



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO
DEPARTAMENTO DE SUELOS



**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

**ALMACENES DE CARBONO ASOCIADOS A DIFERENTES
UNIDADES DEL PAISAJE EN EL CENTRO REGIONAL
UNIVERSITARIO ORIENTE**

TESIS
QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

PRESENTA:

JULIO CÉSAR DE LA CRUZ OSORIO

Bajo la supervisión de: Dr. Jesús David Gómez Díaz



DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

Junio de 2015

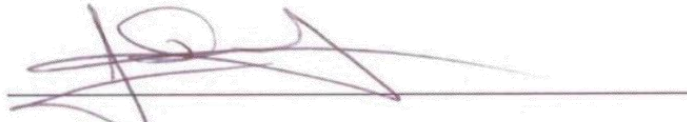
Chapingo, Estado de México

**ALMACENES DE CARBONO ASOCIADOS A DIFERENTES UNIDADES DEL
PAISAJE EN EL CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO ORIENTE**

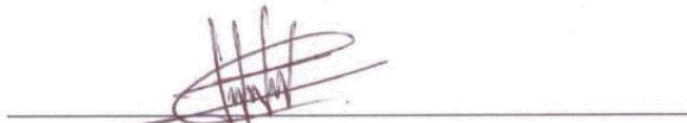
Tesis realizada por **Julio César de la Cruz Osorio** bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN AGROFORESTERÍA
PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE**

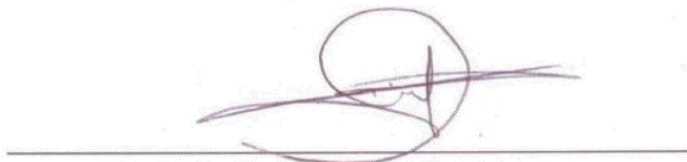
DIRECTOR:


Dr. Jesús David Gómez Díaz

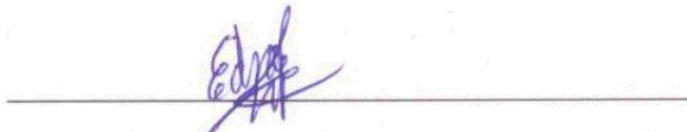
ASESOR:


Dr. Alejandro Ismael Monterroso Rivas

ASESOR:


M. C. Juan Ángel Tinoco Rueda

ASESOR:


Dra. María Edna Álvarez Sánchez

DEDICATORIA

Especialmente a mi esposa, a mi madre, a mis hermanos y sus familias.

A mis amigos y compañeros.

AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso, dador de vida y conocimientos.

A la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

A los profesores, Dr. Jesús David Gómez Díaz, Dr. Alejandro Ismael Monterroso Rivas, M. C. Juan Ángel Tinoco Rueda y Dra. María Edna Álvarez Sánchez, por dirigir y asesorar la presente tesis.

Al Ing. Moisés Matías Ramos por su apoyo en el arduo trabajo de campo.

A la Ing. Vianca Azucena Arévalo Madrigal por su apoyo en el trabajo de laboratorio, así como en la aportación de ideas.

DATOS BIOGRÁFICOS



Datos personales

Nombre: Julio César de la Cruz Osorio

Fecha de nacimiento: 3 de julio de 1987.

Lugar de nacimiento: Tihuatlán, Veracruz, México

No. cartilla militar: 8638994

CURP: CUOJ870703HVZRSL00

Profesión: Ingeniero Forestal

Cedula profesional: 6397766

Desarrollo académico

Bachillerato: Preparatoria agrícola en la Universidad Autónoma Chapingo
(2002-2005).

Licenciatura: Ingeniería Forestal en la Universidad Autónoma Chapingo (2005-
2009).

ALMACENES DE CARBONO ASOCIADOS A DIFERENTES UNIDADES DEL PAISAJE EN EL CENTRO REGIONAL UNIVERSITARIO ORIENTE

CARBON STORES ASSOCIATED TO DIFFERENT LANDSCAPE UNITS IN THE EAST REGIONAL UNIVERSITY CENTER

Julio César de la Cruz Osorio¹ y Jesús David Gómez Díaz²

RESUMEN

Se realizó la medición del contenido de carbono aéreo y subterráneo en los sistemas agroforestales de café, bosque de niebla y pastizal, en las diversas unidades de paisaje definidas por topoformas y uso del suelo y vegetación en el Centro Regional Universitario Oriente, Huatusco, Veracruz, para determinar el efecto de la pendiente y la exposición sobre los almacenes de carbono. Las unidades de paisaje o unidades de integración territorial se caracterizaron mediante sistemas de información geográfica, a partir de la delimitación de topoformas y el uso del suelo y la vegetación. En el campo se tomaron muestras de suelo de volumen conocido a tres intervalos de profundidad: 0-15 cm, 15-30 cm y 30-45 cm, esto con la finalidad de determinar el carbono orgánico del suelo (COS) y la densidad aparente, así como la cuantificación de carbono en árboles y arbustos empleando el índice de valor de importancia y ecuaciones alométricas y estimación de carbono en hierbas, leñosas muertas, hojarasca y mantillo usando biomasa seca y porcentajes de carbono. Se evaluó la variación de estos almacenes asociados con la pendiente y la orientación de la misma. Se encontró que solo el COS presentó variaciones significativas con la pendiente en los sistemas agroforestales de café, mientras que la exposición de la pendiente no presentó diferencias significativas en ninguno de los almacenes de carbono consideradas.

Palabras clave: Sistemas agroforestales, topoformas, Huatusco, Ver., almacenes de carbono.

ABSTRACT

Was realized the measurement of the content of aboveground and underground carbon in agroforestry systems of coffee, cloud forest and grassland, in the different landscape units defined by topoforms and land use and vegetation in the East Regional University Center, Huatusco, Veracruz, was done to determine the effect of the slope and exposure on carbon stocks. The landscape units or units of territorial integration were characterized through geographic information systems from the delimitation of topoforms and land use and vegetation. In the field the soil samples of known volume were taken at three depth intervals: 0-15 cm, 15-30 cm and 30-45 cm, in order to determine the soil organic carbon (SOC) and bulk density, as well as the quantification of carbon in trees and shrubs employing the importance value index and allometric equations, and carbon estimation in herbs, dead wood, litter and mulch using dry biomass and percentages of carbon. The variation of these carbon stores associated with slope and exposure of the same was evaluated. It was found that only SOC presented significant differences with the slope in the coffee agroforestry systems, while the slope exposure did not present significant differences in none of the considered carbon stores.

Index words: Agroforestry systems, topoforms, Huatusco, Ver., carbon stores.

¹ Tesista

² Director

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	v
ABSTRACT	v
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos	3
2.3. Hipótesis	4
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	5
3.1. Reservoirio de carbono.....	5
3.1.1. Carbono aéreo	5
3.1.2. Carbono subterráneo	6
3.2. Sistemas Agroforestales	7
3.2.1. Cafetales tradicionales	9
3.2.2. Cafetal en policultivo comercial	10
3.3. Medición de carbono aéreo.....	10
3.3.1. Ecuaciones alométricas para árboles y arbustos.....	10
3.3.2. Índice de Valor de Importancia para árboles	11
3.3.3. Biomasa seca de herbáceas, hojarasca, mantillo y leñosas muertas ...	11
3.4. Medición de carbono subterráneo	12
3.4.1. Porcentaje de COS por el método de Walkley y Black	12
3.4.2. Densidad aparente por el método del cilindro.....	13
3.5. Sistemas de Información Geográfica en Inventarios de Carbono	13
3.6. Topoformas y almacenes de carbono	13
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	15
4.1. Área de estudio.....	15
4.2. Caracterización de tratamientos.....	16
4.2.1. Mapa de uso de suelo y vegetación	16
4.2.2. Mapa de pendientes.....	18
4.2.3. Mapa de orientaciones	19
4.2.4. Mapa de topoformas	20
4.2.5. Unidades de Paisaje	21

4.3. Selección de unidades de muestreo	22
4.4. Muestreo y toma de datos en campo	23
4.4.1. Delimitación de las unidades de muestreo en las UIT's.....	24
4.4.2. Muestreo de suelo.....	25
4.4.3. Muestreo de leñosas muertas	27
4.4.4. Muestreo de herbáceas.....	27
4.4.5. Muestreo de hojarasca.....	27
4.4.6. Muestreo de mantillo	28
4.4.7. Inventario florístico	28
4.5. Preparación de muestras	29
4.5.1. Secado en invernadero	29
4.5.2. Secado de muestras de suelo	31
4.6. Obtención del porcentaje de Carbono Orgánico del Suelo.....	32
4.7. Determinación de densidad aparente del suelo.....	34
4.8. Obtención de Contenido de Carbono Orgánico del Suelo	35
4.9. Determinación del carbono aéreo de árboles.....	36
4.9.1. Obtención del índice de valor de importancia	36
4.9.2. Ecuaciones alométricas	38
4.9.3. Porcentaje de carbono en árboles.....	40
4.10. Determinación del carbono aéreo de arbustos	40
4.11. Porcentaje de carbono en herbáceas, hojarasca, mantillo y leñosas	40
4.11.1. Porcentaje de carbono en herbáceas.....	41
4.11.2. Porcentaje de carbono en hojarasca	41
4.11.3. Porcentaje de carbono en mantillo	42
4.11.4. Porcentaje de carbono en leñosas muertas.....	42
4.12. Contenido de carbono en herbáceas, hojarasca, mantillo y leñosas	42
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	43
5. 1. Carbono Orgánico del Suelo (COS)	43
5.1.1. Sistema agroforestal cafetal	43
Orientaciones	43
Pendiente.....	44
Profundidades	45
5.1.2. Sistema agroforestal café – macadamia.....	47
Orientaciones	47
Pendientes.....	47
Profundidades	48

