estufa a 75 ° para secar de manera constante. peso ARÉVALO *et al.* (2003).

$$\text{BAH (t/ha)} = ((\text{PSM}/\text{PFM}) \times \text{PFT}) \times 0.01$$

Donde:

BAH = Biomasa arbustiva/herbácea, materia seca

PSM = Peso seco (g) de la muestra colectada

PFM = Peso fresco (g) de la muestra colectada

PFT = Peso fresco total

0.01 = Factor de conversión

3.3.4.3. Biomasa hojarasca

ARÉVALO *et al.* (2003), La hojarasca agregada en los subcuadrantes de 0.5 mx 0.5 m (0.25 m²) fue recolectada y calibrada, y de esta se tomó un subejemplo de valor discrecional, el cual fue enviado fuera del

laboratorio para su evacuación en la estufa hasta llegar al peso consistente. , en ese punto, para decidir la biomasa de la hojarasca, se utilizó la condición acompañante:

$$Bh \text{ (t/ha)} = ((PSM/PFM) \times PFT) \times 0.04$$

Donde:

Bh	= Biomasa de la hojarasca, materia seca
PSM	= Peso seco (g) de la muestra colectada
PFM	= Peso fresco (g) de la muestra colectada
PFT	= Peso fresco total (g)
0.04	= Factor de conversión

3.3.5. Cálculo del peso del volumen del suelo

Para calcular el peso del volumen del suelo por horizonte de muestreado, se utilizó la siguiente fórmula:

$$PVs \text{ (t/ha)} = DA \times Ps \times 10000$$

Donde:

PVS	= Peso del volumen del suelo
DA	= Densidad aparente
Ps	= Espesor/profundidad del horizonte del suelo (m)
10000	= Constante

3.3.5.1. Densidad aparente del suelo

Para determinar la densidad aparente del suelo, se utilizó la siguiente fórmula:

$$DA \text{ (og/cc)} = PSN / VCH$$

Donde:

DA = Densidad aparente

PSN = Peso seco del suelo dentro del cilindro

VCH = Volumen del cilindro (constante)

Para determinar el porcentaje de carbono orgánico en el suelo por horizonte de muestreo, se utilizó la fórmula representada por:

$$\%C = \% \text{ M.O.} / 1.724$$

Donde:

%C = Porcentaje de carbono.

% M.O = Porcentaje de materia orgánica.

1.724 = Factor de Van Vammelen.

El cálculo del almacenamiento del carbono orgánico del suelo (COS) por horizonte de muestreo, estuvo representada por fórmula:

$$COS = CO\% * da * Ps$$

Donde:

COS = Carbono orgánico de suelos (tC/ha).

C.O% = Porcentaje de carbono en el suelo.

da = Densidad aparente.

Ps = Profundidad de muestreo (cm).

3.3.6. Cálculo del carbono total

Para determinar el carbono almacenado, se utilizó la ecuación:

$$CT \text{ (t/ha)} = CBV + CS$$

Donde:

CT = Carbono total del SUT

CBV = Carbono en la biomasa vegetal total

CS = Carbono del suelo

3.3.6.1. Carbono en la biomasa vegetal

Para estimar la cantidad de carbono en la biomasa vegetal total, se utilizó la siguiente ecuación:

$$CBV \text{ (t/ha)} = BAVT \times 0.45$$

Donde:

CBV = Carbono en la biomasa vegetal total (t/ha)

BVT = Biomasa vegetal total

0.45 = Constante

3.3.6.2. Carbono en el suelo

La cantidad de carbono almacenado en el suelo se determinó mediante la siguiente ecuación:

$$CS \text{ (t/ha)} = (PVs \times \%C) / 100$$

Donde:

CS = Carbono en el suelo (t/ha)

PVs = Peso del volumen del suelo

%C = Resultados de carbono en porcentaje analizados en laboratorio

100 = Factor de conversión

3.3.7. Variables

3.3.7.1. Variable independiente (X)

- Carbono total almacenado en la especie no maderable tara (*Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.) en bosque natural y plantado.

3.3.7.2. Variables dependientes (Y)

- Carbono almacenado en la parte aérea.
- Carbono almacenado en el suelo.

3.3.8. Análisis estadístico

Para comparar y determinar si existe una diferencia estadísticamente significativa en el promedio de las medias de dos muestras (bosque plantado y bosque natural), se realizó la prueba T de Student para la variable carbono de la parte aérea. Además, la prueba T estará constituido por los respectivos coeficientes de variación y la prueba de Levene que ayudará la igualdad de varianzas.

IV. RESULTADOS

4.1. Carbono almacenado en la biomasa aérea de bosques natural y plantado de la especie forestal no maderable *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K. “tara”.

Se encontró diferencias estadísticas entre los dos tipos de bosque, natural y plantado, el cual rechaza la hipótesis científica, ya que el carbono total aéreo en un bosque plantado de tara fue de 13.06 t.C/ha (toneladas de carbono por hectárea), siendo inferior al carbono determinado en un bosque natural que alcanzó 42.8 t.C/ha. (Cuadro 1).

Además, existe mayor distribución de carbono almacenado en el componente arbóreo vivo para ambos tipos de bosque, menor carbono en el componente hojarasca para el bosque natural y el carbono arbustiva y herbácea del bosque plantado (Figura 2).

Cuadro 1. Total de carbono aéreo almacenado en bosque plantado y natural de la especie *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.

