

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES



**CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN DIFERENTES UNIDADES
FISIOGRÁFICAS DEL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA (BRUNAS) TINGO MARÍA – PERÚ**

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

MENCIÓN CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA

Presentado por:

JAYRO JORGE CONDOR MEZA

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María – Perú



FACULTAD DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 030-2020-FRNR-UNAS

Los que suscriben, Miembros del Jurado de Tesis, reunidos con fecha 20 de diciembre de 2019, a horas 04:00 p.m. en la Sala de grados del Departamento Académico de Ciencias en Conservación de Suelos y Agua para calificar la Tesis titulada:

“CARBONO ORGÁNICO DEL SUELO EN DIFERENTES UNIDADES FIOGRÁFICAS DEL BOSQUE RESERVADO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA (BRUNAS) TINGO MARÍA - PERÚ”

Presentado por la Bachiller: **CONDOR MEZA, Jayro Jorge**, después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las interrogantes formuladas por el Jurado, se declara **APROBADA** con el calificativo de **“BUENO”**

En consecuencia, el sustentante queda apto para optar el Título de **INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES, MENCIÓN: CONSERVACIÓN DE SUELOS Y AGUA**, que será aprobado por el Consejo de Facultad, tramitándolo al Consejo Universitario para el otorgamiento del Título correspondiente.

Tingo María, 30 de Diciembre de 2020

Dr. LUCIO MANRIQUE DE LARA SUAREZ
PRESIDENTE

Dr. ROBERTO OBREGON PEÑA
MIEMBRO



Ing. JAIME TORRES GARCIA
MIEMBRO

ING. MSC. JOSÉ LÉVANO CRISÓSTOMO
ASESOR

DEDICATORIA

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

A mis padres Carlos y Jackie quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

- A la Universidad Nacional Agraria de la Selva, en especial a la Facultad de Recursos Naturales Renovables que contribuyó en mi formación profesional.

- Al Dr. Lucio Manrique de Lara Suarez, decano de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva, asesor del presente trabajo, por su labor como formador, su amistad, su apoyo desinteresado y supervisión de la presente tesis.

- A todas aquellas personas que en forma directa o indirecta colaboraron en la realización del presente trabajo.

ÍNDICE

	Página
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Captación y almacenamiento de carbono orgánico (CAC)	4
2.1.1. Fuentes actuales y características del CO ₂	4
2.1.2. Captación de CO ₂	5
2.1.3. Dióxido de carbono acumulado	5
2.1.4. Almacenamiento de carbono orgánico en el suelo	8
2.2. Cobertura arbórea	10
2.3. Investigaciones realizadas	13
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. Descripción de la zona influencia del proyecto	18
3.1.1. Lugar de ejecución	18
3.1.2. Ubicación política	18
3.1.3. Localización geográfica en coordenadas UTM.....	19

3.1.4.	Antecedentes del Bosque Reservado de la UNAS (BRUNAS)	20
3.1.5.	Ecología.....	21
3.1.6.	Condiciones climáticas.....	21
3.1.7.	Fisiografía	21
3.1.8.	Composición arbórea	22
3.1.9.	Red hídrica.....	22
3.1.10.	Plantaciones	23
3.2.	Materiales y equipos	24
3.2.1.	Materiales y equipos de campo.....	24
3.2.2.	Materiales, equipos e insumos de laboratorio	24
3.3.	Metodología	25
3.3.1.	Tipo de investigación	25
3.3.2.	Formulación de la hipótesis.....	25
3.3.3.	Identificación de variables	25
3.3.4.	Diseño de la investigación.....	26
3.3.5.	Población y muestra.....	27
3.3.6.	Análisis estadístico.....	27

3.3.7. Fases de campo y laboratorio	28
IV. RESULTADOS	35
4.1. Cuantificación de carbono fijado, materia orgánica y densidad aparente en el suelo de unidades fisiográficas del BRUNAS	35
4.1.1. Carbono fijado en el suelo.....	35
4.1.2. Materia orgánica en el suelo	37
4.1.3. Densidad aparente del suelo.....	39
4.2. Carbono orgánico almacenado por estratos sucesivos	41
V. DISCUSIÓN	43
VI. CONCLUSIONES.....	46
VII. RECOMENDACIONES.....	47
VIII. ABSTRACT	48
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50
ANEXO.....	56

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Volúmenes de carbono secuestrados por varios SUT's.....	7
2. Coordenadas UTM del BRUNAS.	19
3. Coordenadas UTM de las parcelas instaladas.	20
4. Análisis de varianza para el almacenamiento de carbono orgánico en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS)	35
5. Promedios de almacenamiento de carbono en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS)	36
6. Análisis de varianza para los niveles de materia orgánica en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS)	37
7. Promedios de niveles de materia orgánica en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS)	38
8. Análisis de varianza para los niveles de densidad aparente del suelo en diferentes unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS)	39

9. Promedios de niveles de materia orgánica en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS)	40
10. Niveles medios de carbono orgánico del suelo por estratos (profundidad)	41

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Ubicación del Bosque Reservado de la UNAS (BRUNAS).....	19
2. Rejillas regulares (Guía para muestreo de suelos, MINAM 2014).....	29
3. Metodología de muestreo del suelo (según Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF,IUBS/UNESCO).....	31
4. Niveles medios de carbono orgánico almacenado en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS)	37
5. Niveles medios de carbono orgánico almacenado en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS)	39
6. Niveles medios de carbono orgánico almacenado en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS)	41
7. Muestreo de suelos de la unidad fisiográfica colina alta clase 2	57
8. Muestreo de suelos de la unidad fisiográfica colina baja clase 1	57
9. Muestreo de suelos de la unidad fisiográfica colina baja clase 2	58
10. Muestreo de densidad aparente del suelo	58

11 Muestreo de densidad aparente del suelo por estratos sucesivos	59
12. Determinación de materia orgánica del suelo	59

RESUMEN

El carbono secuestrado en los suelos se encuentra en una contraposición al proceso denominado desertificación, que juega un papel vital para el incremento de material orgánico en defensa del suelo por problemas de erosión hídrica y eólica, retención de agua y cobertura vegetal. El trabajo de investigación se realizó en parcelas diferenciadas por unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la UNAS (BRUNAS), situado políticamente en el distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco. El cual establece el principal fin de evaluar el contenido de material orgánico en el suelo en diferentes unidades fisiográficas BRUNAS. Se realizó un diseño No Experimental, estableciendo pasos de observación y descripción en el proceso de almacenamiento de carbono orgánico del suelo que participan en las unidades fisiográficas. Se realizó una división demarcada de la superficie en cada una de las parcelas por un espacio de 100 mx 100 m; seguidamente separadas en subparcelas de 20 m. x 20 m. por cada parcela de estudio, se les quitaron arbitrariamente tres focos de inspección (cada punto de examen se dirigía a un monumento de piedra); cada zona muestreada representa un parámetro de separaron en tres estratos sucesivos del suelo (0-10, 10-20 y 20-30) cm., recogiendo cuarenta y cinco (45) submuestras en total.

De los resultados: la unidad fisiográfica montaña almacena 101.26 t/ha de carbono orgánico almacenado, 95.64 t/ha para colina alta clase 2, 91.04 t/ha en colina alta clase 1; 90.88 t/ha en colina baja clase 2 y 85.75 t/ha en colina baja clase 1. En la evaluación del carbono orgánico establecidos por estratos

sucesivos, se referenció que no existe efecto de la profundidad en la fijación de carbono en el suelo. Concluyéndose que las unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS) no influyen en las tasas de acumulación de carbono del suelo.

I. INTRODUCCIÓN

Vivimos en una emergencia natural adivinada y arriesgada provocada por los ciclos humanos. La naturaleza ecológica incómoda se desborda desde pequeños comederos hasta el suelo que se desmorona, por lo tanto, al cambio ambiental mundial, poniendo en peligro el recurso de la biocenosis dentro de un sistema biológico.

El dióxido de carbono es el más significativo de los GEI, debido al movimiento humano, tanto por su cantidad como por su posible impacto en una peligrosa devación atmosférica. Desde 1750, los lazos de dióxido de carbono (CO₂) se han incrementado en 30% (de 280 ppm a 360 ppm), por otra parte el metano en un del 150% y el óxido nitroso en más del 15%. Las obsesiones por el metano y el CO₂ son más altas ahora que en los últimos 42.000 años y se producen a partir de ejercicios hortícolas, cambios de uso de la tierra y diferentes fuentes. Normalmente, cada año se intercambian grandes cantidades de carbono entre el medio ambiente, los mares y la vegetación terrestre.

Uno de los principales impulsores del incremento de GEI se debe a la acción antropogénica, por ejemplo, la deforestación de las tierras forestales, los cambios en el uso de la tierra, el consumo de productos derivados del petróleo y los bosques. La FAO informa que con respecto al 33% del calentamiento del aire y el cambio ambiental proviene de la agroindustria,

particularmente de la deforestación, consumo y descomposición de materia natural.

La deforestación, la tala ilegal y la administración indefensa de los bosques, presentes en el 60% del dominio público, implican desgracias de la variedad orgánica debido a la sobreexplotación o mal uso de los activos de los bosques y la destrucción de los bosques, suplantándolos con un agronegocio inestable o una minería fugaz. Es el principal productor peruano de GEI. De la misma manera, la destrucción de los sistemas biológicos de las cabeceras y de las cabeceras debido a las malas prácticas hortícolas y los ejercicios extractivos se ve perturbada por la contaminación del agua nueva con efluentes y desechos metropolitanos, y la desintegración de los manantiales por los rendimientos agromecánicos.

En el Perú, son escasos los estudios de captura y secuestro de carbono por los ecosistemas forestales en comparación con otros países. Además, el valor esperado de los marcos de campo como fijadores de carbono es oscuro, en caso de que exista una conexión entre la biodiversidad y el secuestro de carbono. Además, la mayor parte de la vegetación está compuesta por gramíneas, no se han examinado los instrumentos de obstrucción que permiten sus variaciones a los estados naturales de este sistema biológico. Por lo mencionado anteriormente, en este estudio se planteó la siguiente interrogante: ¿El almacenamiento de carbono orgánico del suelo se incrementa significativamente a mayor nivel fisiográfico en el Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS) Tingo María?

Objetivo general

Evaluar el almacenamiento de carbono orgánico en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS) Tingo María – Perú.