5.1.3. Sistema bosque de niebla	49
Orientaciones	49
Pendientes	49
Profundidades	50
5.1.4. Sistema agropecuario pastizal	51
Orientaciones	51
Pendientes	52
Profundidades	53
5.1.5. Comparación entre Usos de Suelo y Vegetación (USyV)	55
Orientaciones	55
Pendientes	57
Profundidad	60
5.2. Carbono aéreo	62
5.2.1. Carbono en árboles	62
5.2.2. Carbono en arbustos	64
5.2.3. Carbono en estrato herbáceo	65
5.2.4. Carbono en leñosas muertas	68
5.2.5. Carbono asociado a hojarasca	69
5.2.6. Carbono asociado al estrato de mantillo	71
5.2.7. Carbono aéreo total	72
5.4. Acciones para el mejor manejo de los sistemas agroforestales	76
5.4.1. Incremento del carbono arbóreo	76
5.4.2. Conservación del COS	78
6. CONCLUSIONES	79
7. LITERATURA CITADA	81
8. ANEXOS	88

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Usos de suelo y vegetación de interés.....	17
Cuadro 2. Intervalos de pendiente CONAGUA-UACH, 2009.	18
Cuadro 3. Topoformas definidas para los terrenos del CRUO.....	20
Cuadro 4. Unidades de paisaje en el CRUO.	21
Cuadro 5. Coordenadas de las Unidades de Muestreo.	23
Cuadro 6. Índice de Valor de Importancia.....	38
Cuadro 7. Ecuaciones alométricas para la estimación de biomasa arbórea.....	39
Cuadro 8. Porcentaje de carbono en herbáceas.....	41
Cuadro 9. Porcentaje de carbono en hojarasca.....	41
Cuadro 10. COS en las dos orientaciones del cafetal.....	44
Cuadro 11. COS en las tres pendientes del cafetal.	45
Cuadro 12. COS en las dos pendientes del SAF café – macadamia.....	48
Cuadro 13. COS en las dos pendientes del bosque de niebla.....	50
Cuadro 14. COS en las tres orientaciones del pastizal.	52
Cuadro 15. COS en las pendientes del pastizal.....	53
Cuadro 16. Resumen de COS por pendiente y USyV.	57
Cuadro 17. Cobertura y altura de los diferentes estratos.....	58
Cuadro 18. Carbono almacenado en el estrato arbóreo.	62
Cuadro 19. Carbono almacenado en la biomasa arbustiva.	64
Cuadro 20. Carbono almacenado en el estrato herbáceo.	66
Cuadro 21. Carbono almacenado en leñosas muertas.	68
Cuadro 22. Carbono almacenado en la hojarasca.....	70
Cuadro 23. Carbono almacenado en el mantillo.	71
Cuadro 24. Almacenes de carbono (media $\pm$ error estándar) de los seis estratos aéreos y total en las diferentes UIT's del CRUO, Huatusco, Veracruz.	73
Cuadro 25. Carbono aéreo, subterráneo y total (media $\pm$ error estándar) de las diferentes UIT's en el CRUO.	74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Localización del área de estudio.....	15
Figura 2. Mapa de uso de suelo del CRUO.	16
Figura 3. Imagen de Google™ Earth y DigitalGlobe 2014.	17
Figura 4. Modelo digital de elevación del CRUO.	18
Figura 5. Distribución de la pendiente en el CRUO.	19
Figura 6. Distribución de la orientación de la pendiente en el CRUO.	19
Figura 7. Mapa de distribución de topoformas del CRUO.....	20
Figura 8. Mapa de unidades de paisaje en el CRUO.....	21
Figura 9. Unidades de muestreo en cada unidad de paisaje.	22
Figura 10. Marcado del centro de la UM.....	24
Figura 11. Llenado del formato de toma de datos.....	24
Figura 12. Medición de pendiente.....	25
Figura 13. Cuerdas colocadas en los cuatro puntos cardinales.....	25
Figura 14. Muestreo de suelo con barrena para muestras inalteradas.	26
Figura 15. Cilindro interno nivelado por ambos lados.	26
Figura 16. Toma de muestra de herbáceas.	27
Figura 17. Toma de muestra de hojarasca.	28
Figura 18. Medición de diámetro en cafetos.	28
Figura 19. Medición del diámetro normal (DN) en árboles.....	29
Figura 20. Secado de muestras en estufa.	30
Figura 21. Obteniendo el peso seco de la muestra.....	30
Figura 22. Obteniendo el peso seco de leñosas.	30
Figura 23. Obteniendo peso seco de la muestra de suelo.....	31
Figura 24. Pesado de raíces y carboncillos.	31
Figura 25. Color verde claro obtenido al titular.	33
Figura 26. Esquema de las orientaciones de las parcelas en las que se encontró el cafetal.....	43
Figura 27. Esquema de las pendientes en las que se encontró el cafetal.	44
Figura 28 (a) y (b). Comportamiento del carbono a tres profundidades en ladera escarpada y ladera hacia el norte en el sistema agroforestal cafetal.....	46
Figura 29 (a) y (b). Comportamiento del carbono a tres profundidades en ladera hacia el este y planicie aluvial en el sistema agroforestal cafetal.	47

Figura 30. Representación esquemática de la ubicación de los SAF café – macadamia.	48
Figura 31 (a) y (b). Comportamiento del carbono a tres profundidades en las diferentes topoformas en el sistema agroforestal café-macadamia.	49
Figura 32 (a) y (b). Comportamiento del carbono a tres profundidades para las dos topoformas existentes en el Bosque de Niebla.	50
Figura 33. Esquema de las orientaciones de las parcelas en las que se encontró el pastizal.	51
Figura 34. Representación esquemática de la ubicación de los pastizales.	52
Figura 35 (a) y (b). Comportamiento del COS a tres profundidades en los tratamientos PLEN y PLE.	53
Figura 36 (a), (b), (c) y (d). Comportamiento del COS a tres profundidades en los tratamientos PLE, PLS, PPA y PPF.	54
Figura 37 (a) y (b). Comportamiento del COS promedio en las diferentes orientaciones.....	55
Figura 38. Cafetal con árboles de porte alto y sin cobertura herbácea.	58
Figura 39. Bosque de niebla con diferentes estratos arbóreos.	59
Figura 40. Árboles de porte bajo y cobertura herbácea del 100% en SLEN-1..	59
Figura 41. Pastizal con el suelo cubierto al 100% por la gramínea nativa del género <i>Axonopus</i>	60
Figura 42. Cafetos de diámetro superior a los 2.5 cm en el SAF cafetal.	65
Figura 43. Cafetos de porte bajo en el SAF café-macadamia.	65
Figura 44. Pasto del género <i>Cynodon</i> en la unidad de muestreo PLEN-1.....	67
Figura 45. Pasto del género <i>Axonopus</i> en la unidad de muestreo PPA-2.	68
Figura 46. Comportamiento de la biomasa con el incremento en diámetro.	77

1. INTRODUCCIÓN

La medición de los almacenes de carbono, en los ecosistemas terrestres, es una parte fundamental en los proyectos encaminados a la formulación de propuestas de reducción de emisiones por absorción de dióxido de carbono (CO₂) o mantenimiento de sumideros (Gibbon *et al.*, 2009), por lo que es necesario realizar mediciones en la parte aérea y subterránea de los diferentes usos del suelo y vegetación; sin embargo, el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC, 2003) recomienda hacer una estratificación del área del proyecto, incluyendo factores de sitio como son tipo de suelo, elevación y pendiente, de tal forma que se incremente la exactitud y precisión del monitoreo.

En México se han realizado una gran cantidad de estudios relacionados con mediciones de carbono en biomasa aérea y subterránea de diferentes usos de suelo y vegetación, pero se ha dejado de lado la caracterización previa de la zona del proyecto, atribuyendo que esto no afecta a los resultados obtenidos. Tal es el caso de los estudios efectuados, en el área correspondiente al Centro Regional Universitario Oriente (CRUO), por Espinoza (2009), Masuhara (2012) y Hernández (2013), quienes no consideraron una estratificación detallada basada en rangos de pendiente y/o exposición para realizar el análisis de sus resultados, obteniendo datos únicamente para usos de suelo y vegetación, siendo que en el CRUO se diferencian varias topoformas.