Bosque	Especie	Arbórea (tC/ha)	Arbustiva y herbácea (tC/ha)	Hojarasca (tC/ha)	Total (tC/ha)
Plantado	<i>C. spinosa</i>	11.39	0.55	1.13	13.06
Natural	<i>C. spinosa</i>	41.20	1.06	0.54	42.80

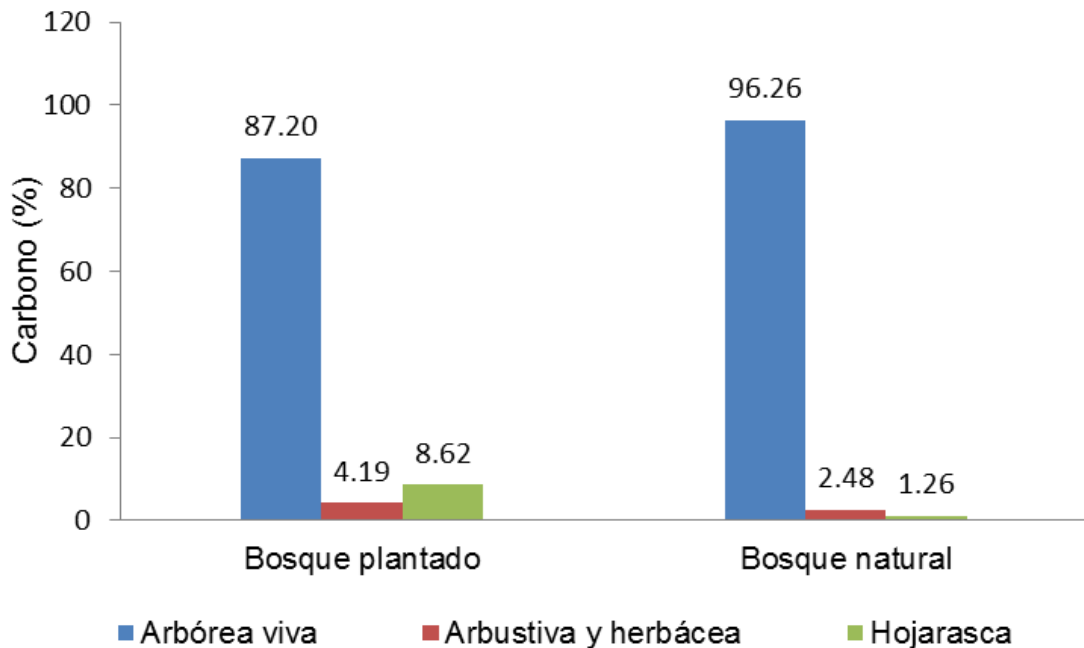


Figura 2. Distribución del carbono aéreo almacenado en bosque plantado y natural de la especie *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.

4.2. Carbono almacenado en el suelo del bosque plantado y natural de la especie *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.

El carbono almacenado en el sistema suelo de un bosque plantado con tara registró 37.14 tC/ha., siendo menor que el suelo del bosque natural que registró 141.22 tC/ha., (Cuadro 2), la diferencia entre el carbono total del suelo entre ambos bosques fue de 104.08 tC lo cual ratifica que el sistema natural no sufrió perturbaciones.

Además, se observa que la mayoría del carbono almacenado en el sistema edáfico se encuentra a partir de los 30 cm de profundidad, esto debido a que el carbono fue almacenado en mayor tiempo como es más notorio en el bosque natural (Cuadro 2).

Cuadro 2. Carbono almacenado en el sistema suelo con plantación de *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.

Bosque	Especie	Profundidad (cm)	%MO	%C	COS	Total (tC/ha)
Plantado	<i>C. spinosa</i>	0 – 30	2.57	4.43	10.26	37.14
		30 – 100	0.62	1.06	26.88	
Natural	<i>C. spinosa</i>	0 – 30	3.59	6.19	20.16	141.22
		30 - 100	1.39	2.40	121.06	

MO: Materia orgánica

COS: Carbono orgánico del suelo (t).

En suelos donde el muestreo fue hasta los 30 cm de profundidad, en el bosque natural se encontró casi el triple del carbono que en bosque plantado, y en caso del carbono registrado entre 30 - 100 cm de profundidad en el bosque natural representó un valor de carbono cercano a cinco veces mayor al de un bosque plantado de *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K. (Figura 3).

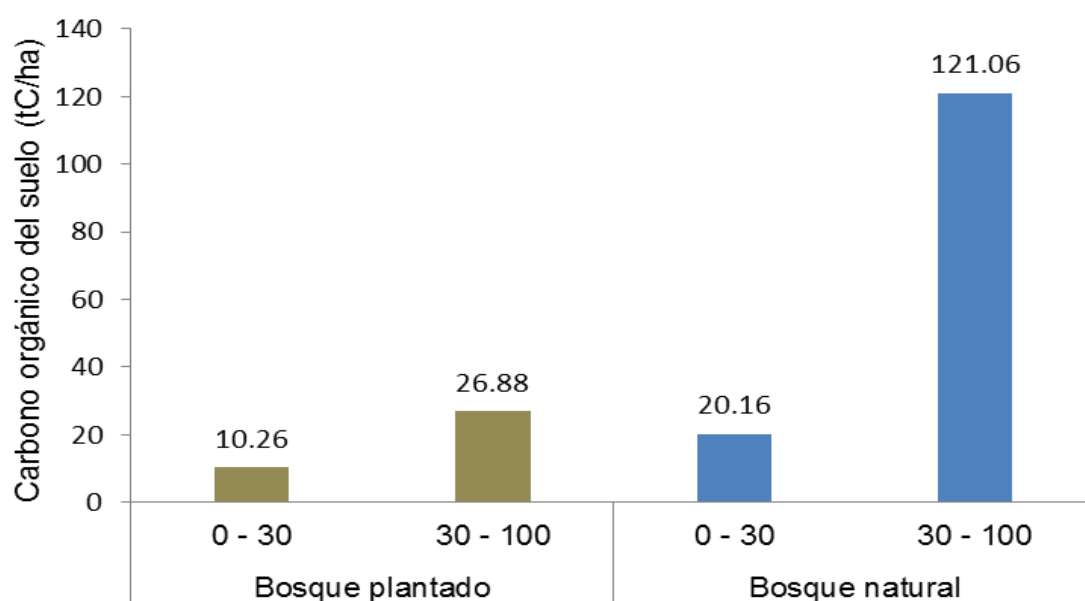


Figura 3. Distribución del carbono almacenado en el suelo con bosque plantado y natural de *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.

4.3. Carbono total almacenado (Biomasa vegetal + suelo) en bosque plantado y natural de *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.

El carbono almacenado en la parte aérea y el suelo del bosque natural es tres veces superior al bosque plantado (Cuadro 4 y Figura 4).

Cuadro 4. Total de carbono almacenado en bosques con *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.