Objetivos específicos

- Cuantificar el carbono orgánico fijado, materia orgánica y densidad aparente en el suelo en condiciones de diferentes unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS).
- Evaluar el almacenamiento de carbono orgánico, materia orgánica y densidad aparente en el suelo por estratos sucesivos (0- 10 cm; 10 – 20 cm; 20 – 30 cm) en diferentes unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS).

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Captación y almacenamiento de carbono orgánico (CAC)

SERRAO (1990) menciona que, Las salidas de CO₂ provienen básicamente del consumo de productos derivados del petróleo, tanto en enormes unidades de encendido, por ejemplo, las que se utilizan para generar energía, como en fuentes más modestas, por ejemplo, motores y quemadores utilizados en estructuras privadas y comerciales.

Las salidas de CO₂ también comienzan a partir de ciertas medidas modernas y de extracción de activos, al igual que el consumo de bosques que se realiza para el desmonte. La CAC probablemente se aplicaría a grandes fuentes puntuales de CO₂, por ejemplo, centrales eléctricas o enormes ciclos modernos. Una parte de estas fuentes podría suministrar combustible descarbonado, como hidrógeno, a las áreas vehicular, mecánica y de desarrollo, disminuyendo así las descargas de estas fuentes.

2.1.1. Fuentes actuales y características del CO₂

En todo el mundo, las emanaciones de CO₂ de la utilización de fuentes de energía no renovables en 2000 sumaron aproximadamente 23,5 gigatoneladas (Gt) de CO₂ cada año (6 Gt de carbono (C) cada año). Alrededor del 60% de estas emanaciones procedían de enormes fuentes de salida fijas (>

0,1 Mt CO₂ cada año). En cualquier caso, estos orígenes no son adecuadas en la captura de CO₂. Hoy en día, en su suma las fuentes de emanación significativas cuentan focos de CO₂ por debajo del 15%. En cualquier caso, una pequeña cantidad (menor del 2%) de los orígenes modernos basadas en productos petrolíferos tienen focos de CO₂ superiores al 95% (SERRAO, 1990).

2.1.2. Captación de CO₂

El motivo de la captura de CO₂ es entregar una corriente concentrada de CO₂ de alta tensión que se puede enviar sin esfuerzo a un área de capacidad. Aunque, en un nivel fundamental, toda la corriente de gas con bajas agrupaciones de CO₂ podría moverse e infundirse por debajo de la tierra, por regla ordinaria, el consumo de energía y otros costos relacionados crean estrategias i ilógicas. De esta manera, es importante entregar una corriente de CO₂ prácticamente sin adulterar para el transporte y la capacidad.

2.1.3. Dióxido de carbono acumulado

SERRAO (1990) alude que, en una revisión sobre el contenido de carbono en los elementos y depósitos creados por la utilización de bosques húmedos tropicales en el área local de Santa Mercedes.

En una revisión sobre la incautación de CO₂ y la acumulación de carbono en las mansiones de "tornillo" de *Cedrelinga cateniformis* Ducke en tres períodos de edad únicas, la finca de 43 años detalló una mayor biomasa de árboles con 301,50 t/ha, seguida por el rancho de 35 años con 222,26 t/ha y 27

años con 56,93 t/ha. Además, la finca con mayor acumulación de carbono es la de 43 años con 186,93 tC/ha, seguida por 35 años con 137,80 tC/ha y 27 años con 35,30 tC/ha (DEL ÁGUILA, 2013).

LUNA (2013), para un tipo similar de maderas, expresa que la cuantía de carbono en la región de revisión suma 1743.76 tC, siendo la especie *Virola calophylla* "cumala" la que adquirió el valor más elevado con 0.36 tC/ha, que Aborda el 19,57% del agregado. Actualmente se considera como principal gas el dióxido de carbono (CO₂). Su fijación en el medio ambiente se ha expandido en un 25% desde el inicio de la era mecánica. Esta expansión se aclara con el desarrollo de dos manantiales de subproductos de combustibles fósiles centrados en el ser humano: la utilización de derivados del petróleo (petróleo, gas, carbón) y los cambios en la utilización de la tierra o los cambios ambientales (específicamente la deforestación).

El CO₂ ambiental, que es quizás el principal gas por su focalización en el aire y por su relación inmediata con los ejercicios antropogénicos, ha ampliado su fijación en un 31% entre 1750 y el presente, pasando de 280 a 367 ppm de CO₂. Esta fijación es más elevada en los últimos 42.000 años y presumiblemente la más elevada en los últimos 20 millones de años (ACOSTA *et al.*, 2001).

Un marco de uso de la tierra rural se reconoce a partir de uno agroforestal, por sus períodos y volúmenes de carbono ciclado, que en el último cambio se encuentran en el rango de 10 y 50 t/ha. Como lo indica el marco

agroforestal al que se refiere, los límites inferiores, hasta: límites y muro vivo contribuirían de 3 t/ha a 25 t/ha, los del medio de la carretera, "Taungya" y viveros domésticos, hasta 50 t/ha y eso es solo el comienzo (Brown y Lugo, 1990 citado por LÓPEZ, 1998).

Cuadro 1. Volúmenes de carbono secuestrados por varios SUT's

Sistema de uso de la tierra	Carbono secuestrado (t/ha)
Bosque primario	300**
Bosque secundario (15 años)	159.88*
Bosque maderable	100 a 200**
Bosque primario intervenido	157.46
Bosque recientemente quemada	96.52
Terreno en cambio de uso y rotación	-88 a 25**
Bosque secundario (3 años)	57.02
Campo de plátano	50.14
Sistemas agroforestales	25 a 30
Rotaciones	-40 a 60
Campo de maíz	45.18
Plantaciones de arboles	11 a 61**
Campo de yuca	37.84*
Pasturas	36.3*
Cultivos de barbecho corto (menos de 5 años)	-5**
Pasturas y praderas	-3**

Fuente: Determinación de biomasa y carbono en los principales sistemas de uso del suelo en la zona de campo verde (PALM *et al.*, 1999).

2.1.4. Almacenamiento de carbono orgánico en el suelo

El incremento en la biomasa de los cultivos puede favorecer el paso de materia natural a la tierra, lo que puede ocurrir, por ejemplo, mediante la presentación de nuevos surtidos o la administración agronómica, como consecuencia de los suplementos, en particular el nitrógeno, y el cambio de rendimiento. Se necesitan alrededor de 70-100 kg de nitrógeno para atrapar una gran carga de carbono. El contenido expandido de CO₂ en el aire debido a cambios ambientales puede tener un impacto positivo comparable, conocido como impacto del tratamiento de CO₂. Cada una de estas variables unidas aclaran por qué en ciertas naciones europeas -por ejemplo en Bélgica-, sin existencias de abonos naturales y con ensayos de cultivo regulares, últimamente se ha expandido la sustancia de materia natural de los suelos.

El cambio de carbono de las acumulaciones de maíz a materia natural del suelo en la capa inicial de 0-24 cm fue de alrededor del 30% del aporte absoluto de carbono (ANGERS et al., 1995); este valor es más notable que el calibre de LAL (1997). Claramente, existen contrastes subjetivos entre las acumulaciones: el contenido de lignina de la acumulación afecta positivamente su acumulación.

La horticultura con cobertura viva o muerta es una práctica de administración de la tierra que permite simultáneamente su cobertura con plantas que dan seguridad contra la desintegración y que de igual forma dan depósitos de biomasa para construir la materia natural de la tierra. Para ser

completamente convincente, tanto la cobertura viva como muerta deben realizarse cerca y en combinación con el cultivo de conservación (administración agrobiológica) (LAL, 1997).

La administración del sistema de agua-agua relacionada con una expansión en la eficiencia puede generar resultados comparables, particularmente en lugares semisecos. En cualquier caso, la mejora del sistema de agua está restringida en gran medida por diferentes factores, por ejemplo, la accesibilidad de los recursos hídricos y el peligro de salinización. Independientemente de los cultivos de cobertura, las cosechas relacionadas constituyen una guía importante para generar biomasa (BAZZAZ y SOMBROEK, 1996).

La tierra debe asegurarse durante el tiempo subyacente del desarrollo de la cosecha; de tal manera, los abonos verdes asumen una parte significativa. Los excrementos verdes se han utilizado durante siglos, particularmente para expandir la riqueza después de unirse a la tierra. Hoy se consideran como un rendimiento dentro del giro que incide directamente en el aseguramiento de la tierra durante el tiempo de desarrollo y un impacto de revés a través de sus depósitos (RODRÍGUEZ et al., 2009).

Los excrementos verdes se pueden plantar en el período que permanece entre los rendimientos fundamentales o mezclados en relación con diferentes cosechas o de forma duradera en regiones deprecadas. Ya, los abonos verdes se unían a la tierra a través del surco, sin embargo, hoy en día, los

métodos de protección requieren un cultivo insignificante o no cultivar y un cultivo directo a través de la cubierta vegetal (RODRÍGUEZ et al., 2009).

La alta sustancia de COS normal en el espresso de monocultivo puede verse afectada por el grosor de las plantas de espresso y, fundamentalmente, por la adecuada administración del rancho: poda, ensayos de protección del suelo que permitan una recogida más notable de carbono en el perfil de suculencia. . La expansión en COS se debe en su mayor parte a la muerte y exudación de las raíces finas debido al desprendimiento de la hojarasca, que depende de la dispersión y acción de las raíces. De esta manera, se debe tener en cuenta que las raíces finas (ancho <2 mm) son la fuente primordial de almacenamiento de COS y debido a los arbustos y plantas herbáceas, se hallan en los primeros 30 cm de la superficie terrestre.

La preparación de nitrógeno inorgánico en estos marcos de creación podría disminuir la proporción C / N, al expandir el N y no influir por completo en el C; de esta forma se logra más biomasa y posiblemente una mayor obsesión por el carbono natural en los suelos (RODRÍGUEZ et al., 2009). Considere que las variedades en la capacidad de SOC se deben al impacto de elementos edafoclimáticos que influyen en el almacenamiento de sustancia de materia natural.

2.2. Cobertura arbórea

La parte del árbol disminuye la temperatura circundante y del suelo, al mismo tiempo que disminuye la superficie, desaparece y expande la humedad

general del clima. Bajo árboles oscuros, la temperatura nocturna es más alta y durante el día es más baja que en las mansiones de café expreso con sol abierto; así, bajo ocultación se reducen los contrastes entre las dos temperaturas. La cobertura del suelo se convierte, posiblemente, en el factor más competente para limitar el efecto desafortunado que se obtiene de la investigación de suelos hortícolas, debido, en particular, a la actividad defensiva dada por los depósitos naturales que dejan los rendimientos, que actúan atrapando las gotas de lluvia (CAMPOS et al., 1995).