Contrario a los estudios mencionados anteriormente, Avilés-Hernández *et al.* (2009), homogenizaron la mayoría de las variables, como son altitud, clima, suelo y vegetación, para poder evidenciar el efecto de cuatro condiciones de

acuerdo al gradiente topográfico (cresta, ladera, valle y planicie), obteniendo que la pendiente tiene efecto en el contenido de carbono orgánico del suelo.

En cuanto al efecto de la exposición de la pendiente sobre los contenidos de carbono, en México no se han reportado estudios que demuestren tales afirmaciones; sin embargo, fuentes de otros países indican que la exposición norte y sur guardan diferencias debido a la cantidad de energía que reciben, asociada a la exposición al sol durante el día a lo largo del año (Poblete, 2004; Rezaei & Gilkes, 2005; Egli *et al.*, 2009).

Puesto que está demostrado que la pendiente y la exposición del terreno tienen efecto en el contenido de carbono subterráneo, principalmente, y ante la falta de estudios que evalúen el efecto de la topoforma en los contenidos de carbono totales, y ya que la guía de buenas prácticas del IPCC (2003) recomienda tomar en cuenta estas variables, en el presente estudio se analizó el efecto de la pendiente y la exposición en el contenido de carbono subterráneo y aéreo de cuatro usos del suelo y vegetación. A la par, también se analizó el contenido de carbono orgánico del suelo (COS) a tres profundidades.

2. OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1. Objetivo general

Determinar el carbono almacenado en los diferentes componentes de las unidades de paisaje, definidas por topoformas y uso del suelo y vegetación, en los sistemas agroforestales de cafetal, bosque de niebla y pastizal en Huatusco, Veracruz y proponer prácticas de manejo que mejoren su contenido.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar las diferentes unidades del paisaje asociadas a los usos del suelo y vegetación y las topoformas en el área de influencia del Centro Regional Universitario Oriente, Huatusco, mediante el uso de sistemas de información geográfica.
- Determinar el carbono orgánico del suelo medido a tres intervalos para definir las variaciones entre y dentro de las unidades del paisaje.
- Determinar el carbono aéreo asociado a los árboles y arbustos, mediante el uso del índice de valor de importancia y ecuaciones alométricas para cuantificar la variación del contenido de carbono entre y dentro de cada uno de los sistemas caracterizados.
- Determinar el carbono aéreo de herbáceas, leñosas muertas, hojarasca y mantillo, mediante biomasa seca y porcentaje de carbono, para cuantificar el reservorio de carbono en cada uno de los sistemas caracterizados.

2.3. Hipótesis

- El contenido de carbono orgánico del suelo, de un mismo uso de suelo y vegetación, es mayor en las pendientes ubicadas en planicie.
- La exposición de la pendiente tienen influencia sobre el carbono orgánico del suelo de un mismo uso de suelo y vegetación.
- La pendiente y orientación no influyen en el contenido de carbono aéreo de los usos de suelo, debido al manejo irregular de las especies arbóreas.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Reservorio de carbono

En los ecosistemas terrestres encontramos dos de los principales reservorios o sumideros de carbono, uno se encuentra en el suelo y otro en el bosque o vegetación. La fijación y almacenamiento de carbono es considerado como un grupo de servicios ecosistémicos. Entendiendo que los servicios ecosistémicos o ambientales son los beneficios prestados por los bosques y sistemas productivos al hombre, que a su vez favorecen al funcionamiento del planeta como un todo (Charchalac, 2012). El almacenamiento de carbono, por tratarse de un servicio y no un bien material, se considera como un proceso donde aún existe mucha dificultad para implementar un sistema de Compensación por Servicios Ambientales de manera relativamente fácil y estándar; esto debido al desconocimiento de cómo abordar este tema, cómo implementarlo, monitorearlo, evaluarlo y hacerlo eficiente, sostenible y permanente. Aunado a las cuestiones anteriores, este trabajo de investigación se dirigió a la medición de los almacenes actuales de carbono.

3.1.1. Carbono aéreo

Cuando se habla de carbono aéreo se está refiriendo a todo el material vegetal que se encuentra por arriba de la superficie del suelo, es decir el material leñoso muerto, el mantillo, la hojarasca, las herbáceas, los arbustos y los árboles (IPCC, 2003).

Dependiendo del ecosistema, es la cantidad de carbono en los diferentes estratos, en un bosque la mayor cantidad se encuentra en los árboles, mientras

que en un agroecosistema desprovisto de árboles, como en los pastizales, la mayor y quizá única cantidad de carbono se concentra en el estrato herbáceo (Espinoza-Domínguez, 2012).

3.1.2. Carbono subterráneo

El carbono subterráneo es aquel que se encuentra por debajo de la superficie del suelo, es decir en el suelo y las raíces (IPCC, 2003). El suelo es el que mayor cantidad de carbono almacena (SSSA, 2014), aunque cabe aclarar, que estos contenidos dependerán de la profundidad del mismo (Segura-Castruita *et al.*, 2005). Los suelos constituyen un compartimiento terrestre que actúa como reservorio de carbono orgánico, por lo general, muchos suelos tienen gran capacidad de secuestro de carbono. La potencialidad de los suelos para almacenar materia orgánica y la extensión de la cubierta edáfica en su conjunto explican su importancia en el balance global de carbono. La gestión de la materia orgánica del suelo permite incidir a corto y medio plazo en el secuestro de carbono. El papel de los océanos en el secuestro de carbono en forma de carbonatos precipitados es de mucha mayor importancia, no obstante, su efecto es a muy largo plazo y, además, no resulta posible actuar sobre él (Porta *et al.*, 2003).

Los mismos autores mencionan que las actividades humanas relacionadas con la agricultura y la silvicultura inciden grandemente en la dinámica, la química y el balance de carbono orgánico en los suelos. La tala de bosques, las rozas, las transformaciones de pradera a tierra de labor, el sistema de cultivo (laboreo continuado, mínimo de conservación), las quemas de bosques y de rastrojos, la variación espacial de la vegetación, entre otros aspectos, pueden aumentar o disminuir el contenido de materia orgánica del suelo o bien generar dióxido de carbono (CO₂) (medio aerobio) o CO₂ y metano (CH₄) (medio anaerobio) hacia la atmósfera.

El secuestro de carbono hace referencia al almacenamiento de carbono en una forma estable en una cierta escala temporal, puede tener lugar de forma directa por paso a formas inorgánicas, tales como carbonato de calcio (CaCO_3) y carbonato de magnesio (MgCO_3) o por formación de biomasa (fotosíntesis); y de forma directa, como materia orgánica del suelo (Porta *et al.*, 2003).

Entre los aspectos a tener en cuenta en los estudios de secuestro de carbono en los suelos, se puede destacar (Macías, 2002): capacidad de un suelo para actuar como sumidero de carbono, mecanismos de fijación, efectos del tipo de uso de suelo sobre el contenido de materia orgánica, balance de carbono en un determinado ecosistema, efectos beneficiosos del incremento de carbono en el suelo (estructura, porosidad, capacidad de retención de agua disponible para las plantas, fertilidad, etc.), efectos derivados de la rehabilitación de suelos degradados, efectos derivados de las reforestaciones y planificación del uso de los suelos.

Este conocimiento permitirá llegar a establecer protocolos de monitorización que resulten aceptables y hagan posible verificar el secuestro de carbono en sistemas suelo-planta, así como poner a disposición de los que toman decisiones mejores criterios para realizar mejores análisis cuantitativos económicos y políticos (SSSA, 2001). De este modo, se podrá dar mejor cumplimiento a acuerdos internacionales sobre cambio global, tales como el Protocolo de Kyoto, para la reducción de emisiones a la atmósfera.

3.2. Sistemas Agroforestales

Los sistemas agroforestales, por la presencia de árboles tienen contenidos de carbono superiores a los monocultivos agrícolas. La cantidad de carbono depende del sistema agroforestal del que se trate. El manejo de árboles, en agroecosistemas como agroforestería, etnoforestería, y árboles fuera del bosque, puede mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en

el marco del Protocolo de Kioto. Los sistemas agroforestales son una mejor opción para la mitigación del cambio climático que los océanos, y otras opciones terrestres debido a los beneficios ambientales secundarios, tal como ayudar a alcanzar la seguridad alimentaria y asegurar la tenencia de la tierra en países en desarrollo, incrementando los ingresos de la granja, restaurando y manteniendo la biodiversidad subterránea y aérea, estableciendo corredores entre bosques protegidos, como sumideros de metano (CH₄), manteniendo las cuencas hidrológicas y la conservación del suelo. La agroforestería también mitiga la demanda de madera y reduce la presión sobre los bosques naturales (Pandey, 2002).