Bosque	Especie	Vegetal (tC/ha)	Suelo (tC/ha)	Total (tC/ha)
Plantado	<i>Caesalpinia spinosa</i>	13.06	37.14	50.20
Natural	<i>Caesalpinia spinosa</i>	42.80	141.22	184.02

Bosque plantado con 5 años desde el establecimiento. Bosque natural con 40 años aproximadamente.

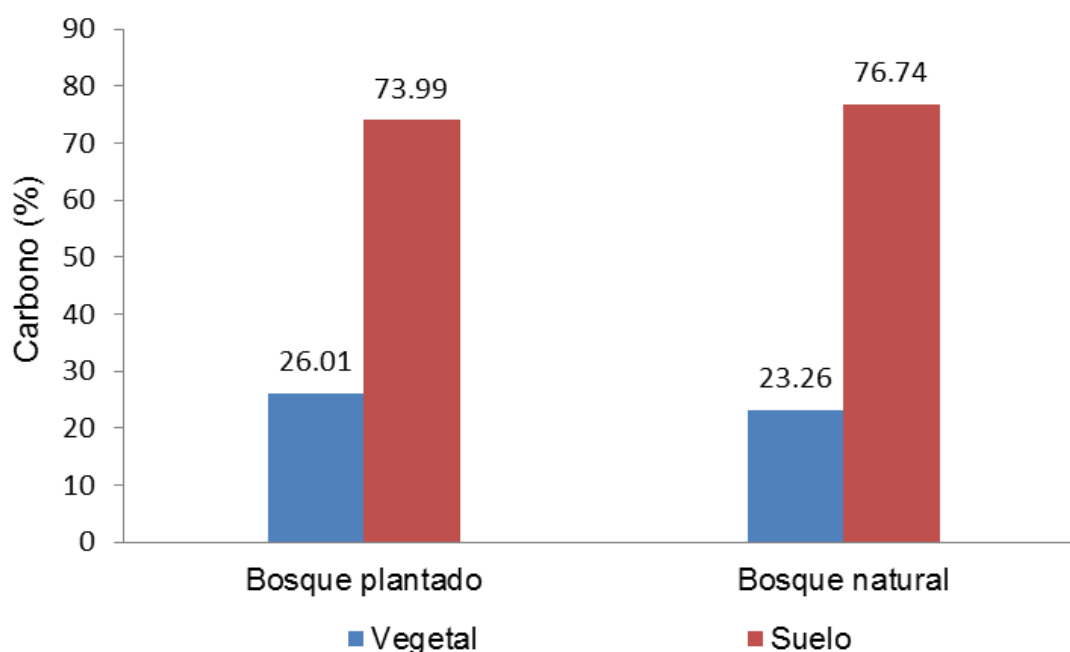


Figura 4. Distribución porcentual del carbono almacenado en bosques con *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.

La distribución del carbono almacenado en el suelo ha sido superior a la parte aérea, registrando un 73.99% del total de carbono para un bosque plantado y un 76.74% para el bosque natural, mientras que en la parte aérea los valores de carbono representan 26.01% y un 23.26% respectivamente (Figura 4).

4.4. Distribución de la biomasa en bosques plantado y natural de la especie *Caesalpinea spinosa* (Mol) O.K.

En el bosque plantado se ha encontrado mayor inflorescencia, motivo por la cual la biomasa fue superior en comparación al bosque natural; además, en la parte del tallo de las plantas se encuentra la mayor cantidad de carbono almacenado, valor registrado tanto para el bosque natural como el bosque plantado (Cuadro 5).

Cuadro 5. Biomasa distribuida en un bosque plantado y natural de la especie *Caesalpinea spinosa* (Mol) O.K.

Partes de la planta	Bosque plantado (kgC/planta)	Bosque natural (kgC/planta)
Hojas	1.46	2.98
Frutos	0.07	3.07
Tallo	7.79	57.06
Raíces	3.21	10.19
Flores	0.09	0.03
Total	12.63	73.33

Registrando como distribución porcentual del carbono encontrado en la planta de tara, en el bosque plantado, el tallo representa un 61.71%, seguido del sistema radicular con 25.43%, las hojas con 11.60%, las flores con 0.71% y en menor cantidad se registró carbono en los frutos con 0.54% (Cuadro 5 y Figura 5).

La distribución del carbono para un bosque natural, presentó similar comportamiento, siendo mayor en el tallo con 77.81%, seguida de las raíces con 13.90%, con un aporte de los frutos de 4.19%, las hojas con 4.06% y en menor cantidad el carbono registrado en las flores con 0.04% (Cuadro 5 y Figura 5).

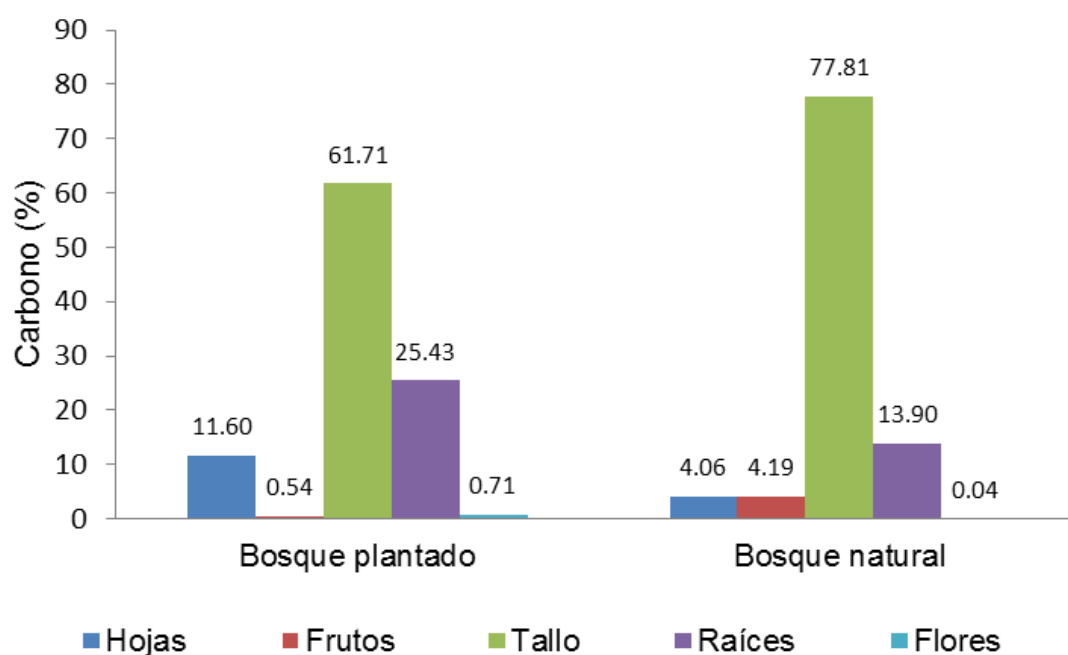


Figura 5. Carbono distribuido en plantas de *Caesalpinea spinosa* (Mol) O.K.