La inclusión es un factor para la realización de la creación agraria en la siembra directa, correspondiente predominantemente a la economía del agua. Entre las cualidades fundamentales buscadas, las plantas utilizadas deben asegurar la sujeción y trabajar sus propiedades físicas, sintéticas y naturales para el siguiente rendimiento; el impacto de las diversas conexiones entre los árboles colgantes y el espresso depende de las condiciones del lugar (suelo / medio ambiente), la elección del genotipo; Puntos de vista muy significativos a la hora de configurar el marco, ya que sus resultados pueden provocar una menor utilidad, en contraste con el monocultivo, por lo que es importante cambiar la innovación para desarrollarla más. Asimismo, las calidades más bajas o más bajas de los árboles y cultivos y los ensayos de administración realizados en la cosecha fundamental, como el tratamiento, pueden influir de manera decidida o adversa en la creación de espresso en estos marcos agroforestales (CAMPOS et al., 1995).

Se considera que el árbol oscuro para una mansión de espresso, sin disminuir su creación, debe tener un límite del 45%, dependiendo de la región en desarrollo, ya que sus partes tienen la cantidad de una sombra característica debido a la sombra del lugar y la desolación de los árboles; Posteriormente, en caso de que se requiera o desee ocultar el espresso, las tasas de sombra deben adaptarse a cada área. El cambio del grado de ocultación se termina mediando específicamente en cada tipo de árbol. Árbol, la tabla se basa en la fisiología del rendimiento relacionado y sus necesidades microclimáticas, la fenología de las especies de sombra, el entorno y el suelo del vecindario, las cualidades de desarrollo del árbol que sobresale y su resistencia a la poda, al igual que la impresión de los ganaderos en las diversas especies de sombra y cosechas relacionadas (LÓPEZ, 2007).

Las condiciones ideales de ocultación se pueden obtener con varios tonos de árboles, por ejemplo, solo *Inga edulis* o con un refugio definido de *Erythrina poeppigiana* y *Cordia alliodora*. En caso de que la configuración del refugio sea única, la especie que deberían ser los ejecutivos también para obtener el diseño de sombra ideal. Este es el medio por el cual los árboles de *Erythrina poeppigiana* pueden podarse varias veces, mientras que *Inga edulis* debe podarse una vez al año. Se debe evitar un ritmo similar de poda para todas las especies, esto apoyará a algunos grupos de animales e influirá en otros. La elección de la especie (estado de su copa, grosor del follaje, entre otros) y su administración (dispersando, estableciendo curso de acción, disminuyendo) son cruciales para mantener la sombra de rendimientos duraderos dentro de niveles satisfactorios. (LÓPEZ, 2007).

2.3. Investigaciones realizadas

En el Perú, Ecuador y Bolivia se realizó una evaluación en 182 t/ha, 210 t/ha y 230 t/ha que se registraron por separado, mientras que en la amazonia brasileña se evaluaron bosques tropicales con clima bochornoso y se siguió que la biomasa que llegó a 315 t/ha (BROWN, 1997).

En un estudio de evaluación de carbono en la cuenca hidrográfica de Nanay, se evaluaron las trozas sin intervención y se registraron atributos que oscilaron entre 13.208,32 t/ha en varillales y 452,38 t/ha en aguajales, para la biomasa a nivel de superficie. Además, para carbono 104.03 t/ha en varillales y 226.19 t/ha en aguajales (IIAP 2002 aludido por LINO, 2009). En general, que la tierra se dedica a la agroindustria. Además, en una encuesta realizada en tierras madereras maduras en la Amazonía, el incremento en la biomasa equivale a un secuestro neto de carbono de $0,62 \pm 0,37$ t/ha/año (LINO, 2009).

Una prueba para calcular la medida de carbono almacenado en los bosques nubosos de la Reserva de la Biosfera "El Cielo", en Tamaulipas, México. Mediante modelos no directos se siguió que la especie *Liquidambar styraciflua* "estoraque" aportó 28,5 Mg/ha de biomasa, seguida por *Pinus montezumae* "ocote" y *Quercus xalapensis* "petzaláhuatl" con más de 18,4 Mg/ha y, el estrato arbustivo, con estimaciones de algún lugar en el alcance de 5 y 10 cm y con una fuerza de tres tipos de criaturas, 13,5 Mg/ha (RODRÍGUEZ et al., 2006).

BATJES (1996) hace referencia a que las cualidades encontradas en una revisión, en $52.0 \text{ t C} \cdot \text{ha}^{-1}$ normales, fueron mucho más bajas de lo que

se consideró como la normalidad mundial para andisoles en los 30 cm iniciales fue $114 \text{ t C} \cdot \text{ha}^{-1}$. Esto podría estar demostrando que la suciedad se ha supervisado de manera inapropiada antes, lo que ha causado desgracias del COS y emanaciones de CO_2 concebibles en el clima.

ÁVILA *et al.*, (2001) al dirigir exámenes en varios marcos agroforestales o monocultivos de espresso en Costa Rica, descubrieron que el C almacenaba estimaciones de $139 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Para la estructura de eucalipto espresso (4 años), $161 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. Para espresso eucalipto (6 años), $184 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.

Para bistro poró (mayor a 10 años) y $153,9 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ para espresso a pleno sol (0-25 cm). Claramente, los resultados dependerán de los estados de cada lugar (ambiente, suelo, tipo de árbol expreso, ejecutivos, etc.) Al contrastar su información encontrada en Costa Rica, muestra que fueron como los revelados en el escrito en cuanto a marcos agroforestales con expreso en diferentes puntos de Centroamérica (FOURNIER (1996).

ALVARADO *et al.* (1999), en Turrialba, Costa Rica, se encontraron $164 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ de C almacenado en la tierra (0-45 cm) del Sistema Agroforestal de Café (SAF). Al realizar exámenes sobre la acumulación de carbono en la tierra, se demuestra que los impactos de la acumulación de carbono se deben a algunas variables: edad de la especie, superficie del suelo, cambio de uso de la tierra, cultivo de los ejecutivos, entre otras (ÁVILA *et al.*, 2001).

ANACAFE (1998) hace referencia a que en Guatemala, en una revisión realizada sobre la evaluación valorada del dióxido de carbono fijado por

el agrosistema del espresso, descubrió cualidades similares a la nuestra donde reporta medidas de C natural en la tierra que van de 47.18 a 67.60 t.ha⁻¹ de C en varios niveles altitudinales y la expansión de la acumulación de C en la tierra se ve como los incrementos de elevación.

SILES *et al.* (2010) rastreó que el 75% de los cimientos finos de un perfil de suelo de 1 m se encontraron en los 60 cm iniciales. Los científicos han descubierto patrones comparables al evaluar elementos SOC en otros marcos de creación en las selvas, como campos (MAIA *et al.*, 2009). La materia natural es un indicador crítico de la calidad del suelo y las capacidades ecológicas. , entre ellos la obsesión por el carbono ambiental; al final del día, la acción orgánica que crea afecta el compuesto y las propiedades reales de la sociedad. ÁVILA *et al.* (2001) en espresso SAF con *Eucalyptus deglupta* y poró (*Erythrina poepiggiana*) a distintas edades (66,2-87,3 t C • ha⁻¹ de cada 0-30 cm de profundidad). Por otra parte, RUIZ y SOMARRIBA (2002) evaluaron el carbono en SAF en Nicaragua, vieron que estas sociedades almacenaban en algún lugar en el rango de 42,3 y 120,9 t C • ha⁻¹, con lo que se consiguió un territorio más extenso. Estos creadores enfatizan que la variedad de estas cualidades depende de factores, por ejemplo, el uso del suelo, la geografía y las condiciones climáticas. Mientras tanto, CARVAJAL *et al.*, (2009) descubrieron un alcance de 37-43 t C • ha⁻¹ en los 30 cm iniciales en escenas andinas colombianas a una altura como la de esta revisión.

CORRAL *et al.*, (2006) descubrieron depósitos de carbono dentro del tramo encontrado en esta revisión en dos zonas agroecológicas de la costa

ecuatoriana: 66,9, 72,0 y 78,8 t C • ha⁻¹ en SAF con espresso y pachaco (*Schizolobium parahybum*), espresso y guadua, y espresso y espresso pecan, por separado. En SAF con cacao, estos creadores equivalentes descubrieron un alcance de almacenamiento de carbono natural en suelos de 70,7 - 81,1 t C • ha⁻¹. Estas cualidades son más altas que las encontradas en la revisión actual.

En Talamanca, Costa Rica, ANDRADE *et al.*, (2008) evaluaron el COS almacenado en SAF con banano y cacao en 48,8 y 61,7 t C • ha⁻¹, por separado. Estos resultados son equivalentes a lo que se adquirió exactamente en este examen. La incapacidad para descubrir contrastes fácticos entre los marcos en esta revisión posiblemente corresponde a la forma en que la mayor parte de las raíces delicadas en estos marcos es inequívocamente expreso, normal para los tres marcos de creación evaluados. Sin lugar a dudas, cuanto mayor sea la utilidad orgánica del marco, mayor será el comprendido de carbono, por lo que los en los sistemas agrícolas consiguen una capacidad más prominente para fijar carbono que otros marcos regulares e incluso que los bosques tropicales maduros (RODRÍGUEZ *et al.*, 2009). Las prácticas del tablero pueden influir en la dispersión de materia natural, acción microbiana y elementos suplementarios, así como ajustar las propiedades reales de la sociedad como acumulación y porosidad (ACEBEDO *et al.*, 2005).

El impacto de los árboles utilizados como cobertura del suelo controla factores como la temperatura y la humedad, creando un microclima con atributos que se ajustan a las necesidades de innumerables seres vivos. (SIMÓN *et al.*, 2005).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Descripción de la zona influencia del proyecto

3.1.1. Lugar de ejecución

El estudio se ejecutó en las unidades fisiográficas identificadas en el Bosque Reservado de la UNAS (BRUNAS), situado políticamente en el distrito Rupa Rupa, provincia Leoncio Prado, región Huánuco. Consecuentemente, el trabajo de gabinete se desarrolló en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS).