La agroforestería es reconocida como una estrategia para la fijación de carbono en el suelo bajo las actividades de aforestación o reforestación, pero el conocimiento sobre la dinámica del carbono en el suelo de los sistemas agroforestales no es la adecuada (Nair *et al.*, 2009). La agroforestería representa una oportunidad para reducir las concentraciones de dióxido de carbono (CO₂) en la atmosfera, por el incremento del contenido de carbono en los campos agrícolas (Hergoualc'h *et al.*, 2012).

La adopción de prácticas agroforestales es una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano, debido a que contribuyen a la reducción de emisiones de dióxido de carbono, principal causante del efecto invernadero, amortiguan la presión sobre los ecosistemas vulnerables (bosques y selvas) y aportan bienestar socioeconómico a las comunidades rurales (Casanova-Lugo *et al.*, 2010).

Los sistemas agroforestales tienen el potencial para fijar carbono atmosférico en árboles y suelo, manteniendo la productividad sostenible. El potencial para fijar carbono (C) por los componentes aéreos en los sistemas agroforestales es estimado en 2.1×10^9 Mg C año⁻¹ en tropicales y 1.9×10^9 Mg C año⁻¹ en

biomas templados; sin embargo, el tipo de sistema agroforestal y su capacidad para fijar carbono varía globalmente (Oelbermann *et al.*, 2004).

Existen cinco sistemas de producción de café principales en México, diferenciados de acuerdo al nivel de manejo, vegetación y complejidad estructural: rustico tradicional o montano, policultivo tradicional, policultivo comercial, monocultivo bajo sombra y monocultivo sin sombra (Moguel y Toledo, 1999; Pérez-Portilla y Geissert-Kientz, 2006).

En Chiapas, la Cooperativa AMBIO a través del Programa Scolel'te, trabaja en la introducción de los sistemas agroforestales taungya, cafetal mejorado, cercos vivos y acahual mejorado, con potenciales de captura dependiendo de la cantidad y el tipo de árboles introducidos (Soto-Pinto *et al.*, 2010).

En el CRUO se medirá el contenido de carbono en los sistemas agroforestales cafetal bajo sombra y policultivo comercial café-macadamia.

3.2.1. Cafetales tradicionales

El cafetal tradicional o rusticano es aquel que conserva una gran cantidad de árboles nativos, pero que con la intervención se fueron introduciendo árboles del género *Inga* (Moguel y Toledo, 1999). Las plantaciones rusticas de café se caracterizan por el uso de numerosas especies de árboles silvestres y cultivadas, para proveer de sombra a los arbustos de café (Bandeira *et al.*, 2005). Los cafetales de las áreas indígenas de México son un ejemplo de complejidad, alta diversidad y sistemas agroforestales multipropósito (Nair, 1989; citado por Bandeira *et al.*, 2005). Los agroecosistemas cafetaleros tradicionales juegan un papel muy importante en la conservación de los recursos naturales asociados a la producción debido a su compleja estructura vegetal (Ávila y Zamora, 2010).

3.2.2. Cafetal en policultivo comercial

En este tipo de cafetal, a diferencia del anterior, los árboles de sombra son introducidos con la intención de obtener otro beneficio aparte del café, como es el caso de la macadamia y el aguacate en Huatusco (Pérez, 2004).

3.3. Medición de carbono aéreo

En el bosque, la medición del carbono aéreo se realiza en árboles, arbustos, hierbas, leñosas muertas, hojarasca y mantillo (Espinoza-Domínguez *et al.*, 2012). La medición de la cantidad de biomasa aérea en cualquier componen de un ecosistema requiere de un análisis destructivo directo o estimaciones indirectas de material vegetal para hacer las inferencias respectivas; el segundo caso es más práctico cuando se desea estimar la biomasa aérea de los árboles. Es aquí donde las ecuaciones alométricas resaltan su valor (Acosta-Mireles *et al.*, 2002).

3.3.1. Ecuaciones alométricas para árboles y arbustos

Las ecuaciones alométricas son relaciones que determinan la cantidad de biomasa contenida en un árbol o arbusto, comprendiendo tallo, ramas y hojas, usando únicamente datos de diámetro y altura. Partiendo de la biomasa podemos determinar el contenido de carbono, usando porcentajes de carbono del 50% para la mayoría de las especies arbóreas y arbustivas conocidas (IPCC, 2003). En su definición más simple, una ecuación alométrica es una fórmula que expresa de forma cuantitativa la relación existente entre una medida de un árbol (lo típico es su biomasa) en función de otra medida (por ejemplo su diámetro) (Picard *et al.*, 2012). Las ecuaciones alométricas son las herramientas más utilizadas para evaluar volumen y biomasa de árboles a partir de los datos de inventario forestal (por ejemplo el diámetro y altura del árbol) (FAO, 2015).

Los modelos de biomasa vinculan la medición individual de la biomasa y la estimación de la misma en el campo a partir de los datos del inventario (Picard *et al.*, 2012). Las ecuaciones alométricas permiten predecir la biomasa de un árbol a partir de las características dendrométricas más fáciles de medir como son su diámetro y su altura, por lo que son elementos clave para estimar la contribución de los ecosistemas forestales al ciclo del carbono (Picard *et al.*, 2012). Debido a que las ecuaciones alométricas para especies arbóreas de bosque mesófilo de montaña son escasas (Acosta-Mireles *et al.*, 2002), es necesario determinar que especies son las de mayor índice de valor de importancia y en base a esto determinar que ecuaciones alométricas usar (Tinoco, 2010).

3.3.2. Índice de Valor de Importancia para árboles

El índice de valor de importancia es el producto de la suma de los valores relativos de frecuencia, densidad y dominancia asignado a cada especie (Villavicencio-Enríquez *et al.*, 2003), el cual fue desarrollado por Curtis y McIntosh (1951) para determinar la estructura de la vegetación. Gómez (2008) utilizó el índice de valor de importancia en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos para identificar los árboles dominantes a los cuales cuantificar el contenido de carbono en la biomasa aérea.

3.3.3. Biomasa seca de herbáceas, hojarasca, mantillo y leñosas muertas

Para las herbáceas, hojarasca, mantillo y leñosas muertas sobre la superficie del suelo, es común usar la biomasa seca y a partir de esta obtener el porcentaje de carbono por medio de analizadores automáticos de carbono total (IPCC, 2003; Gómez-Díaz *et al.*, 2012) o usar valores reportados por el IPCC (Álvarez-Arteaga *et al.*, 2013). La obtención de los datos es por métodos destructivos, ya que se tiene que cortar la vegetación herbácea, así como recolectar la hojarasca, el mantillo y las leñosas muertas (Masuhara, 2012).

3.4. Medición de carbono subterráneo

Para la medición del carbono orgánico del suelo (COS) es necesario obtener muestras de campo y ser procesadas en laboratorio, ya sea por el método de Walkley y Black (1934) o por medio de analizadores de carbono orgánico total, que nos proporcionan el porcentaje de carbono contenido en el suelo, el cual es una parte del proceso, ya que para obtener el contenido de COS es necesario, además, conocer la densidad aparente del mismo (IPCC, 2003).

3.4.1. Porcentaje de COS por el método de Walkley y Black

Este método se basa en la oxidación del COS por medio de una disolución de dicromato de potasio y el calor de reacción que se genera al mezclarla con ácido sulfúrico concentrado. Después de un cierto tiempo de espera la mezcla se diluye, se adiciona ácido fosfórico para evitar interferencias de Fe^{3+} y el dicromato de potasio residual es valorado con sulfato ferroso. Con este procedimiento se detecta entre un 70 y 84% del carbono orgánico total por lo que es necesario introducir un factor de corrección, el cual puede variar entre suelo y suelo. En los suelos de México se recomienda utilizar el factor 1.298 (1/0.77) (SEMARNAT, 2002).

Los cálculos se realizan con la fórmula siguiente:

$$\%C_{Orgánico} = \left(\frac{B - T}{g} \right) (N)(0.39)mcf$$

Donde:

B = Volumen de sulfato ferroso gastado para valorar el blanco de reactivos (mL).

T = Volumen de sulfato ferroso gastado para valorar la muestra (mL).

N = Normalidad exacta del sulfato ferroso (valorar por separado al momento de analizar las muestras).

g = Peso de la muestra empleada (g).

mcf = Factor de corrección de humedad.

3.4.2. Densidad aparente por el método del cilindro

La densidad aparente (ρ^b) es una de las relaciones masa – volumen necesarias para determinar el contenido de carbono orgánico en el suelo. El conocimiento del valor de la ρ^b resulta indispensable para referir, a un volumen de suelo en el campo, los resultados de los análisis de laboratorio (Porta *et al.*, 2003).

El método del cilindro es el más generalmente empleado. Se utiliza un cilindro de paredes delgadas y rígidas, con borde biselado hacia el exterior, aproximadamente de unos 100 cm³. Se deben realizar unas tres repeticiones para obtener resultados estadísticamente representativos. El método operatorio consiste en tomar una muestra clavando el cilindro en el horizonte a estudiar (Porta *et al.*, 2003).