V. DISCUSIÓN

5.1. Carbono almacenado en la biomasa aérea de bosques plantado y natural de la especie *Caesalpinea spinosa* (Mol) O.K.

La variación del contenido de carbono entre un bosque plantado (13.06 tC/ha) y un bosque natural (42.80 tC/ha), depende generalmente por el tiempo que presentan las plantas conformando un bosque de 4 años y aproximadamente 40 años (Cuadro 1); dichos resultados, están por debajo del carbono almacenado en la biomasa aérea, obtenidos en algunos estudios realizados en la zona andina del Perú", como es el caso de la AIDER (2008), que citan un promedio de $84.6 \pm 10.29 \text{ MgCha}^{-1}$, "en diferentes tipos de bosque ubicados en rangos altitudinales de la microcuenca del río Yurácyacu (500 – 3000 msnm) en San Martín"; CEDISA (2009) estimó mediante las ecuaciones desarrolladas por CHAVE *et al.* (2005), " $62.5 \pm 4.1 \text{ MgCha}^{-1}$ en el componente arbóreo y sotobosque de los bosques de húmedos de montañas altas en San Martín", la cual el estado de bosques húmedos y la alta densidad de especies vegetales incrementa el almacenamiento de carbono. En el presente trabajo el bosque natural presenta mayor carbono debido a la edad de la plantación lo cual hace que acumule mayor cantidad de carbono tanto aéreo como edáfico.

La variación de los resultados obtenidos del componente aéreo fue notorio debido a que el uso de la tierra en la plantación fue sometido a

diferentes actividades agronómicas como parte del manejo (VALLEJO y RODRIGUEZ, 2008) de la tara, motivo por el cual se sugiere conservar los bosques naturales para absorber cantidades considerables de CO₂ (RUIZ, 2007) que “Es un segmento importante del clima y la fuente fundamental de carbono que se une a la materia viva a través de la fotosíntesis” (LEON, 2006).

5.2. Carbono almacenado en el suelo con bosques plantado y bosque natural de las especie *Caesalpinea spinosa* (Mol) O.K.

En la investigación, el carbono en el suelo se registró menor valor en bosque plantado (37.14 tC/ha) al compararse con el de un bosque natural (141.22 tC/ha) como se registra en el Cuadro 2 y Figura 3; resultados del bosque natural superiores a los reportes de COTRINA (1998) al manifestar “que en los bosques tropicales, los sumideros de carbono en el suelo varían entre 60 y 115 t.C/ha”, además, dicha distribución es superior al carbono aérea como lo corrobora el IPCC (2000) al indicar “que el carbono del suelo por si solo representa más que el carbono de la biomasa forestal”.

Resultados acordes y diferentes a lo obtenido (Cuadro 2) lo registraron MORA (2001) en Costa Rica obtuvo que el carbono “en pasturas de *Pennisetum clandestinum* con un almacenamiento de carbono de 100 tC/ha y 158 tC/ha en profundidades de suelo de 0 – 30 y de 30 – 60 cm”; RAMOS (2003), menciona que “en pasturas mejoradas con árboles encontró 96.8 tC/ha y 29.7 tC/ha en profundidades de suelo de 0 – 10 cm y de 10 – 20 cm respectivamente”. El contenido de carbono orgánico del suelo en bosque plantado (10.26 tC/ha) y un bosque natural (22.80 tC/ha), en profundidades de

suelo de 0 – 30 cm y de 30 – 100 en bosque plantado (26.88 tC/ha) y un bosque natural (121.06 tC/ha).

5.3. Carbono total en bosque plantado y bosque natural de *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.

La menor cantidad de carbono total almacenado se registró en el bosque plantado (50.20 tC/ha) en a de un bosque natural (184.02 tC/ha) como se registra en el Cuadro 4, favorece a los valores diametrales en la planta de tara y la acumulación permanente en el tiempo del carbono en el suelo, al respecto AREVALO *et al.* (2003) expresan que “la medida de carbono (C) secuestrado se identifica con el límite del bosque para mantener una medida específica de biomasa por hectárea, que es un componente de su heterogeneidad y está dictada por las condiciones del suelo y del medio.”. El menor valor de carbono almacenado en el bosque plantado con tara es debido al poco tiempo que presenta en comparación al bosque natural, como lo corrobora SMITH *et al.* (1997), al indicar “que la generación de biomasa y el límite de almacenamiento de carbono de las plantas están controlados por las zonas de existencia, los destinos, las especies, la fase de mejora donde se encuentran y la administración que se les concede (por ejemplo, el turno de tiempo para las planraciones forestales)”, Por lo que permite que desarrollen sus raíces, hojas y aminoácidos de manera orgánica en el suelos.

En el Cuadro 4 y Figura 4 se registró mayor carbono almacenado en el sistema de suelo de un bosque natural (141.22 tC/ha) en comparación al bosque plantado (37.14 tC/ha) como lo corrobora SWIFT (2001), al indicar que

“Los suelos contienen más C que el agregado existente en la vegetación y en el clima, al igual que en criaturas y microorganismos, como humus y en estructuras excepcionalmente densas con una organización cercana al C natural”. “En condiciones normales, el carbono natural del suelo resulta de la armonía entre la consolidación de nuevo material natural en la sociedad y la llegada de C de la sociedad como CO₂ al medio ambiente” (SWIFT, 2001 y AGUILERA, 2000), desintegración y drenaje. Además, CERRI et al. (1998) notan que “la reserva natural de carbono presente en suelos característicos aborda una poderosa armonía entre la retención de material vegetal muerto y la desgracia por cambio o mineralización”.