3.1.2. Ubicación política

El Bosque Reservado UNAS está ubicada intrínsecamente en la posesión de la UNAS, ubicado en la margen derecha de la Hidrovía Huallaga, región Rupa, territorio Leoncio Prado, distrito Huánuco; En el pedazo del gran páramo, a una altura de entre 600 y alrededor de 2000 metros sobre el nivel del mar (INRENA, 1994), la expansión completa de BRUNAS es de 217,22 ha, con un borde de 6935,36 m., De las cuales solo 185 ha tienen arbolado. En la cubierta, la región sobrante ha sido alterada por ejercicios centrados en el ser humano, por ejemplo, cosechas ilegales en las partes superiores de BRUNAS

durante la década de 1970. De la cobertura total de bosques, 76.5 ha, se ubica dentro de la faja de apoyo del Parque Nacional Tingo María. El Bosque Reservado limita al norte con el hospedaje Asunción Saldaña útil, al oeste con la cuenca del arroyo Supte, al este con el Recinto Universitario y al sur con el riachuelo Cochero.



Figura 1. Ubicación del Bosque Reservado de la UNAS (BRUNAS)

3.1.3. Localización geográfica en coordenadas UTM

- Coordenadas UTM del BRUNAS

Cuadro 2. Coordenadas UTM del BRUNAS.

Este (m)	Norte (m)	Altura (m.s.n.m)
----------	-----------	------------------

389857	8969612	725
--------	---------	-----

- Coordenadas UTM de las parcelas instaladas

Se realizó la instalación 10 parcelas, tres por cada unidad fisiográfica que tienen las siguientes coordenadas geográficas y altura de la parte céntrica de la parcela:

Cuadro 3. Coordenadas UTM de las parcelas instaladas.

UNIDAD FISIOCRÁFICA	PARCELA N°	EXTENSIÓN (ha)	COORDENADAS		
			ESTE	NORTE	ALTURA
Colina baja clase 1	1	23.50	390716	8970884	741
	2		390941	8970235	739
Colina baja clase 2	1	34.16	390930	8970842	769
	2		391154	8970168	757
Colina alta clase 1	1	92.56	391327	8965946	788
	2		391309	8970114	775
Colina alta clase 2	1	40.25	391868	8970070	931
	2		391811	8970377	934
Montaña	1	26.75	392100	8970008	954
	2		391949	8970508	963

3.1.4. Antecedentes del Bosque Reservado de la UNAS (BRUNAS)

A partir de 1942, como muestra un plan de juego entre los países de Perú y los Estados Unidos de Norteamérica, se implantó la Estación Experimental Tingo María, cuando se constituyó la Universidad Nacional Agraria

de la Selva, en 1964, pasó a tener la localidad que tiene un lugar con la estación de prueba. Posteriormente, con la creación de la Facultad de Recursos Naturales Renovables, en 1979 se comenzó a orientar el Bosque Reservado considerando la forma en que se encontraba dentro de lo que se conoce como Bosque Reservado UNAS (BRUNAS).

3.1.5. Ecología

Ambientalmente, según el agrupamiento de cinturones de vida o desarrollos vegetales del mundo y la carta bioclimática de HOLDRIDGE (1982), Tingo María está ubicada en el arreglo de plantas de bosques tropicales premontanos extremadamente bochornosos (bmh-PT), y de Según los distritos regulares del Perú se relaciona con Rupa o Selva Alta.

3.1.6. Condiciones climáticas

El clima típico de la zona de la Provincia de Leoncio Prado y así de la Universidad Nacional Agraria de La Selva oscila de entre los 18° C y 30°, siendo la más extrema 30° C y un promedio de 24° C. La precipitación anual típica es de 3300 mm. La humedad general oscila en algún lugar en el rango de 80 y 90% y el ritmo de variedad es según el ciclo de aguacero, las condiciones climáticas durante el avance de la obra no difieren mucho de lo normal a pesar de la forma en que se completó en los meses fríos.

3.1.7. Fisiografía

De altura, la región se sitúa entre 667 y 1 092 metros sobre el nivel del mar, decidiendo tres unidades fisiográficas distintas: Cerro Bajo con un aumento de 22,91 ha, seguido por un alto talud con 150,74 ha, que aborda la geoforma con mayor superficie por último la región escarpada con 43.57 ha, esta unidad lleva el nombre de Cerro Cachimbo debido a que en su mayoría carece de vegetación arbórea. En cuanto a inclinarse; El 70,74% del espacio total de Bosque Reservado UNAS, muestra un sesgo cuyas cualidades superan el 25%, lo que demuestra que tiene un lugar con una famosa zona asegurada (PUERTA, 2007).

3.1.8. Composición arbórea

Alberga en su interior especies arbóreas como: huangana caspi (*Senefeldera inclinata*), shiringa (*Hevea brasiliensis*), cicotria (*Psychotria caerulea*), huamansamana (*Jacaranda copaia*) caimito (*Pouteria caimito*), cetico (*Cecropia sciadophylla*), cumala (*Virola pavonis*), apuleya (*Apuleia leiocarpa*), moena (*Nectandra magnoliifolia*), quina (*Cinchona officinalis*), paliperro (*Vitex pseudolea*), machimango (*Couratori macrosperma*), carahuasca (*Guatteria modesta*), cumala (*Iryanthera tricornis*), moena (*Persea grandis*), tornillo (*Cedrelinga cateniformis*), papaya caspi (*Jacaratia digitata*), entre otras (RODRIGUEZ, 2000).

3.1.9. Red hídrica

Cuenta con seis arroyos: Córdova, Cocheros, Naranjal, Asunción Saldaña, Del Águila y Zoocriadero que nacen en la parte rocosa y desembocan

en la hidrovía del Huallaga. En sus movimientos de este a oeste, dan agua a la UNAS al igual que los asentamientos humanos que se encuentran en los alrededores de esta región, por ejemplo, Buenos Aires, Asunción Saldaña, Stiven Ericsson, Mercedes Alta, Quebrada del Águila y San Martín (DUEÑAS, 2009).

3.1.10. Plantaciones

En el interior de BRUNAS se han instalado numerosas haciendas boscosas con especies autóctonas y presentadas, de las cuales destaca la hacienda "Tornillo", introducida en 1950 por el Ing. José Burgos Lizarzaburu durante la actividad de la Estación Experimental Agrícola Tingo María. Se estableció mediante el lanzamiento de franjas dispuestas de este a oeste en la región de bosques de alta pendiente en algún lugar en el rango de 720 y 760 metros sobre el nivel del océano, utilizando plántulas de tornillo de alrededor de un año, el trasplante de recuperación regular se terminó con pan de tierra para garantizar el despegue. En las franjas se instalaron 108 plantas de tornillo y 108 plantas de caoba (*Swietenia macrophylla*) en un espacio de aproximadamente una hectárea. Lamentablemente, las plantas de caoba no tuvieron éxito y, a todos los efectos, desaparecieron después del tercer año (BURGOS, 1955).

Este rancho es considerado el más establecido de las especies de tornillo en Sudamérica (Wadsworth, 2000) y actualmente los árboles alcanzan un DAP normal de 88 cm con un incremento anual normal de 1.69. En cuanto a la estatura empresarial, las personas llegan a una altura normal de 19,55 m con

un incremento anual normal de 0,37 my en altura absoluta llegan a 30,3 m considerando todo. Al igual que los encuentros en la investigación del servicio de guardaparques realizados sobre esta especie desde 1967 en el Centro de Investigaciones Jenaro Herrera, Loreto (IIAP, 2009), la realización de esta finca se debe a la forma en que se instaló bajo sombra, lo que sin duda aseguró la resistencia de las plantas, así como su administración separada durante los primeros largos tramos de fundación. De igual manera, en el interior del Campus Universitario BRUNAS y UNAS se presentaron especies de maderas no maderables, por ejemplo, bambú de las especies acompañantes: *Bambusa tuldoides* Munro, *Gigantochloa apus* (Schultes) Kurz, y *Dendrocalamus asper* (Schultes f.) Backer (YALICO, 2011).

3.2. Materiales y equipos

3.2.1. Materiales y equipos de campo

Flexómetro de 5 m., cuadernillo de apuntes para campo, cilindro metálico, bolsas de polietileno de 1 y 2 kg, pala recta, capa impermeable, wincha de 50 m, cámara fotográfica, martillo, navajas, machete, sistema de posicionamiento global (GPS).

3.2.2. Materiales, equipos e insumos de laboratorio

Matraz de Erlenmeyer. cilindro metálico, vaso de precipitación, varilla, tamiz, balanza de precisión y estufa, agua destilada, ácido sulfúrico, difenilamina sulfúrica, sal de Mohr y cloruro de potasio.

3.3. Metodología

3.3.1. Tipo de investigación

La presente investigación científica es de tipo descriptiva, la tesis da inicio a través de la fase de recolección de fundamentos *in situ* e pesquisa bibliográfica histórica, con la finalidad de entender o conocer las tasas de almacenamiento de carbono orgánico en la superficie.

3.3.2. Formulación de la hipótesis

3.3.2.1. Hipótesis general

El almacenamiento de carbono orgánico del suelo es mayor al incrementarse el nivel fisiográfico en el BRUNAS.

3.3.2.2. Hipótesis específicas

- El carbono orgánico almacenado en el suelo es mayor al incrementarse el nivel altitudinal en el BRUNAS.
- El almacenamiento de carbono orgánico en el suelo por estratos sucesivos (0- 10 cm; 10 – 20 cm; 20 – 30 cm) es mayor en los primeros 10 cm de profundidad.

3.3.3. Identificación de variables

3.3.3.1. Variable independiente

Parcelas diferenciadas por unidades fisiográficas en el
BRUNAS.

- Colina baja clase 1
 - Colina baja clase 2
 - Colina alta clase 1
 - Colina alta clase 2
 - Montaña
- Estrato del suelo
- Estrato de 0 - 10 cm de profundidad.
 - Estrato de 10 - 20 cm de profundidad.
 - Estrato de 20 – 30 cm de profundidad.

3.3.3.2. Variable dependiente

Carbono orgánico

Materia orgánica

Densidad aparente del suelo

3.3.4. Diseño de la investigación

El estudio se ejecutó con un plan No Experimental, ya que es un examen deliberado que se ordena a la percepción y descripción de la conducta de las reservas naturales de carbono del suelo que se interesan por las unidades fisiográficas de la Bosque Reservado del Universidad Nacional Agraria de la Selva (BRUNAS), En la que no se controlan los factores libres por haber ocurrido

a partir de ahora. Las deducciones sobre las conexiones entre factores se hacen sin intercesión o impacto directo, y estas conexiones se ven como lo han sido en su entorno habitual.