3.5. Sistemas de Información Geográfica en Inventarios de Carbono

La gran variabilidad espacial de los sistemas forestales y agroforestales hace que los muestreos estratificados sean los más convenientes. El sistema total debe ser dividido en estratos (vegetación, suelo o topografía), los cuales se pueden definir empleando imágenes satelitales, fotografías aéreas y mapas de vegetación, suelos o topografía (MacDiken, 1997; citado por Andrade e Ibrahim, 2003). Los sistemas de información geográfica (SIG) son útiles para caracterizar de forma detallada cada uno de los usos del suelo y vegetación, generando mapas y bases de datos a partir de integración de componentes de aspectos topográficos como la pendiente y la orientación, uso del suelo y vegetación, tipos de suelos, clima, entre otros (Bocco *et al.*, 2009).

3.6. Topoformas y almacenes de carbono

La topoforma definida principalmente por el grado de pendiente y orientación, tiene una relación directa con el cambio en los contenidos de nutrientes y

carbono orgánico del suelo. El grado de pendiente a lo largo de una toposecuencia contribuye al incremento del carbono orgánico conforme esta disminuye. Avilés-Hernández *et al.* (2009), en un estudio realizado a lo largo de una toposecuencia con vegetación de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*, encontró una relación gradual creciente conforme descendió de la cresta a la planicie. De igual forma, Rezaei & Gilkes (2005), encontraron la misma relación. Flores *et al.*, (2013) reportó resultados que refuerzan lo indicado anteriormente.

Por otra parte, las orientaciones norte y sur, de un mismo uso de suelo y vegetación, presentan diferencias en el contenido de nutrientes y carbono orgánico del suelo, debido a la cantidad de energía que reciben asociada a la orientación de la exposición al sol durante el día a lo largo del año, como lo señala Poblete (2004) en un estudio realizado en la Quebrada de la Plata, Estación Experimental Agronómica Germán Greve Silva, Chile, así como Rezaei & Gilkes (2005) en estudios realizados en pastizales en un área semiárida de Irán y Egli *et al.* (2009) en laderas con diferente exposición de suelos andinos.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en los terrenos del Centro Regional Universitario Oriente (CRUO) de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado en el norte del municipio de Huatusco, estado de Veracruz. Geográficamente se encuentra en los 19° 09' de latitud norte y 96° 57' de longitud oeste (Figura 1), y a una altitud promedio de 1344 msnm (Pérez, 2004).

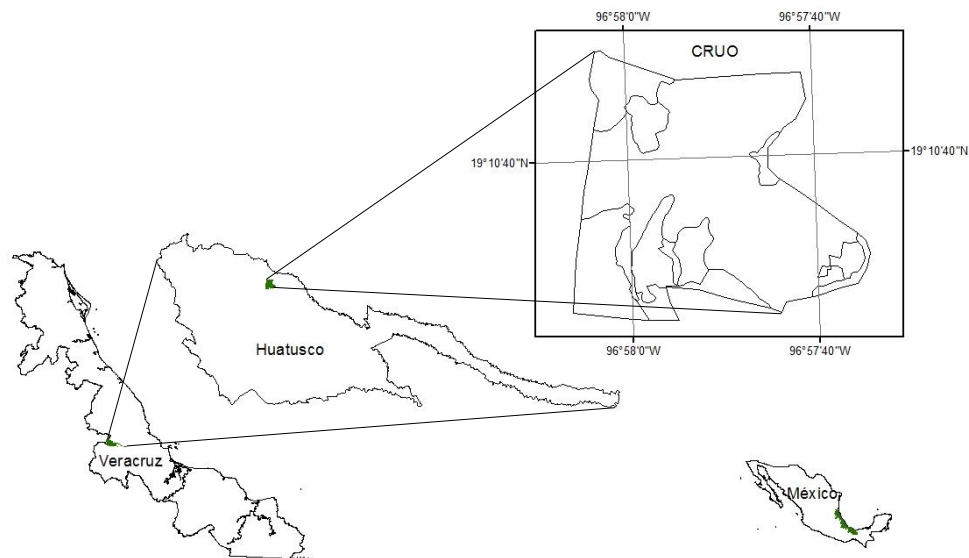


Figura 1. Localización del área de estudio.

El clima, según el sistema de Köppen modificado por Enriqueta García (García, 1988), es del tipo (A)Cb(m)(i')gw'', descrito como semicálido del grupo de los templados con temperatura media del mes más caliente bajo 22° C, con régimen de lluvias intermedio y porcentaje de precipitación invernal respecto a la total anual entre 5 y 10.2, con poca oscilación anual de las temperaturas

medias mensuales, marcha anual de la temperatura tipo Ganges y con presencia de canícula.

De acuerdo con INEGI (2014), los suelos dominantes son de tipo Andosol, que son de origen volcánico, constituido principalmente por cenizas, la cual contiene alto contenido de alófono, que le confiere ligereza y untuosidad al suelo, son generalmente de colores oscuros y tienen alta capacidad de retención de humedad (INEGI, 2004).

La superficie del CRUO es de 52.68 ha, de la cual el 64.56% se encuentra ocupada por la actividad ganadera (34 ha), el 9.89% por café tradicional (5.21 ha), el 6.25% de relicto de bosque de niebla (3.29 ha), el 3.15% por el sistema agroforestal café-macadamia (1.66 ha), entre otros usos del suelo (Pérez, 2004; actualizado por el CRUO).

4.2. Caracterización de tratamientos

4.2.1. Mapa de uso de suelo y vegetación

En el programa ArcGIS® 10.1 se delimitó la zona correspondiente al CRUO. Para la delimitación de los usos del suelo y vegetación, se tomó como base el mapa del CRUO, así como la verificación en campo (Figura 2).

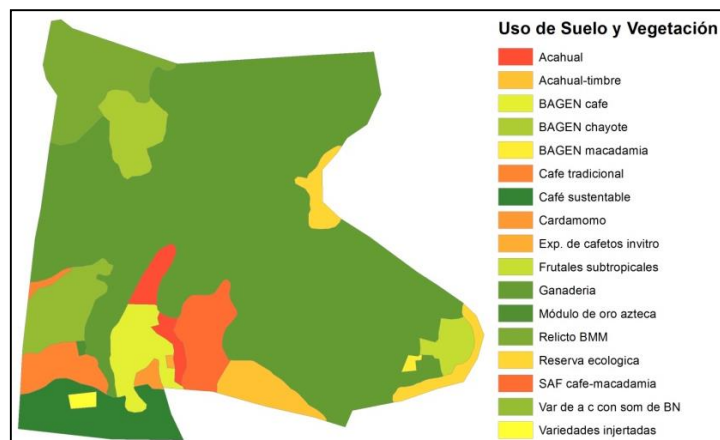


Figura 2. Mapa de uso de suelo del CRUO.

La delimitación proporcionada fue corregida con las imágenes en color real de Google™ Earth y DigitalGlobe 2014 (Figura 3). También se trazaron los caminos de terracería y las zonas provistas de construcciones, para evitar ubicar sitios de muestreo en estos lugares.



Figura 3. Imagen de Google™ Earth y DigitalGlobe 2014.

Del mapa de uso de suelo y vegetación del CRUO, se centró la atención en cuatro sistemas, los cuales fueron cafetal, sistema agroforestal (SAF) café-macadamia, bosque de niebla y pastizal, ocupando mayor superficie éste último con 29.878 ha (Cuadro 1).

Cuadro 1. Usos de suelo y vegetación de interés.

No.	Sistema	Superficie (ha)
1	Cafetal	7.874
2	SAF café-macadamia	1.243
3	Bosque de Niebla	4.847
4	Pastizal	29.878

Los sistemas agroforestales de interés fueron el cafetal y el policultivo comercial café-macadamia, pero para tener una comparación con el área conservada, se consideró al relicto de bosque de niebla y para contrastar con el área desprovista de árboles se tomó en cuenta al pastizal.

4.2.2. Mapa de pendientes

El mapa de pendientes se generó a partir de la información del Continuo de Elevaciones Mexicano 3.0 (CEM 3.0), obtenido del portal del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Específicamente se descargó la carta topográfica E14B47, con resolución de 15 m que cubre la zona correspondiente al CRUO. La imagen fue desplegada en ArcGIS® 10.1, y recortada al polígono del CRUO (Figura 4).