5.4. Distribución de la biomasa en la planta de *Caesalpinea spinosa* (Mol) O.K., en bosque plantado y bosque natural

Se registró que en el bosque plantado el sistema radicular representó un 25.43%, mientras que en un bosque natural fue 13.90% (Figura 5), resultados que fueron favorecidos por que los suelos que no presentaban humedad excesiva y resultados inferiores registró KRAMER (1987) “en cuatro especies de árboles, que solo el 18% aproximadamente de la materia seca se encontraba en las raíces”; por otro lado los resultados se encuentran dentro del rango que Mac Dicken (1997), citado por FREITAS et al. (2006), “la que estima la biomasa de las raíces representa entre un 10 y un 40% de la biomasa”. También se otorga la variabilidad de valores porcentuales al aspecto genético (especies) y al lugar donde crecen las plantas, como es el caso del estudio realizado por FREITAS et al. (2006) “al analizar muestras de cada componente

de un árbol de aguaje (*Mauritia flexuosa* L.f.), determinando la fracción de carbono en la raíz encontrando un valor de 0.49 tC/ha” y TRELLES (2012) registró entre 12.34% y 18.03% de carbono radicular en el cacao (*Theobroma cacao* L.).

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que el carbono almacenado en los bosques plantados de la especie forestal no maderable *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K., de cuatro años es menor que los bosques naturales de aproximadamente 40 años.
2. Se determinó que, el carbono almacenado en la biomasa aérea de la especie forestal no maderable *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K., en el bosque plantado, fue 13.06 tC/ha. Y en un bosque natural, fue 42.80 tC/ha.
3. Se determinó que, el carbono almacenado en el suelo de la especie forestal no maderable *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K. en el bosque plantado, fue 37.14 tC/ha. Y en bosque natural fue 141.22 tC/ha.
4. Se determinó, el carbono total almacenado (Biomasa vegetal + suelo) en bosques plantado de la especie no maderable *Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K., fue 50.20 tC/ha y en caso de las bosques naturales se obtuvo un valor de 184.02 tC/ha.

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar plantaciones con la especie tara, debido a que aparte de generar ingresos económicos por su producción, almacena carbono como un servicio ambiental.
2. Conservar los bosques naturales con la especie forestal no maderable tara, ya que es una especie nativa y almacena el carbono reduciendo el efecto invernadero y el cambio climático.
3. Sugerir a los propietarios con grandes extensiones de bosques plantados con tara, incluir como parte de su gestión ambiental y la conservación de esta especie y la aplicación de prácticas sostenibles como parte del manejo.

**STORAGE OF THE CARBON OF THE NON-MADERABLE FOREST
SPECIES TARA (*Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.) IN NATURAL AND
PLANTED FOREST IN THE PROVINCE OF AMBO - HUÁNUCO**

VIII. ABSTRACT

With the purpose of quantifying the carbon stored in forests of the not providing useful wood species tare (*Caesalpinia spinosa* (Mol) O.K.) in the province Ambo - region Huánuco, the investigation was realized in forests planted with four years of established and a natural forest of tare with 40 years, plots located in Canchacalla's hamlet, district Ambo and region Huánuco. In the planted and natural forest, 25 m were elaborated transectos of 7.5 m x, where the census of the trees was realized, there were established two quadrants of 1 m x 1 m, for the evaluation of the vegetation shrubby and herbaceous, in addition the verbiage accumulated in the subquadrant gathered 0.5 m x 0.5 m and with the purpose of determining the distribution of the carbon stored in the components of the plant of tare, there has had to be extracted from the root an individual of every transecto. The total carbon stored (air part and of the soil) in the natural forest was 184.02 tons per hectare distributed in 23.26 % in the air part and 76.74 % in the soil, whereas in a planted forest one determined 50.20 tons of carbon distributed in 26.01 % for the air part and 73.99 % in the soil.

Keywords: *Caesalpinia spinosa*, biomass, carbon, soil.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDER (Asociación para la Investigación y Desarrollo Integral). 2008. Evaluación del carbono almacenado en la cuenca alta del Río Yuracyacu. Lima, Perú. 28 p.
- ANDRASCO, K. 1990. El calentamiento del globo terráqueo y los bosques: estado actual de los conocimientos. Unasylva. Roma. 41 p.
- ÁVILA, G., JIMÉNEZ, F., BEER, J., GÓMEZ, M., IBRAHIM, M. 2001. Almacenamiento, fijación de carbono y valoración de servicios ambientales en sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica, Agroforestería de las Américas.
- BROWN, S., LUGO, A.E. 1992. Tropical forests as sinks of atmospheric carbon. Forest Ecology and Management 54:239 – 255.
- CABELLO, I. 2009. Monografía de *Caesalpinia spinosa* “Tara” (Molina) Kuntze. Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú. 32 p.
- CEDISA (Centro de Desarrollo e Investigación de la Selva Alta). 2009. Potencial de almacenamiento de carbono en bosques naturales de áreas naturales protegidas, territorios comunales y concesiones forestales maderables para REDD en San Martín, Perú. CEDISA/WWF. Tarapoto, Perú. 100 p.

- CENTENO, J. 1992. El efecto Invernadero. Valencia, Venezuela. *Planiuc.* 18(19):75-96.
- CERRI, C., FELLER, C., BALESSENT, J., VICTORIA, R., PLENECASSAGNE, A. 1985. Application du tracage isotopique naturel ^{13}C á l'étude de la dynamique de la matière organique dans les sols. *C.R. Aca. Sc. Paris, ser 2*, 300. p. 423 – 428.
- CHAVE, J., ANDALO, C., BROWN, S., CAIRNS, M., CHAMBERS, J., EAMUS, D., FOLSTER, H., FROMARD, F., HIGUCHI, N., KIRA, T., LESCURE, J., NELSON, B., OGAWA, H., PUIG, H., RIÉRA, B., YAMAKURA, T. 2005. Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. [En línea]: WINROCK, (http://www.winrock.org/ecosystems/files/Chave_et_al-2005.pdf, documento, 03 Ago. 2013).
- CIESLA, M.J. 2006. Cambio climático, bosques y ordenamiento forestal. Roma, Italia. FAO. 146 p.
- CRONQUIST, A. 1981. An Integrated System of Classification of Flowering Plants. Copyright © 1981 Columbia University Press. Usado con permiso de la editorial. 53 p. [En línea]: Conabio, (<https://reinaldolozano.files.wordpress.com/2012/10/cronquist1980.pdf>, documentos, 19 Abr. 2019).
- DE LA CRUZ, P. 2004. Aprovechamiento integral y racional de la tara *Caesalpinia spinosa* - *Caesalpinia tinctoria*. *Revista del Instituto de Investigación FIGMMG.* 7(14):64-73.