3.3.5. Población y muestra

3.3.5.1. Población

En el presente estudio tomo como población los suelos de las unidades fisiográficas en el BRUNAS.

3.3.5.2. Muestra

La presente investigación ha tomado en cuenta cinco (05) parcelas: colina baja clase 1; colina baja clase 2; colina alta clase 1; colina alta clase 2; montaña.

3.3.6. Análisis estadístico

Se hizo uso de un esquema plenamente aleatorio (DCA) con cinco regímenes que operan como recetas, y cada régimen (tratamiento) tuvo tres recreaciones.

El formalismo de adición lineal a usar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij}$$

Dónde:

- Y_{ij} : Variable respuesta en la j-ésima repetición del i-ésimo sistema
- μ : Media general de las observaciones.
- S_i : Efecto del i-ésimo sistema.
- e_{ij} : Error aleatorio.

En proceso de exhibición de la normalidad de la información, se utilizó la prueba de Shapiro Wilk. Para el examen fáctico de la información adquirida se hizo uso del paquete medible INFOSSTAT Versión 2013, se completó la investigación de fluctuación, con un nivel de importancia del 5% y un método corrector para t-suplente. De igual forma, se unirán los cuadros y figuras que mejor aclaren la conducta y contrastes entre los medicamentos.

3.3.7. Etapas de campo y laboratorio

Para efectuar la revisión actual debido al nivel fisiográfico de la acumulación de carbono en la tierra, se realizaron los ejercicios adjuntos:

3.3.7.1. Clasificación de las parcelas en estudio

La investigación se desarrolló bajo la selección de cinco (05) parcelas diferenciadas por unidades fisiográficas Los mismos que se detallan a continuación: colina baja clase 1; colina baja clase 2; colina alta clase 1; colina alta clase 2; montaña.

3.3.7.2. Circunscripción del área de estudio

En la siguiente Figura 2, se muestra en detalla la delimitación del área de estudio.

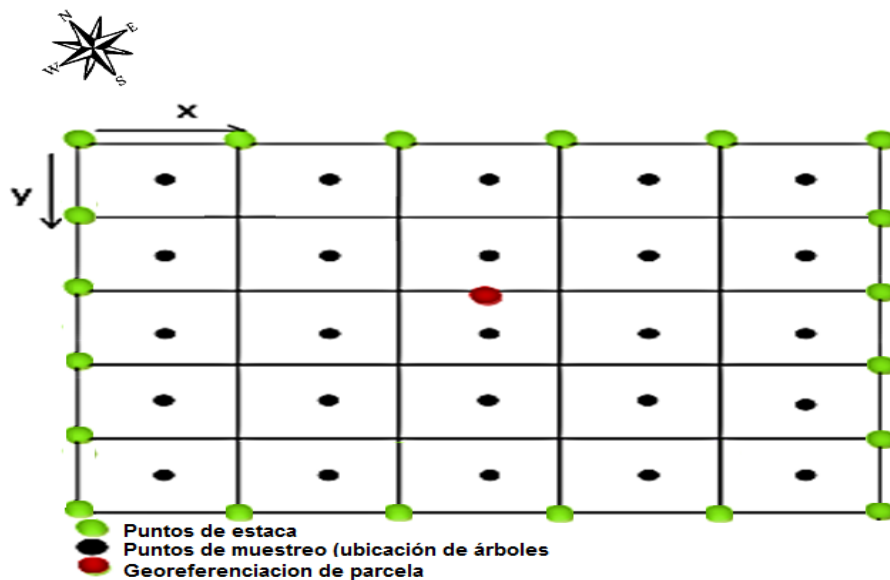


Figura 2. Rejillas regulares (Guía para muestreo de suelos, MINAM 2014)

La división del espacio de revisión se efectuó individualmente en cada area (Figura 2), para un espacio de 100 m²; posteriormente dividida en subparcelas de 20 m². también, delimitado haciendo el uso de una rafia de color naranja. Luego, en ese punto, se colocaron 20 estacas de madera verde (piedras preciosas) alrededor de toda la región de revisión, en las tres unidades exploratorias.

Se completó un casual escueto, sugerido para regiones semejantes de menos de 5 hectáreas, definidas por referencias aparentes a lo extenso de todo el aumento del lugar. Se representa al consentir todas las posibles combinaciones de enfoques de examen. Los focos de inspección se registraron en un plano cartesiano (X_i, Y_j). La determinación de estas se ejecutó mediante una tabla de dígitos arbitrarios que asegura que cada punto tiene una probabilidad similar de ser elegido.

3.3.7.3. Muestreo de suelos

Para el muestreo, se consideraron los seguros y las pautas generales, por ejemplo, no realice la prueba después de un aguacero o si el perfil de suciedad está empapado, es siempre adecuado permanecer firme 2 o 3 días para que se agote bien. La extracción de los ejemplares de tierra se tomó al azar para la investigación fisicoquímica y orgánica, comparando los 30 centímetros iniciales, se completaron con una abertura de suelo de 2 centímetros de ancho. De esta manera, por área en análisis, se tomaron aleatoriamente tres focos de examen (cada punto de inspección se dirigía a un monumento de piedra); Cada ejemplo que aborda un monumento de piedra se aisló en tres capas progresivas (0-10, 10-20 y 20-30) cm., Extrayendo (45) submuestras en total para luego ser investigadas en las instalaciones de investigación de tierra de la Facultad de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional Agraria de Selva. Antes de completar los juicios lógicos en la instalación de investigación, se adaptaron los ejemplos. Este ciclo de pretratado se fundamentó en secar a clima ambiente, tamizar a 2 mm y granular los ejemplos.

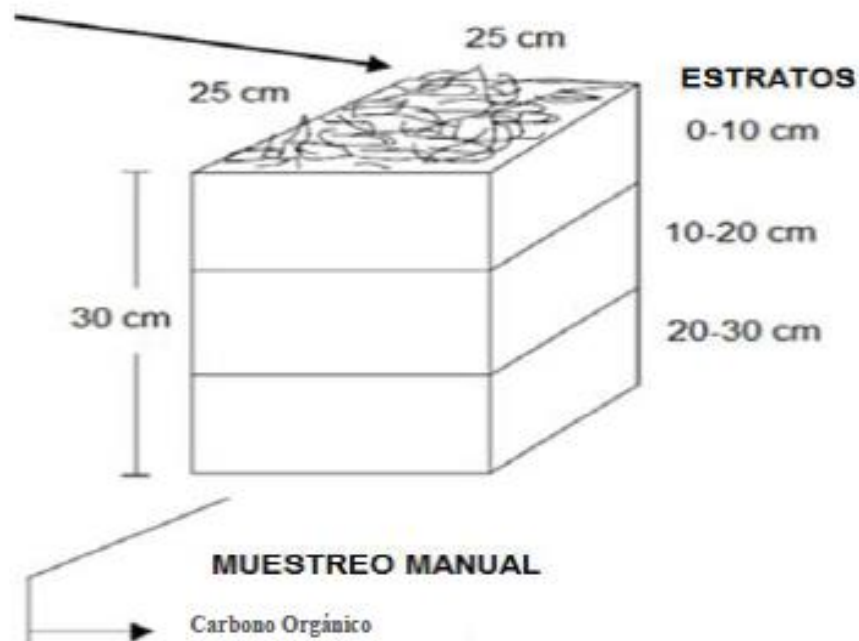


Figura 3. Sistemática de muestreo del suelo (según Tropical Soil Biology and Fertility Programme (TSBF,IUBS/UNESCO).

El procedimiento de muestreo del suelo a estudiar fue de similitud con lo que recomienda Tropical Soil Biology and Fertility (TSBF), (ANDERSON Y INGRAM, 1993), el espacio del elemento básico de muestreo fue monolito de 25 cm x 25 cm x 30 cm de depresión.

3.3.7.4. Valoración del carbono orgánico del suelo

En el cálculo del carbono orgánico del suelo en cada capa de valoración (0-10 cm, 10-20 cm, y 20-30 cm), se hizo el uso del orden sugerida por Mac Dicken (1997).

$$\text{COS (t ha}^{-1}\text{)} = \sum_{i=1}^{i=n} ([\text{CO}/100] * \text{Dap} * \text{Ps} * 10000)_{\text{profundidad}}$$

COS (t.ha⁻¹) : Carbono orgánico del suelo

I : Profundidad evaluada.

n : Tres profundidades

(%) : Concentración de carbono orgánico en %.

%CO : 0.58 x %MO (según|Walkley y Black, 1938)

D. ap. (t.m⁻³): Densidad aparente de la profundidad evaluada (t/m³)

Ps (m) : Profundidad de muestreo (m)

10000 : área m²

3.3.7.5. Estimación de la densidad aparente del suelo

La estimación de la densidad aparente estuvo dictada por la estrategia de la cámara, que consistió en presentar una cámara metálica en los separadores del monumento de piedra, separándolos por capas (0-10 cm.; 10-20 cm.; Y 20-30 cm) para lo cual cada cámara tuvo un volumen caracterizado, luego, en ese punto, estos ejemplos se secaron en estufa a

105°C durante 03 días, en la decisión de su peso seco (ms). En esta línea, el peso seco estará aislado por el volumen de la suciedad (volumen interior de la cámara).

3.3.7.6. Materia orgánica (método de Walkley y Black)

Se midió 1g de suelo y se puso en una jarra Erlenmeyer de 250 mL, luego, en ese punto, se agregaron 10 mL de dicromato de potasio 2 N y se agregaron 10 mL de Q.P 96% sulfúrico corrosivo. Luego, en ese punto, se homogeneizó el arreglo y se depuso representar 120 minutos más, y se llevó a un volumen de 100 mL con H₂O refinada, luego, en ese punto, se tomaron 20 mL. De esta disposición en un vaso medidor para valorarlo; por tanto, se añadieron de 2 a 3 gotas de marcador de difenilamina. Y se nominó con sal de Mohr 0,2 N. El cambio de verde tenue a verde deslumbrante demostró el final de la titulación; tenga en cuenta el costo de la respuesta de Mohr, correspondiente a esto, ejecutó un claro (sin ejemplo).

$$\% \text{ M.O.} = \frac{(a - bf) 0.003 \times 1.724}{P} 100$$

a = ml de bicromato de potasio utilizado.

b = ml de sal ferrosa o sal de Mohr gastado (gasto de titulación).