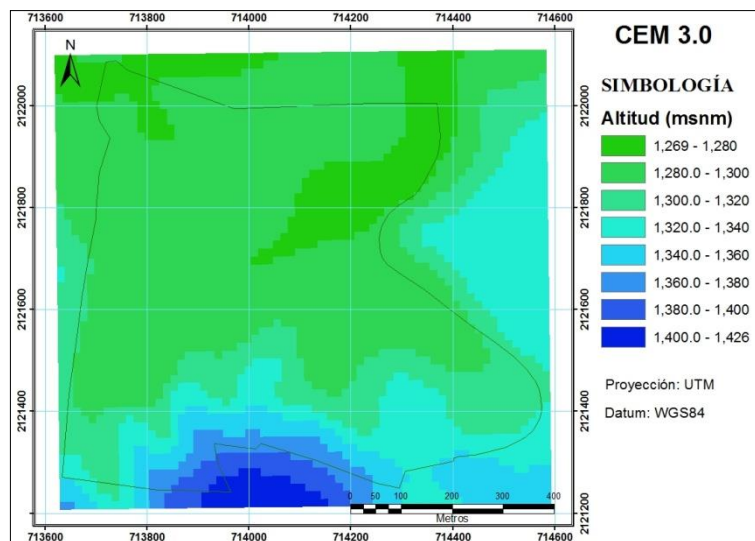


Figura 4. Modelo digital de elevación del CRUO.

Con la función “Slope”, se hizo un mapa de pendientes en porcentajes (Figura 5) y se agruparon de acuerdo a los intervalos manejados en estudios de caracterización detallada del medio biofísico de CONAGUA-UACH (2009) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Intervalos de pendiente CONAGUA-UACH, 2009.

Intervalo de Pendiente (%)	Descripción
0-2	Plano
2-8	Moderadamente inclinado
8-15	Inclinado
15-40	Moderadamente escarpado
>40	Escarpado

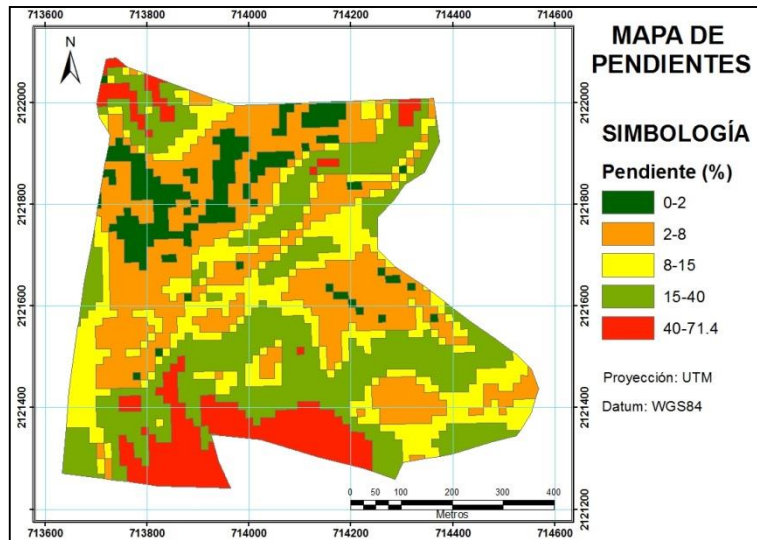


Figura 5. Distribución de la pendiente en el CRUO.

Para no incrementar la cantidad de sitios a muestrear, se hicieron agrupaciones en tres rangos de pendiente: 0-8%, 8-40% y mayor de 40%.

4.2.3. Mapa de orientaciones

Al mismo CEM 3.0, recortado para los terrenos del CRUO, se aplicó la función “Aspect” para obtener el mapa de orientaciones o exposiciones de la pendiente, como lo detalla la Figura 6.

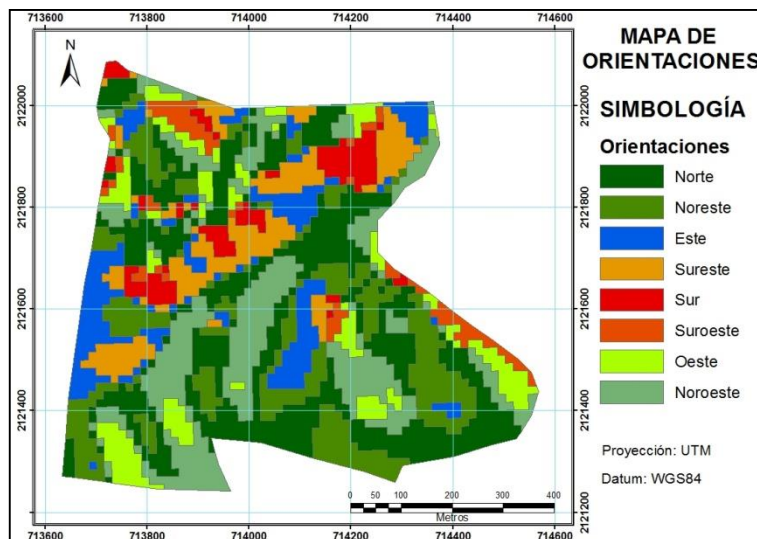


Figura 6. Distribución de la orientación de la pendiente en el CRUO.

4.2.4. Mapa de topoformas

El mapa de topoformas (Figura 7) se obtuvo sobreponiendo los mapas de pendiente y orientación.

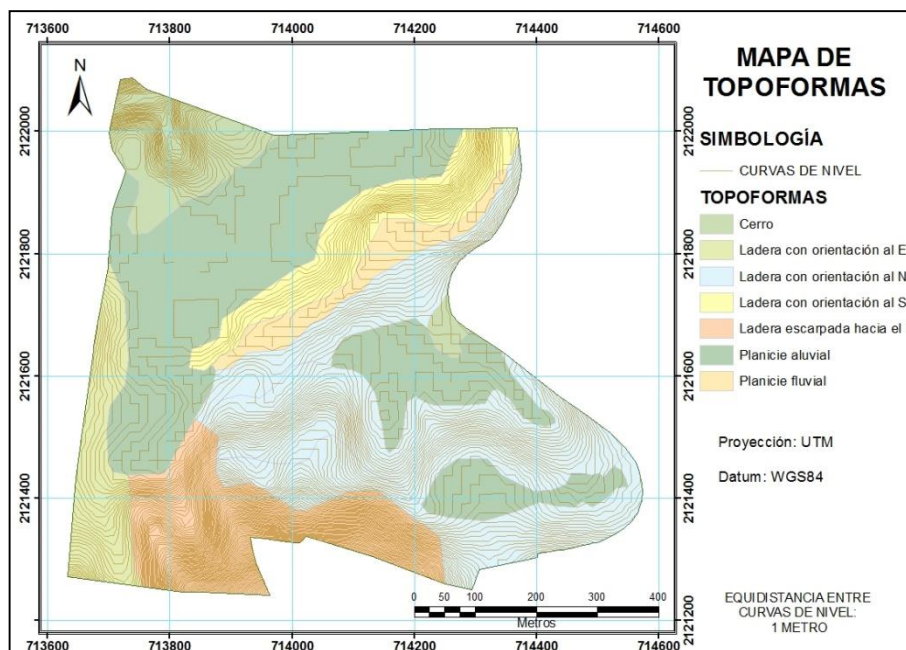


Figura 7. Mapa de distribución de topoformas del CRUO.

En el área del CRUO se clasificaron siete topoformas (Cuadro 3), de las cuales la planicie aluvial se encontró en la mayor proporción de la superficie con 17.235 ha, seguido por la ladera con orientación al norte con 16.008 ha.

Cuadro 3. Topoformas definidas para los terrenos del CRUO.

No.	Topoforma	Superficie (ha)
1	Cerro	3.919
2	Ladera con orientación al este	3.215
3	Ladera con orientación al norte	16.008
4	Ladera con orientación al sur	4.186
5	Ladera escarpada con orientación al norte	6.758
6	Planicie aluvial	17.235
7	Planicie fluvial	1.995

4.2.5. Unidades de Paisaje

Para lograr un mapa de esta categoría, en el programa ArcMap™ 10.1, se desplegaron los mapas de uso de suelo y vegetación y de topoformas. Mediante la función “Intersect” se obtuvo la integración de los lugares con los usos de suelo y las características de pendiente y orientación planteados en el proyecto, los cuales se definieron como unidades de paisaje o unidades de integración territorial (UIT's) (Figura 8).

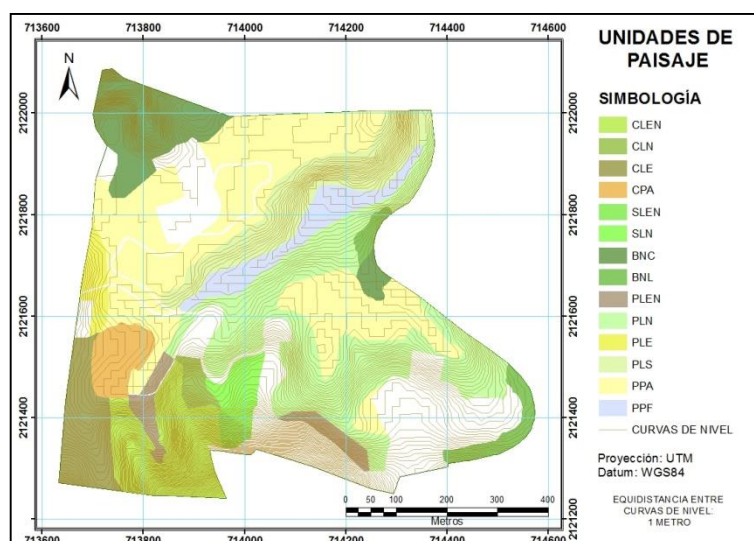


Figura 8. Mapa de unidades de paisaje en el CRUO.