- FASSBENDER, H.W. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2a. Ed. INFORAT, Centro Agronómico Tropical de investigación y enseñanza, proyecto agroforestal CATIE/GTZ, Serie de materiales de enseñanza. N° 29. 491 p.
- FINEGAN, B. 1997. Memorias del Taller internacional sobre estado actual y potencial de manejo y desarrollo del bosque secundario tropical en América Latina: Bases ecológicas para el manejo de bosques secundarios de las zonas húmedas del trópico americano, recuperación de la biodiversidad y producción sostenible de madera. Pucallpa-Perú. p. 106-109.
- FREITAS, L., OTÁROLA, E., CASTILLO, D., LINARES, C., MARTÍNEZ, P., MALCA, G. 2006. Servicios ambientales de almacenamiento y secuestro de carbono del ecosistema aguajal en la Reserva Nacional Pacaya Samiria. 2 ed. Iquitos, Perú. 65 p.
- HERRERA, B., ALVARADO, A. 1998. Calidad de sitio y factores ambientales en bosques de Centro Amarica. Agronomía Costarricense 22 (1): pp. 99 – 117.
- HIPKINS, M.F. 1984. Photosynthesis in: Wilkins, MB (ed) 1984. Plant physiology. Pitman Publishing Limited, London, UK. pp. 219 – 248.
- HOLDRIDGE, R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. 3 ed. San José, Costa Rica, Servicio editorial IICA. 216 p.
- HOUGHTON, R., WOODWEL, G. 1989. Cambio climático global. Investigación y Ciencia N° 153 Junio. Barcelona, España. p. 8-17.

IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 1996. Climate Change 1995 - Impacts, Adaptations and mitigation of climate change: scientific technical analysis. Contribution of Working Group II to the Second Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge. inventory data. Forest Science. 35(4):381-902.

IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 2000. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura: Informe especial del Grupo de trabajo III. 3 ed. Camargo.

IPCC (Panel Intergubernamental de Cambio Climático). 2001. Climate Change 2001: Glosario de términos. Anexo B. Mitigation. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Metz, B., O.R. Davidson, R. Swart, y J. Pan (eds.)]. Cambridge University Press, UK y US. 752 p.

JACKSON, M.L. 1964. Análisis Químico de Suelos. Editorial OMEGA S.A. Barcelona, España. 125 p.

KRAMER, P. 1987. Relaciones hídricas de suelos y plantas; Una síntesis moderna. México, Offset. Rebosan, S.A. 538 p.

LA TORRE, J. 2005. Cuantificación de los stocks de carbono en plantaciones forestales de especies nativas y exóticas en la Región Cusco. Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria – INIEA. Informe anual 2005, proyectos forestales. Cusco, Perú. 67 p.

- LEMON, E.R. 1993. CO₂ and plant: the response of plants to rising levels of atmospheric carbon dioxide. AAAS Selected Symposium Series, N°, 84. Westview Press, Inc, Colorado US. 280 p.
- LEÓN, E. 2006. La importancia del carbón mineral en el desarrollo. Revista del Instituto de Investigaciones FIGMMG. 9(18):91-97.
- LINERA, W.G. 1983. Biomass and nutrient content in two successional stages of tropical wet forest in Uxpanapa. Mexico. Biotropica. 15(4):275-284.
- LOGUERCIO, G. 2005. Cambio Climático: El rol de los bosques como sumideros de carbono. CIEFAP. (www.ciefap.org.ar/novedades/notas/nota1/default.html, documentos, 14 Set. 2013).
- MORA, V. 2001. Fijación, emisión y balance de gases de efecto invernadero en pasturas en monocultivo y en sistemas silvopastoriles de fincas lecheras intensivas de las zonas altas de Costa Rica (tesis de maestría). CATIE, Turrialba, Costa Rica. 92 p.
- MORAES, J.L., SEYLER, F., CERRI, C.C., VOLKOFF, B. 1998. Land cover mapping and carbon pools estimates in Rondonia, Brazil. 934 p.
- NABUURS, G. J., GARZA, J.F., KARJALAINEN, T., LAPVETELAINE, T., LISKI, J., MASERA, O., MOHREN, G.M., PUSSINEN, A., SCHELHAAS, M.J. 2001. Manual de la comparación de incertidumbre en las estimaciones de secuestro de carbono para un bosque tropical y bosque templado. Ecological Modelling 164 (2003). Bogor, Indonesia. p. 177-199.

- ORDOÑEZ, A. 1999. Captura de carbono en un bosque templado, el caso de San Juan Nuevo, Michigan. Instituto Nacional de Ecología Semarnap. México D.F., México. 72 p.
- PAREDES, L. 2008. Alternativas de protección de suelos en la microcuenca Yahuarcocha mediante siembra directa de tres especies *Caesalpinia spinosa*, *Acacia macracantha*, y *Schinus molle*, en zanjas de infiltración. CODIGEM. Imbabura, Ecuador. 114 p.
- QUISPE, K., MAMANI, M., RODRÍGUEZ, J., MARCAS, S., ROMERO, M., MEZA, D., QUISPECURO, J., SOTO, J., RODRIGO, D. s/d. Simulación de la remoción de carbono en la especie: *Caesalpinia spinosa* (Tara). Lurigancho, Chosica. Perú. 8 p.
- RAMÍREZ, O., FINEGAN, B., RODRÍGUEZ, L., ORTIZ, R. 1994. Análisis económico de impactos ambientales in: Estudios de caso: Evaluación económica del servicio ambiental de almacenamiento de Carbono: El caso de bosque húmedo tropical bajo diferentes estrategias de mercado sostenible. Turrialba – Costa Rica, CATIE. p. 212-224.
- RAMOS, R. 2003. Fraccionamiento del carbono orgánico del suelo en tres tipos de uso de la tierra en fincas ganaderas de San Miguel de Barranca, Punta Arenas, Costa Rica (tesis de maestría). CATIE, Turrialba, Costa Rica. 81 p.
- ROBERT, M. 2002. Captura de carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. FAO. Roma, Italia. 61 p.