0.003 = Factor del carbón.

1.724 = Factor de Van Vammelen.

p = peso de muestra de suelo.

IV. RESULTADOS

4.1. Cuantificación de carbono fijado, materia orgánica y densidad aparente en el suelo de unidades fisiográficas del BRUNAS

Se usó un estudio estadístico de descripción para la exploración, comparados mediante tablas de tablas de informe e investigación de proporciones de propensión focal (medida y desviación estándar); Además, antes de esto, se realizó la prueba ordinal, en la cual se obtiene ShapiroWilk, para pruebas mínimas a 30 (RODRIGUEZ, et al, s. F.). De los resultados obtenidos, se tiende a ver que las estimaciones de importancia son más notables que 0.05. De ahí que podamos confirmar con un 95% de convicción que la información procede de una difusión ordinaria. (prueba normal de Shapiro-Wilk).

4.1.1. Carbono fijado en el suelo

En el Cuadro 4, se muestra el análisis de variancia para el almacenamiento de carbono orgánico en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del BRUNAS, apreciándose que no existe diferencia estadística entre los tratamientos en estudio.

Cuadro 4. Análisis de varianza para el almacenamiento de carbono orgánico en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del BRUNAS

Variable	FV	GL	SC	Sig.
Carbono organice en el suelo	Tratamiento	4	409.18	0.3938
	Error	10	900.55	
	Total	14	1309.73	

Cuadro 5. Promedios de almacenamiento de carbono en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del BRUNAS.

Unidad fisiográfica	COS (t/ha)
Montaña	101.28±6.63a
Colina alta clase 2	95.64±10.18a
Colina alta clase 1	91.04±11.17b
Colina baja clase 2	90.88±13.32b
Colina baja clase 1	85.75±0.84b
Total	464.59
p_valor	<0.0001
Coefficiente de variación (%)	12.35

Para el comparador de medias (Prueba Tukey) a un 95% de ajuste, (Cuadro 5), se estipuló la inexistencia de disconformidad explicativa entre los tratamientos de estudio. Por lo que, las unidades fisiográficas del BRUNAS no infieren en las tazas de almacenamiento de carbono del suelo. Determinándose que, las unidad fisiográfica montaña almacenan: 101.26 t/ha de carbono orgánico almacenado en montaña, 95.64 t/ha para colina alta clase 2, 91.04 t/ha

en colina alta clase 1, 90.88 t/ha en colina baja clase 2 y 85.75 t/ha en colina baja clase 1. En la Figura 4, se detalla gráficamente los niveles medios de carbono orgánico almacenado en la superficie en diferentes unidades fisiográficas del BRUNAS

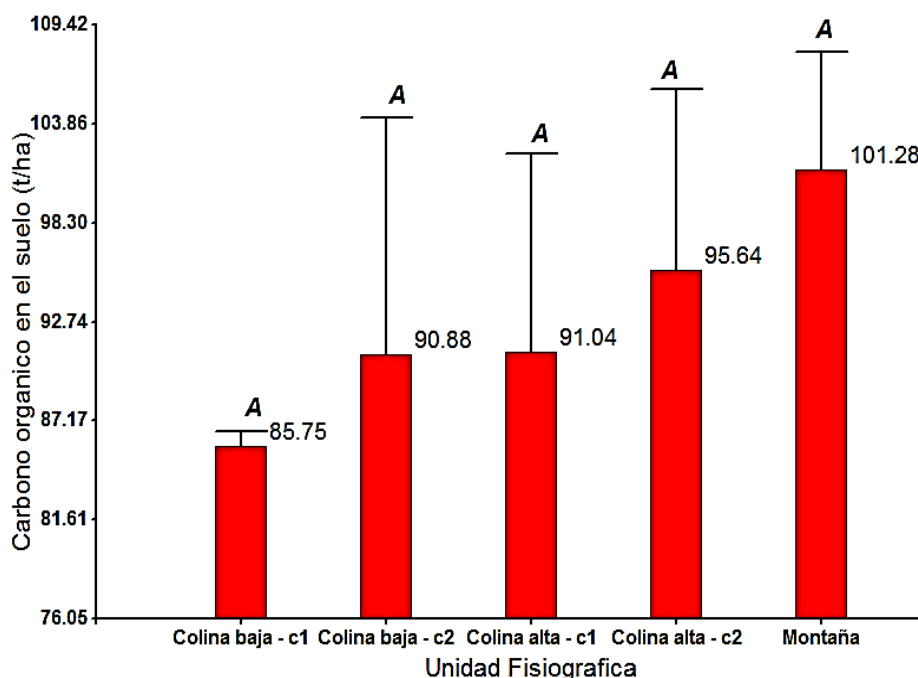


Figura 4. Niveles medios de carbono orgánico almacenado en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del BRUNAS

4.1.2. Materia orgánica en el suelo

En el Cuadro 6, se muestra el análisis de variancia para los niveles de materia orgánica en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del BRUNAS, apreciándose diferencia estadística entre los tratamientos en estudio.

Cuadro 6. Análisis de variancia para los niveles de materia orgánica en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del BRUNAS

Variable	FV	GL	SC	Sig.
Materia orgánica en el suelo	Tratamiento	4	1.01	0.0407
	Error	10	0.67	
	Total	14	1.68	

Para el comparador de medias (Prueba Tukey) a un 95% de ajuste, (Cuadro 7), se comprobó que existe divergencia reveladora entre los tratamientos de estudio, respecto a los niveles de elementos orgánicos en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del BRUNAS. Por lo que, no infieren en los niveles de materia orgánica del suelo. Determinándose que, las unidades fisiográficas montaña y colina alta clase 2 presentan mayores valores de materia orgánica (3.99% y 3.74% respectivamente), en comparación con los demás tratamientos (unidades fisiográficas) cuyos valores fluctúan de 3.34% a 3.39%.

Cuadro 7. Promedios de niveles de elemento orgánico en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del BRUNAS

Unidad fisiográfica	Materia orgánica (%)
Montaña	3.99±0.32a
Colina alta clase 2	3.74±0.29a
Colina alta clase 1	3.36±0.16b
Colina baja clase 2	3.39±0.31b
Colina baja clase 1	3.34±0.17b
p_valor	0.0407
Coefficiente de variación (%)	7.27

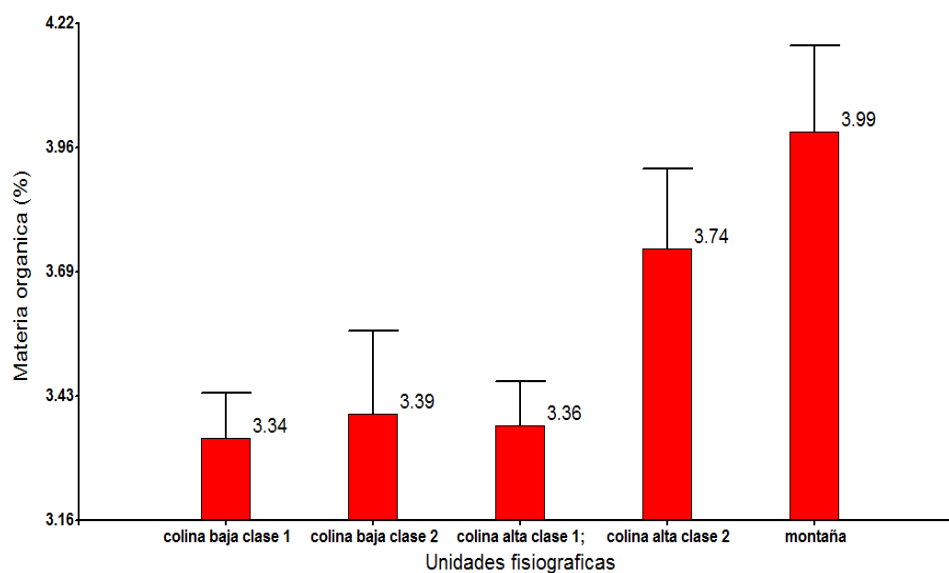


Figura 5. Niveles medios de carbono orgánico almacenado en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del BRUNAS

4.1.3. Densidad aparente del suelo

En el Cuadro 8, se muestra el análisis de variancia para los valores de densidad aparente del suelo en disímiles unidades fisiográficas del BRUNAS, apreciándose que no existe diferencia estadística entre los procedimientos en exposición.

Cuadro 8. Estudio de varianza para los niveles de densidad aparente del suelo en diferentes unidades fisiográficas del BRUNAS

Variable	FV	GL	SC	Sig.
Materia orgánica en el suelo	Tratamiento	4	0.02	0.5975
	Error	10	0.08	
	Total	14	0.10	

Para el comparador de medias (Prueba Tukey) a un 95% de ajuste, (Cuadro 9), se estableció la inexistencia de variación significativa entre los tratamientos de estudio respecto a los valores de densidad aparente del suelo en diferentes unidades fisiográficas del BRUNAS. Por lo que, las unidades fisiográficas no infieren en los valores de esta propiedad física del suelo. Determinándose que, las unidades fisiográficas presentan valores de consistencia aparente en el rango de 1.48 g/cm³ a 1.57 g/cm³.