Se obtuvieron 14 unidades de paisaje, de las cuales el pastizal en planicie aluvial y el pastizal en ladera con orientación al norte tuvieron las mayores superficies, con 12.454 y 9.358 ha respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Unidades de paisaje en el CRUO.

No.	Unidad de paisaje o UIT	Siglas	Superficie (ha)
1	Cafetal en ladera escarpada con orientación al norte	CLEN	3.752
2	Cafetal en ladera con orientación al norte	CLN	0.508
3	Cafetal en ladera con orientación al este	CLE	2.268
4	Cafetal en planicie aluvial	CPA	1.347
5	SAF café-macadamia en ladera escarpada con orientación al norte	SLEN	0.314

6	SAF café-macadamia en ladera con orientación al norte	SLN	0.928
7	Bosque de niebla en cerro	BNC	3.707
8	Bosque de niebla en ladera con orientación al norte	BNL	1.140
9	Pastizal en ladera escarpada con orientación al norte	PLEN	1.122
10	Pastizal en ladera con orientación al norte	PLN	9.358
11	Pastizal en ladera con orientación al este	PLE	0.739
12	Pastizal en ladera con orientación al sur	PLS	4.198
13	Pastizal en planicie aluvial	PPA	12.454
14	Pastizal en planicie fluvial	PPF	2.006

4.3. Selección de unidades de muestreo

Para cada unidad de paisaje se eligieron tres unidades de muestreo (UM) ubicadas de forma aleatoria (Figura 9). En total se obtuvieron 42 UM, las cuales fueron georreferenciadas en ArcMap 10.1 (Cuadro 5).

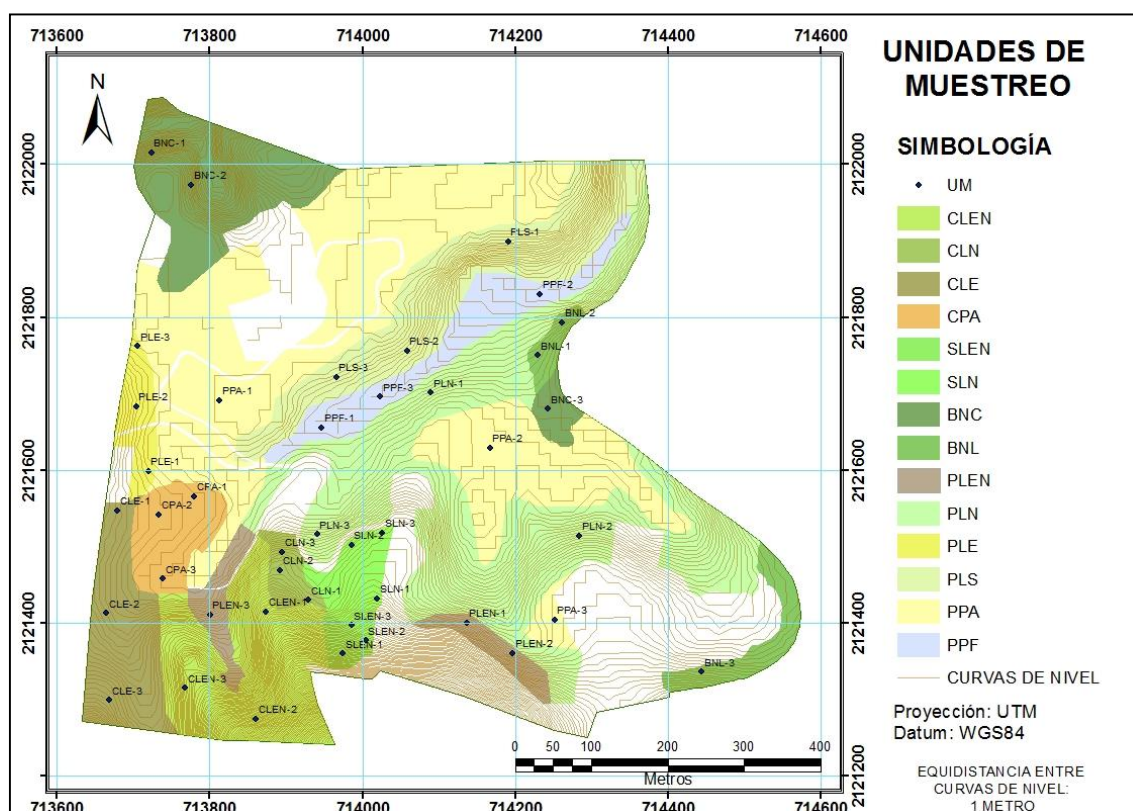


Figura 9. Unidades de muestreo en cada unidad de paisaje.

Cuadro 5. Coordenadas de las Unidades de Muestreo.

No.	UM	Coordenadas UTM ^z		No.	UM	Coordenadas UTM ^z	
		X	Y			X	Y
1	CLEN-1	713874	2121415	22	BNL-1	714230	2121750
2	CLEN-2	713861	2121275	23	BNL-2	714262	2121793
3	CLEN-3	713768	2121315	24	BNL-3	714444	2121336
4	CLN-1	713930	2121430	25	PLEN-1	714137	2121400
5	CLN-2	713892	2121469	26	PLEN-2	714197	2121361
6	CLN-3	713895	2121493	27	PLEN-3	713801	2121411
7	CLE-1	713680	2121547	28	PLE-1	713720	2121599
8	CLE-2	713665	2121413	29	PLE-2	713704	2121683
9	CLE-3	713669	2121299	30	PLE-3	713706	2121762
10	CPA-1	713780	2121566	31	PLN-1	714090	2121701
11	CPA-2	713734	2121542	32	PLN-2	714284	2121514
12	CPA-3	713739	2121458	33	PLN-3	713941	2121516
13	SLEN-1	713975	2121360	34	PLS-1	714191	2121899
14	SLEN-2	714005	2121377	35	PLS-2	714059	2121756
15	SLEN-3	713986	2121397	36	PLS-3	713966	2121722
16	SLN-1	714020	2121432	37	PPA-1	713813	2121691
17	SLN-2	713986	2121502	38	PPA-2	714167	2121629
18	SLN-3	714026	2121518	39	PPA-3	714252	2121404
19	BNC-1	713724	2122015	40	PPF-1	713947	2121656
20	BNC-2	713776	2121973	41	PPF-2	714233	2121830
21	BNC-3	714243	2121680	42	PPF-3	714024	2121696

^z Universal Transversa de Mercator, Datum: WGS84

4.4. Muestreo y toma de datos en campo

Esta actividad de campo se llevó a cabo a finales de mayo y principios de junio del año 2014, que está comprendida en la época de lluvias de la región. La metodología fue la usada por Hernández (2013), la cual incluyó los lineamientos de las metodologías de CONAFOR y AMBIO (Delgadillo y Quechulpa, 2006) en México y de Schlegel *et al.* (2001) en Chile, recomendada por la guía de buenas prácticas del IPCC (2003).

4.4.1. Delimitación de las unidades de muestreo en las UIT's

Cada unidad de muestreo se ubicó en campo con un GPS Magellan MobileMapper®, estableciendo el punto central en las coordenadas UTM de cada uno de estos, en donde se colocó una estaca y sobre ella una brújula (Figura 10).



Figura 10. Marcado del centro de la UM.

En el formato de toma de datos (Anexo 1) se registró las coordenadas exactas y la altitud obtenida en el GPS, el uso de suelo visible y la orientación mostrada en la brújula (Figura 11).



Figura 11. Llenado del formato de toma de datos.

Con el uso de una plancheta dendrométrica se determinó la pendiente general del terreno y de cada uno de los cuadrantes (Figura 12).



Figura 12. Medición de pendiente.

Se colocaron dos cuerdas compensadas de 11.28 m, una hacia el norte y otra hacia el sur, y en la dirección este - oeste se dejó la cinta métrica (Figura 13), comprendiendo una superficie de muestreo circular de 400 m².



Figura 13. Cuerdas colocadas en los cuatro puntos cardinales.

4.4.2. Muestreo de suelo

En el cuadrante uno se procedió a obtener las muestras de suelo con la barrena de cilindros de volumen inalterado. Para obtener las muestras, primero se limpió un cuadro de 30x30 cm, se colocó la barrena en posición vertical y se enterró con la ayuda de un marro hasta llegar al nivel del suelo, sin comprimir (Figura 14).



Figura 14. Muestreo de suelo con barrena para muestras inalteradas.