- RUIZ, B. 2007. Cálculo de la biomasa en especies arbóreas en el corregimiento de Pacurita, Quibdo-Choco. Universidad Tecnológica Diego Luis Córdoba Ingeniería Agroforestal VIII.
- SALISBURY, F.B. 1991. Fisiología vegetal. México, Iberoamérica. 759 p.
- SEGURA, M. 1997. Almacenamiento y fijación en *Quercus costaricensis*, en un bosque de altura en la Cordillera de la Salamanca, Costa Rica. Tesis Lic. Cs. For Herdia, Costa Rica. UNA. 127 p.
- TRELLES, C. 2012. Determinación de reservas de carbono en la biomasa bajo el suelo en cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la provincia de Leoncio Prado. Tesis Ing. Recursos Naturales Renovables. Tingo María Perú. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 88 p.
- VALLEJO, A., RODRIGUEZ, P. 2008. Cuantificación de carbono en proyectos REED. Turrialba, Costa Rica CATIE. 51 p.
- WILD, A. 1992. Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Rusell. Madrid, España, Mundi Prensa. 1045 p.
- WINTER, E. 1981. El agua, el suelo y la planta. 3 ed. México, Diana S.A. 222 p.

ANEXO

Anexo 1. Datos registrados

Cuadro 3. Parcela 1 en un bosque plantado de *Caesalpinea spinosa*.

N°	Especie	Nombre científico	Dap (cm)	HT (m)	Copa (m)	BA (kg/árbol)
1	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	7.00	3.25	2.40	16.27
2	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	6.25	4.80	4.10	12.22
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	6.00	4.80	4.10	11.02
3	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	6.00	4.75	2.90	11.02
4	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.00	3.94	2.90	3.95
5	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.00	4.25	3.48	6.95
6	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.00	3.62	3.24	6.95
7	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.00	2.88	3.12	3.95
8	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.50	4.12	4.27	8.84
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.50	5.00	3.86	8.84
9	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.40	5.00	3.86	8.44
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.00	5.00	3.86	6.95
10	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.00	3.37	3.44	3.95
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.20	3.37	3.44	4.47
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.10	3.48	2.27	4.20
11	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.00	3.48	2.27	3.95
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.20	3.48	2.27	4.47
12	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.00	3.20	2.40	6.95
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.50	4.80	3.60	8.84
13	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.20	4.80	3.60	7.67

14	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.50	3.80	4.38	8.84
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	2.50	3.80	4.38	1.20
15	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.80	4.34	3.76	6.26
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.00	4.34	3.76	6.95
16	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.00	3.33	3.34	6.95
17	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.50	3.00	2.40	5.32
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.00	3.00	2.40	3.95
18	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.00	2.87	2.70	6.95
19	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.50	3.94	3.44	8.84
20	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.00	3.43	2.92	3.95
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.40	3.50	3.30	5.03
21	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.00	3.50	3.30	3.95
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.20	3.50	3.30	4.47
22	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.00	4.60	3.40	6.95
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.50	4.60	3.40	8.84
23	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.20	3.40	3.40	7.67
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.50	4.60	3.40	8.84
24	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.00	3.77	2.90	3.95
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	3.20	3.77	2.90	2.25
25	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.00	4.70	3.77	6.95
26	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.00	4.30	3.70	6.95
Total						274.92

Cuadro 4. Parcela 2 en un bosque plantado de *Caesalpinea spinosa*.

N°	Especie	Nombre científico	Dap (cm)	HT (m)	Copa (m)	BA (kg/árbol)
1	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	0.80	5.50	6.50	0.07
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	1.00	5.50	6.50	0.12
2	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	6.00	4.26	3.40	11.02
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.20	5.10	3.88	7.67
3	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.00	5.10	3.88	6.95
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.50	4.20	4.56	5.32
4	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.00	4.20	4.56	3.95
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.20	4.20	4.56	4.47
5	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	6.00	4.40	4.50	11.02
6	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	6.50	3.97	3.20	13.49
7	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	7.00	4.45	4.13	16.27
8	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.50	3.20	3.16	5.32
9	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	10.00	3.95	4.80	40.12
10	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.00	4.70	3.27	6.95
11	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.50	5.10	5.10	5.32
12	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	6.50	4.10	2.85	13.49
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	6.00	5.00	3.44	11.02
13	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.80	5.00	3.44	10.11
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.50	4.50	3.56	5.32
14	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.50	4.60	3.38	5.32
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	7.00	4.60	3.38	16.27
15	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.50	4.60	3.38	5.32
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	7.00	4.60	3.38	16.27
16	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	6.80	4.70	3.30	15.12

17	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	12.00	5.50	4.30	63.63
18	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	4.50	5.00	2.90	5.32
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	7.00	5.97	4.00	16.27
19	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	6.50	5.97	4.00	13.49
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	6.80	5.97	4.00	15.12
20	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	5.50	4.00	2.00	8.84
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	8.00	6.10	4.70	22.81
21	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	7.50	6.10	4.70	19.38
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	11.50	5.00	4.56	57.14
22	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	9.00	5.00	4.56	30.73
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	7.50	5.60	3.37	19.38
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	7.00	5.60	3.37	16.27
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	7.50	5.60	4.60	19.38
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	7.00	5.60	4.60	16.27
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	6.80	5.60	4.60	15.12
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	8.50	5.93	3.40	26.59
23	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	8.30	5.93	3.40	25.04
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	8.00	5.93	3.40	22.81
26	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	8.00	6.00	4.60	22.81
27	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	8.00	5.84	3.10	22.81
Total						673.92

Cuadro 5. Parcela 1 en un bosque natural de *Caesalpinea spinosa*.