Cuadro 9. Promedios de niveles de materia orgánica en el suelo en diferentes unidades fisiográficas del BRUNAS

Unidad fisiográfica	Densidad aparente (g/cm ³)
Montaña	1.48±0.03a
Colina alta clase 2	1.48±0.07a
Colina alta clase 1	1.57±0.13a
Colina baja clase 2	1.55±0.10a
Colina baja clase 1	1.50±0.07a
p_valor	5.72

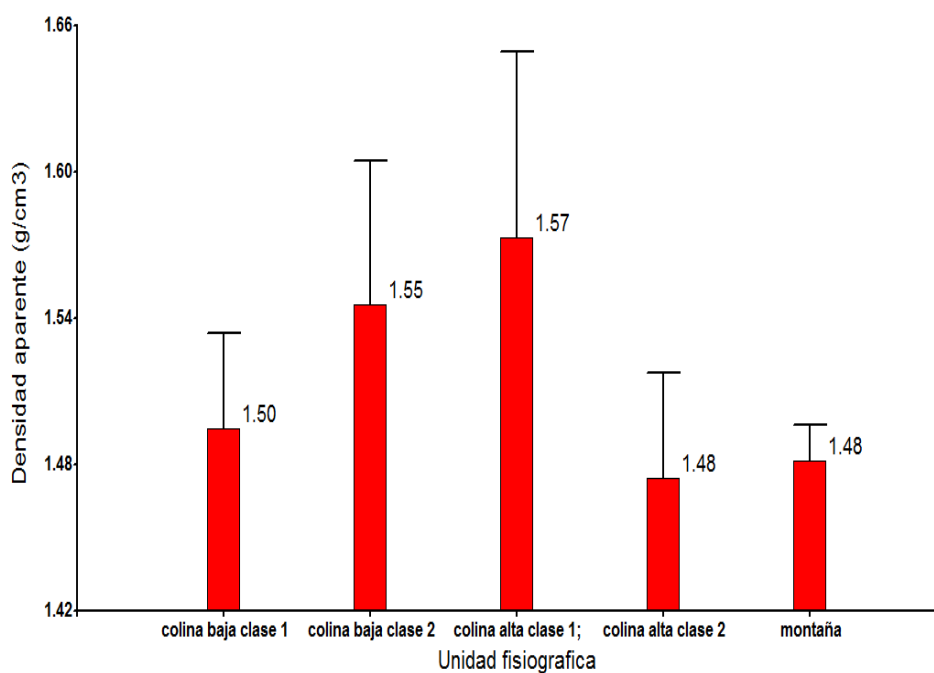


Figura 6. Niveles medios de carbono orgánico almacenado en el suelo en diferentes módulos fisiográficos del BRUNAS

4.2. Carbono orgánico almacenado por estratos sucesivos

Las resultados de la evaluación Tukey para la estimación de carbono orgánico almacenado por estratos sucesivos nos indican que falta la existencia de variación significativa (p -valor <0.05) a un 5% de nivel de demostrativo entre las capas sucesivas (0-10 cm, 10-20 cm y 20-30 cm), a pesar de tener promedios distintos en las unidades fisiográficas del estudio.

Cuadro 10. Niveles medios de carbono orgánico del suelo por estratos (profundidad)

SUT	Estrato (cm)	COS (t/ha)	p_valor
Montaña	0 – 10 cm	26.75 ± 1.56 a	
	10 – 20 cm	21.06 ± 1.36 a	
	20 – 30 cm	27.30 ± 0.98 a	
Colina alta clase 2	0 – 10 cm	18.82 ± 1.21 a	
	10 – 20 cm	18.91 ± 1.14 a	
	20 – 30 cm	18.82 ± 1.21 a	
Colina alta clase 1	0 – 10 cm	15.98 ± 1.04 a	
	10 – 20 cm	13.82 ± 1.56 a	
	20 – 30 cm	17.57 ± 1.22 a	
Colina baja clase 2	0 – 10 cm	23.49 ± 1.31 a	
	10 – 20 cm	22.57 ± 1.01 a	
	20 – 30 cm	20.38 ± 1.02 a	
Colina baja clase 2	0 – 10 cm	27.38 ± 1.45 a	
	10 – 20 cm	29.07 ± 1.45 a	
	20 – 30 cm	31.17 ± 1.04 a	

V. DISCUSIÓN

De nuestros resultados, las unidades fisiográficas del BRUNAS no infieren en las tasas de almacenamiento de carbono del suelo. Determinándose que, las unidades fisiográficas montaña almacenan: 101.26 t/ha de carbono orgánico almacenado en montaña, 95.64 t/ha para colina alta clase 2, 91.04 t/ha en colina alta clase 1, 90.88 t/ha en colina baja clase 2 y 85.75 t/ha en colina baja clase 1. Nuestros resultados difieren los con reportado BATJES (1996) quien manifiesta un promedio de 52.0 t/ha de carbono orgánico en el suelo. La variabilidad de los datos obtenidos en nuestra investigación se atribuye a varios componentes que impactan el COS, por ejemplo, el contexto histórico en el uso de la tierra, las fuentes de datos y los rendimientos de materia natural del marco, y la administración del uso de la tierra. Por ejemplo, los estados físicos y naturales de la tierra y el trasfondo histórico de las contribuciones de materiales naturales a los suelos pueden decidir los ritmos de avance del carbono natural bajo la tierra cuando la vegetación y los ensayos del tablero han cambiado, por ejemplo, en la evacuación de bosque para poner pastos.

De la misma manera, TROUVE *et al.*, (1994) obtuvieron resultados similares a los de BATJES (1996), al reporta un acumulamiento de Carbono de 63 a 76 t/ha en procedimientos silvopastoriles con *E. deglupta* en el Congo. Sin embargo, sus resultados en pastura fue inferior al nuestro, siendo 2.5 t/ha. La

variabilidad se atribuye a que el componente arbóreo reduce la temperatura ambiental y la del suelo, reduciéndose simultáneamente la evaporación de la superficie e incrementando la humedad relativa del ambiente. Bajo árboles de sombra, la temperatura nocturna es más alta y en el día es menor puede influir en la actividad de los macro y microorganismos del suelo. Del mismo modo, los ejercicios de los ejecutivos tanto para la creación de criaturas como para el servicio de guardabosques también influyen en la acumulación de carbono. Las semejanzas mensurables del COS entre las usanzas de la tierra posiblemente obedecen a la antigüedad del marco. El marco amplio en el rango de edad de los espacios estimadas en cada marco hace que sea difícil evaluar el impacto de los marcos de uso de la tierra en el COS.

Sin embargo, discrepamos lo reportado por PALM *et al.* (1999), quien, en su estudio sobre cálculo de la biomasa y carbono en los primordiales sistemas de uso del suelo en el área de campo verde, reporto que un bosque secundario (3 años) almacena 57.02 t/ha, para pasturas es 36.3 t/ha, en plantaciones de árboles es 11 a 61 t/ha y en sistemas agroforestales es de 25 a 30 t/ha. La explicación a estas variaciones puede ser atribuida a las condiciones de las plantaciones en estudio, siendo estas: edad de las plantaciones, calidad del sitio, ubicación geográfica, manejo de plantación, condiciones edáfica del suelo, antecedentes de los sistemas de uso de tierras, siendo este último un factor importante a considerar.

De los niveles medios de materia orgánica evaluados por estratos sucesivos, existió diferencia significativa El comportamiento de nuestros

resultados se atribuye a nuestros sistemas en estudio aportan mayor material senescente (hojarasca) al primer estrato del suelo, crean un mantillo que amortigua y regula la temperatura. Sin embargo, por ser esta zona de altas precipitaciones y en condiciones de selva alta, los tenores de los nutrientes puedan verse afectado y ser percolados hacia los estratos siguientes, como se evidencia en nuestros resultados.

Los resultados indican que tanto los valores de materia orgánica y densidad aparente guarda una relación directa con las unidades fisiográficas, esto se atribuye a la alteración de las condiciones causadas por el efecto de la cobertura repercute en ambas variables de estudio, sumado a ello, las prácticas de manejo, quienes pueden afectar la distribución de la materia orgánica, actividad microbiana y dinámica de nutrientes, asimismo, modificar las cualidades físicas de la superficie del suelo como la aditamento y esponjosidad.

VI. CONCLUSIONES

1. Las unidades fisiográficas del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la selva (BRUNAS) no influyen en las tasas de almacenamiento de carbono del suelo, determinándose que las unidades fisiográficas montaña almacenan: 101.26 t/ha de carbono orgánico almacenado en montaña, 95.64 t/ha para colina alta clase 2, 91.04 t/ha en colina alta clase 1, 90.88 t/ha en colina baja clase 2 y 85.75 t/ha en colina baja clase 1.
2. Para la evaluación de carbono orgánico almacenado por estratos sucesivos, se determinó que no existe efecto de la profundidad en el afianzamiento de carbono orgánico en el suelo.

VII. RECOMENDACIONES

1. Recopilar información en diversas épocas del año, épocas de biomasa y creación de suplementos en las hojuelas y talluelos, que perfeccionarían los datos adquiridos a nivel del suelo.
2. Examinar el impacto de las unidades fisiográficas consideradas en el examen actual en las distintas partes de la tierra, ya que en suelos con alta predilección por el fósforo son las raíces las que asumen una parte significativa en la accesibilidad del suplemento en el arreglo comercial.
3. Realizar estudios en los sistemas usos de la tierra evaluados en épocas de estiaje y avenidas para generar indicadores de macrofauna que permitan valorar la calidad del suelo en diferentes condiciones ambientales.

**SOIL ORGANIC CARBON IN DIFFERENT PHYSIOGRAPHIC UNITS OF THE
RESERVED FOREST OF THE NATIONAL AGRICULTURAL UNIVERSITY OF
LA SELVA (BRUNAS) TINGO MARÍA - PERU**

VIII. ABSTRACT

Carbon sequestration in soils is opposed to the desertification process through the role played by the increase in organic matter on the stability of the structure - resistance to water and wind erosion - and water retention, and the essential aspect of ground surface coverage. The investigation was carried out in differentiated plots by physiographic units of the UNAS Reserved Forest (BRUNAS), located politically in the district Rupa Rupa, province Leoncio Prado, region Huánuco. With the purpose of evaluating the storage of organic carbon in the soil in different BRUNAS physiographic units. A Non-Experimental design was conducted, oriented to the observation and description of the behavior of organic soil carbon storage that participate in the physiographic units. The demarcation of the study surface was carried out in each of the plots for an area of 100 m x 100 m; subsequently divided into subplots of 20 m. x 20 m. Per plot under study, three sampling points (each sampling point representing a monolith) will be taken at random from them; Each sample representing a monolith was separated into three successive strata (0-10, 10-20 and 20-30) cm., with forty-five (45) subsamples taken in total.