N°	Especie	Nombre científico	Dap (cm)	HT (m)	Copa (m)	BA (kg/árbol)
1	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	0.70	5.50	3.50	0.05
2	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	0.70	4.30	4.00	0.05
3	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	14.00	7.00	8.60	93.98
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	0.80	7.00	8.60	0.07
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	0.70	7.00	8.60	0.05
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	16.00	7.00	8.60	131.76
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	9.00	7.00	8.60	30.73
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	0.80	7.00	8.60	0.07
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	0.70	7.00	8.60	0.05
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	0.80	7.00	8.60	0.07
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	0.70	6.10	6.30	0.05
	4	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	0.80	6.10	6.30
5	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	0.80	6.10	6.30	0.07
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	10.00	8.00	7.60	40.12
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	19.00	8.00	7.60	203.52
6	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	13.00	8.00	7.60	77.92
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	33.00	8.20	10.20	822.61
7	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	19.00	8.00	9.30	203.52
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	15.00	8.00	9.30	111.91
	Tara	<i>Caesalpinea spinosa</i>	0.90	8.00	9.30	0.09
Total						1716.72

Cuadro 6. Biomasa arbustiva y herbácea en bosques con *Caesalpinea spinosa*.

Bosque	Muestra	PFT (g)	PFM (g)	PSM (g)	Biomasa (t/ha)
Plantado	1	520.00	150.00	50.00	1.73
Plantado	1	269.00	26.99	7.00	0.70
Natural	1	860.15	444.42	122.00	2.36

Cuadro 7. Biomasa de la hojarasca en bosques con *Caesalpinea spinosa*.

Bosque	Muestra	PFT (g)	PFM (g)	PSM (g)	Biomasa (t/ha)
Plantado	1	260.00	260.00	60.00	2.40
Plantado	1	69.22	69.22	65.00	2.60
Natural	1	44.93	44.93	30.00	1.20

Cuadro 8. Carbono orgánico almacenado en el suelo de bosques con *Caesalpinea spinosa*.

Bosque	Hz	PS (m)	VCH (cc)	PSN (g)	DA (g/cc)	%MO	%C	COS (t/ha)
Plantado	A1	10.00	95.43	16.81	0.18	3.95	6.81	12.00
	A2	56.00	95.43	45.23	0.47	0.63	1.09	28.83
Plantado	B1	15.00	95.43	26.44	0.28	1.19	2.05	8.53
	B2	60.00	95.43	38.33	0.40	0.60	1.03	24.93
Natural	C1	15.00	95.43	20.72	0.22	3.59	6.19	20.16
	C2	60.00	95.43	80.35	0.84	1.39	2.40	121.06

Anexo 2. Panel fotográfico



Figura 6. Frutos de *Caesalpinia spinosa*.



Figura 7. Transectos en una plantación de *Caesalpinia spinosa*.



Figura 8. Evaluación del diámetro a la altura del pecho en *Caesalpinia spinosa*.



Figura 9. Sub transecto en una plantación de *Caesalpinia spinosa*.



Figura 10. Determinación del peso fresco de la parte aérea en *Caesalpinia spinosa*.



Figura 11. Peso fresco en muestras de la parte aérea de *Caesalpinia spinosa*.



Figura 12. Muestra de hojarasca de una plantación de *Caesalpinia spinosa*.



Figura 13. Muestra fresca de los frutos de *Caesalpinia spinosa*.



Figura 14. Calicata en una plantación de *Caesalpinia spinosa*.



Figura 15. Transecto y calicata en una plantación de *Caesalpinia spinosa*.



Figura 16. Evaluación de la Biomasa aérea de la especie tara (*Caesalpinia spinosa*).



Figura 17. Secado de muestras de *Caesalpinia spinosa* para obtención de biomasa.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 TIMBO YAPRA
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
 analiss@unase.edu.ec | unase@unase.edu.ec



ANÁLISIS DE SUELOS

Cod. Lab	datos	Solicitante	ANÁLISIS MECÁNICO			pH	M.O.	N	P	K ₂ O	CIC	CAMBIABLES Cmol(+) / kg					CICe	%	%	%
			Arena	Arcilla	Limo							Ca	Mg	K	Na	Al				
			%	%	%	1:1	%	ppm	kg/ha	kg/ha										
M 2803	10 cm	OCHOA CUIVA	51.68	21.40	26.92	6.49	3.95	11.97	265.01	14.80	10.75	2.92	0.63	0.50	0.00	0.00	---	100.00	0.00	0.00
M 2804	56 cm	JOSE LUIS	65.68	21.40	12.92	6.45	0.63	10.55	132.95	18.53	7.93	1.90	0.40	0.00	0.00	---	100.00	0.00	0.00	



Fecha: Mercedes, 18 de Julio de 2012
 Boletín Nº : 0903303-530555
 Muestrado por: El solicitante

Figura 17. Análisis de suelos del primer transecto.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

TUKO WAKA
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos
analisisdesuelos_unas@hotmail.com



ANÁLISIS DE SUELOS

PROPIETARIO: OCHOA CUYA JOSE LUIS

Datos	Cod. Lab	ANÁLISIS MECÁNICO		pH	M.O.	N	P	K ₂ O	CIC	CAMBIABLES Cmol(+) / kg					CICe	%		%
		Arena	Arcilla							Limo	Ca	Mg	K	Na		Al	H	
		%	%	%	%	%	ppm	kg/ha										
15 cm - B	M2830	37.66	30.61	31.71	6.30	1.19	24.21	423.62	16.41	12.39	2.50	0.93	0.56	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
60 cm - B	M2831	51.66	34.61	13.71	6.24	0.60	9.10	374.20	10.11	8.17	1.20	0.59	0.14	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
15 cm - C	M2832	49.66	18.61	31.71	7.39	3.58	27.42	345.05	16.16	12.63	1.93	1.34	0.27	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
60 cm - C	M2833	53.66	22.61	23.71	7.73	1.38	17.52	438.73	10.05	8.44	0.84	0.67	0.10	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00

Fecha: Viernes, 20 de Julio de 2012

Recibo Nº: 303703

Muestreado por: El solicitante



Figura 18. Análisis de suelos del segundo y tercer transecto