Of the results: the mountain physiographic unit stores 101.26 t / ha of stored organic carbon, 95.64 t / ha for high hill class 2, 91.04 t / ha on

high hill class 1; 90.88 t / ha in low hill class 2 and 85.75 t / ha in low hill class

1. For the evaluation of organic carbon stored by successive strata, it was determined that there is no effect of the depth on the fixation of organic carbon in the soil. Concluding that the physiographic units of the Reserved Forest of the National Agrarian University of the Jungle (BRUNAS) do not infer in the carbon storage cups of the soil.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEBEDO, L; TORSTENSSON L; PELL, M; STENBERG, B. 2005. Need of a strategy for evaluation of arable soil quality. *Ambio*. 132 p.
- ACOSTA, K; SHANLEY, R; BOÓ, R; PELÁEZ, D; BUNTING. S; MAYOR, M. 2001. Effect of fire on grasses in central semi-arid. *Journal of Arid Environments*. Buenos Aires, Argentina. 259 p.
- ALVARADO, L; COHEN, R; PERSKY, L; HADAR, Y. 1999. Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus* *Appl Microbiol Biotechnol*. 58 p.
- ANACAFE.1998. Cuantificación Estimada del Dióxido de Carbono Fijado por el Café en Guatemala. 9º Congreso de caficultura nacional. Guatemala.
- ANDERSON, K. INGRAM, F. 1993. Changes in mineral N and number of bacteria and actinomycetes. *Canadian Journal of Soil Science*. 125 p.
- ANDRADE, H. 1999. Dinámica productiva de sistemas silvopastoriles con *Acacia mangium* y *Eucalyptus deglupta* en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc: Turrialba, CR, CATIE. 70 p.
- ANDRADE, H.J., BROOK, R., IBRAHIM, M. (2008). Growth, production and carbon sequestration of silvopastoral plant and Soil, 308 p.

- ANGERS, K; RAMIREZ, E, PORTA, A. 1995. Calidad de *Coffea arabica* bajo sombra de *Erythrina poeppigiana* a diferentes elevaciones Agroforestería en las Américas 7(26): 40-42.
- ÁVILA, S; VAN VEEN, J.; ELSAS, J. 2001. Impact of soil structure on the activity and dynamics of the soil microbial population .. In Megus'ar (ed.) Perspectives in Microbial Ecology> Proceedings of the Fourth International Symposium on Microbial Ecology Malinska Knjiga, Ljubljanao ppo 481 p.
- BATJES, N.H. 1996. Total carbon and nitrogen in the soils of the World. European Journal of Soil Science, 163 p.
- BAZZAZ, K; SOMBROEK T. 1996. Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus* Appl Microbiol Biotechnol. 594 p.
- BROWN, L. 1997. Manejo selectivo de malezas para la conservación del suelo en café joven, San José, Costa Rica). 85 p.
- BURGOS, E. 1955. Biotechnological applications and potential of wood-degrading mushrooms of the genus *Pleurotus* Appl Microbiol Biotechnol. 594 p.
- CAMPOS, B.C.; REINERT, D.J.; NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. 1995. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. Rev. Bras. Ciência do Solo (Campinas). 19 p.

- CARVAJAL, A; FEIJOO, A; QUINTERO, H; RONDÓN, M. (2009). Carbono orgánico del suelo en diferentes usos del terreno de paisajes andinos colombianos. *Revista de la ciencia del suelo y nutrición vegetal*, 9 p.
- CORRAL, E; COCHRANE, T; EDERT, A. 2006. Caracterización agroecológica para el desarrollo de pasturas en suelos ácidos de América Tropical. In . J. Toledo. (ed.). *Manual para la evaluación agronómica*. Cali, Colombia. CIAT. 23 p.
- DEL ÁGUILA, L. 2013. Ganadería y deforestación. *Políticas Pecuarias – 3*. Disponible en línea: (<ftp://ftp.fao.org/docrep/2s/a0262s00.pdf>) Consultado el 01 de Noviembre de 2008.)
- DUEÑAS, R. 2009. Ganadería y deforestación. *Políticas Pecuarias – 3*. Disponible en línea: (<ftp://ftp.fao.org/docrep/2s/a0262s00.pdf>) Consultado el 01 de Noviembre de 2008.)
- ERGOUALC'H, K; BLANCHART, E., SKIBA, U., HÉNAULT, C., HARMAND, J. ETHERINGTON, J.R. 2012. *Environmental and plant ecology*. Chichester, U.K. Willey. 487 p.
- FOURNIER, N. 1996. *Tratado de Edafología de México, Tomo I*. Facultad de Ciencias Universidad Nacional Autónoma de México. 324 p.
- GONZALES, L. 2013 Efectos de enmiendas orgánica y química sobre algunos parámetros bioquímicos y la estructura gremial de comunidades bacterianas en un suelo bajo manejo agrícola. In Congreso Latinoamericano de la Ciencia del suelo (16). *Suelo Ambiente y*

Seguridad Alimentaria. (Cartagena de Indias, Colombia, 2004). Memoria. Cartagena de Indias, Colombia. 152 p.

KANNINEN, K. 2005. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. 396 p.

LAL, R. 1997. Tropical ecology and physical edaphology. Chichester, UK. Wiley. 732 p.

LINO, P. 2009. Suelos derivados de cenizas volcánicas en Colombia. Revista Internacional de Desastres Naturales, 167-198.

LÓPEZ, M. (2007). Cuantificación del Carbono almacenado en el suelo de un sistema silvopastoril en la zona Atlántica de Costa Rica. Revista Agroforestería en las Américas. CATIE. Turrialba Costa Rica . 51 p.

LÓPEZ, Y. 1998. Growers' perceptions and acceptance of soil quality indices. Geoderma 114 p.

LUNA, O. 2013. Productivity and profitability of multistrata. 143 p.

PACHECO, U. 2011. Effect of grassland management on soil carbon sequestration in Rondônia and MatoGrosso states, Brazil. Geoderma, 149 p.

PALM, L; P RUSSELL-SMITH, A; PERFECT, T. 1999. Decomposition and mineral nutrient dynamics of plant litter in a regenerating bush-fallow in subhumid tropical Nigeria Journal of Ecology 995 p.

- Puerta, R. 2007. Modelo Digital de Elevación del Bosque Reservado de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Tesis Maestro en Ciencias en Agroecología Mención Gestión Ambiental. Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 70 pp.
- RAMÍREZ, Q. 2013. Valorización económica del servicio hídrico en el BRUNAS. Tesis. Maestro en Ciencias en Agroecología mención Gestión Ambiental. Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 80 pp.
- RODRÍGUEZ, C; ROAS, T; CAIMS, R.2000. O meio ambiente e o plantio direto. Ed. APDC (Goiânia). 18 p.
- Rodríguez, W. 2006. Estudio cuantitativo de la diversidad forestal del BRUNAS. Tesis Ing. En Recursos Naturales Renovables. Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 119 pp.
- RUIZ, F., SOMARRIBA. A. (2002). Evaluación del efecto de la práctica de no quema en el almacenamiento de carbono y la fertilidad de suelos en las comunidades de las cámaras y sabana larga, Estelí, Nicaragua. Universidad centro americana. Managua, Nicaragua. 56 p.
- SERRAO, E. A 1990 Sustainability of pastures replacing forests in the Latin American humid tropics: The Brazilian Experienceo In DESFIL humid tropical lowlands conference> (1991, Panama City, ParL)o [Conferencia] 213 p.

- SILES, P., NICOLODI, R.; RUEDELL, J.; PETRERE, C. 2010. Growers' perceptions and acceptance of soil quality indices. *Geoderma* 114 p.
- SIMÓN, S; LYNBAEK, A; MUSCHLER, R; SINCLAIR, F. 2005. Productivity and profitability of multistrata. 143 p.
- TROUVE. E., QUIROGA, A., BONO, A. 1994. Manual de fertilidad y evaluación de suelos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria – INTA. La Pampa, Argentina. 162 p.
- VIDAL, W; WILSON, J.; STUR, W; SHELTON, H. 2001. Shading increases yield of nitrogen-limited tropical grasses. In International Grassland Congress (17, 1993, Palmerston North, New Zealand/Queensland, Australia) or Proceedings Palmerston North, New Zealand Grassland Association/Tropical Grassland Society of Australia/New Zealand Society of Animal Production /Australian Society of Animal Production /New Zealand Institute of Agricultural Science. 62 p.
- YALICO, A. 2011. Plan de Manejo Forestal para el aprovechamiento de bambú en el campus universitario de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. Práctica Preprofesional. Bach. En Recursos Naturales Renovables mención Forestales. Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva. 37 pp.

ANEXO

Anexo 1. Panel fotográfico



Figura 7. Muestreo de suelos de la unidad fisiográfica colina alta clase 2



Figura 8. Muestreo de suelos de la unidad fisiográfica colina baja clase 1

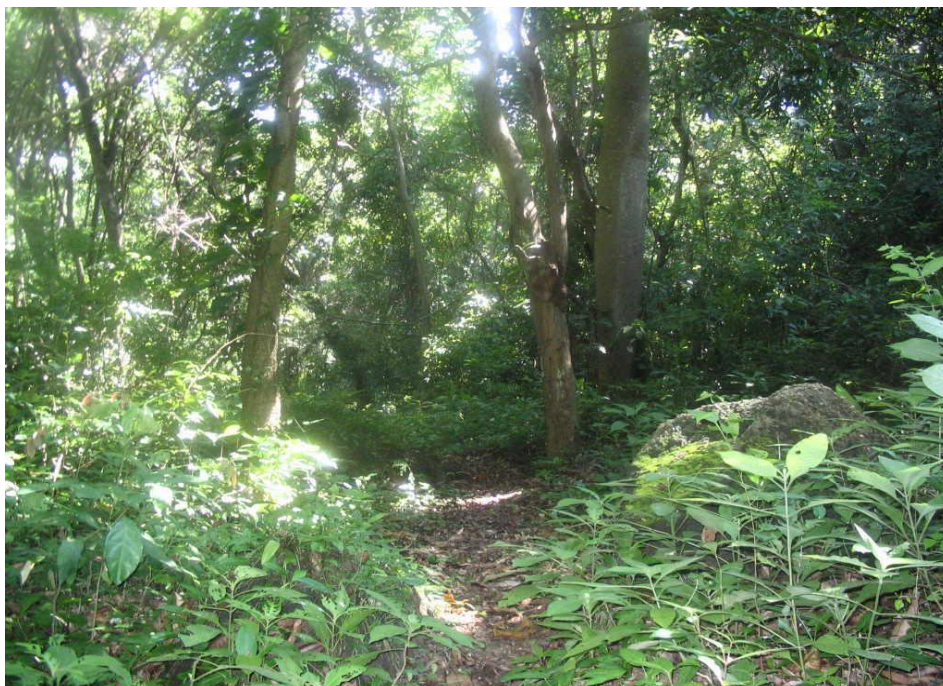


Figura 9. Muestreo de suelos de la unidad fisiográfica colina baja clase 2



Figura 10. Muestreo de densidad aparente del suelo



Figura 11 Muestreo de densidad aparente del suelo por estratos sucesivos



Figura 12. Determinación de materia orgánica del suelo