Una vez introducida la barrena, se limpiaron los lados con el uso de una pala y un pequeño azadón hasta llegar a la punta de la barrena sin moverla, sacando la barrena con cuidado para no alterar la muestra, se limpió la parte externa y se removi6 el cilindro. Se retir6 el suelo de los anillos, tomando solo la muestra incluida en los dos cilindros de volumen conocido (Figura 15). El suelo de ambos cilindros fue guardado en una bolsa de pl6stico de 1 kg. Como el cilindro externo de la barrena tiene una altura de 10 cm, se tuvo que enterrar 5 veces, de tal forma que los primeros tres cilindros internos fueron para la profundidad de 0-15 cm, los otros tres para la de 15-30 cm y los 6ltimos cuatro para la de 30-45 cm.



Figura 15. Cilindro interno nivelado por ambos lados.

4.4.3. Muestreo de leñosas muertas

La colecta de leñosas muertas se hizo en todo el cuadrante número dos, en una superficie de 100 m², recogiendo todas las ramas muertas con un diámetro superior a los 2.5 cm. Estas ramas fueron amarradas y guardadas en un costal.

4.4.4. Muestreo de herbáceas

En un lugar al azar, del cuadrante número tres, se colocó un cuadro de tubos de pvc de 1 m², se cortó toda la hierba existente con la ayuda de una tijera de poda a una mano y el material se guardó en bolsas de papel del número 25 (Figura 16).



Figura 16. Toma de muestra de herbáceas.

4.4.5. Muestreo de hojarasca

Al igual que en el muestreo de herbáceas, en el cuadrante cuatro se colocó al azar el cuadro de 1 m², se levantó toda la hojarasca encontrada y se guardó en bolsas de papel (Figura 17).



Figura 17. Toma de muestra de hojarasca.

4.4.6. Muestreo de mantillo

La muestra de mantillo fue recogida del mismo cuadro de 1 m² de donde se levantó la hojarasca. De igual forma, se guardó en bolsas de papel.

Después de obtener cada una de las muestras de suelo, leñosas, herbáceas, hojarasca y mantillo, se procedió a hacer la toma de datos de especies arbóreas y arbustivas.

4.4.7. Inventario florístico

En los cuatro cuadrantes se midió el diámetro de los arbustos y árboles encontrados. En las especies arbustivas, como el café, el diámetro se midió a una altura de 15 cm sobre el nivel del suelo (Figura 18).



Figura 18. Medición de diámetro en cafetos.

En el caso de los árboles, el diámetro se midió a la altura del diámetro normal (DN), a 1.30 m sobre el nivel del suelo.



Figura 19. Medición del diámetro normal (DN) en árboles.

Los árboles que se encontraron en los límites de la unidad de muestreo, fueron medidos y se les registró el porcentaje de cobertura que se encontraba adentro.

4.5. Preparación de muestras

4.5.1. Secado en invernadero

Las muestras húmedas de herbáceas, hojarasca y mantillo fueron llevadas al invernadero del Departamento de Suelos, en donde se pusieron a deshidratar en bancales por un periodo de tres días.

Las muestras de leñosas también se colocaron en bancales, solo que estas se dejaron secar durante dos semanas.

Una vez deshidratadas, las muestras de herbáceas, hojarasca y mantillo, fueron secadas en la estufa Precision Scientific Freas ® Modelo 124 del laboratorio de fisiología vegetal del Departamento de Suelos (Figura 20).



Figura 20. Secado de muestras en estufa.

Las muestras se dejaron secar por 24 horas hasta peso constante. Una vez secas se pesaron en una balanza analítica Ohaus Scout ® (Figura 21).



Figura 21. Obteniendo el peso seco de la muestra.

Las muestras de leñosas, una vez secas, fueron pesadas con la ayuda de una báscula Jaresa® de 5 kg (Figura 22).



Figura 22. Obteniendo el peso seco de leñosas.

4.5.2. Secado de muestras de suelo

Las muestras de suelo se secaron en el Laboratorio de Cartografía del Departamento de Suelos. Cada muestra fue sacada de la bolsa y dispersada en platos de papel, y se dejaron secar al aire por 15 días. Una vez secas las muestras, se pesaron con una balanza analítica Ohaus Explorer® (Figura 23) (Anexo 2).



Figura 23. Obteniendo peso seco de la muestra de suelo.

Se extrajeron las raíces y carboncillos de cada una de las muestras e igualmente se obtuvo su peso seco con la balanza analítica (Figura 24) (Anexo 2). Con esta información se ajustó el peso y volumen del suelo de las muestras como lo detalla Etchevers *et al.* (2005).



Figura 24. Pesado de raíces y carboncillos.

4.6. Obtención del porcentaje de Carbono Orgánico del Suelo

El porcentaje de carbono orgánico del suelo (COS) se obtuvo mediante el procedimiento para la determinación de materia orgánica del suelo a través del método AS-07, de Walkley y Black que se encuentra descrito en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 (SEMARNAT, 2002).

El suelo seco se pasó por un tamiz (Mont-inox®) de malla del número 20 y apertura de 0.8 mm. De cada una de las muestras, se pesó 0.5 g del suelo tamizado en la balanza analítica y se colocaron en matraces Erlenmeyer de 500 mL. Se dejó un matraz sin suelo para usarlo como testigo. Se agregaron 10 mL de dicromato de potasio 1 N con una pipeta volumétrica, se añadieron 20 mL de ácido sulfúrico (H_2SO_4) concentrado y se dejó reposar durante 30 minutos. Se agregaron 200 mL de agua destilada, se adicionaron 5 mL de ácido fosfórico (H_3PO_4) y se añadieron 6 gotas del indicador de difenilamina a cada uno de los matraces Erlenmeyer.

La titulación se realizó con sulfato ferroso 1.0 M (FeSO_4) por medio de una bureta de 50 mL, eliminando las burbujas de aire que se llegaron a formar y se niveló a 0 en cada determinación. Se agregó el sulfato ferroso hasta un punto final de vire a color verde claro (Figura 25). Se determinó la cantidad de mL de sulfato ferroso gastado y se registró el dato (Anexo 5).

Después de tener los resultados de todas las muestras de suelo, en las muestras que gastaron menos de dos mL de sulfato ferroso al titular, se repitió el procedimiento con la mitad de muestra de suelo (0.25 g).

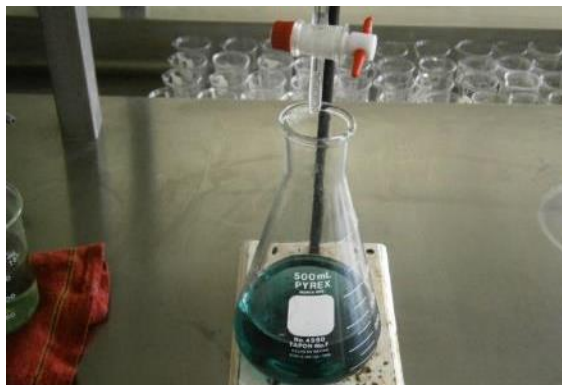


Figura 25. Color verde claro obtenido al titular.

Paralelo a la determinación del volumen de sulfato ferroso gastado, fue necesario determinar el factor de corrección de humedad (mcf) con el procedimiento descrito en la Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000 (SEMARNAT, 2002). Colocando 5 g de suelo en un bote de aluminio, previamente registrado su peso, los cuales se metieron en la estufa Mechanical Convection Oven Cole-Parmer® a 90°C durante 72 horas hasta peso constante, registrándose el peso del suelo seco. El factor de corrección de humedad se determinó con la fórmula:

$$FH = \frac{C - A}{B - A}$$

Donde:

FH = Factor de corrección de humedad

A = Peso del bote

B = Peso del bote con suelo seco al aire

C = Peso del bote con suelo seco a la estufa.

El procedimiento se realizó en 15 muestras de suelo y se calculó el promedio del factor de corrección de humedad. Con estos datos, se estimó el porcentaje de carbono (Anexo 5) mediante la fórmula:

$$\%C \text{ Orgánico} = \left(\frac{B - T}{g} \right) (N) (0.39) mcf$$

Donde:

B = Volumen de sulfato ferroso gastado para valorar el blanco de reactivos (mL).

T = Volumen de sulfato ferroso gastado para valorar la muestra (mL).

N = Normalidad exacta del sulfato ferroso.

g = Peso de la muestra empleada (g).

mcf = Factor de corrección de humedad.

4.7. Determinación de densidad aparente del suelo

En la determinación de la densidad aparente del suelo (Anexo 4), se aplicó la siguiente ecuación:

$$\rho_b = \frac{M_S}{V_T}$$

Donde:

ρ_b = Densidad aparente (g/cm³)

M_S = Peso de suelo seco (g)

V_T = Volumen de suelo (cm³)

El peso de suelo seco (Anexo 2) se obtuvo como lo describe Etchevers *et al.* (2005):

$$\text{Peso de suelo seco} = \text{Peso de suelo seco total} - (\text{Peso de raíces} + \text{Peso de carboncillos})$$

Mientras que el volumen de suelo (Anexo 3) se determinó como:

$$\text{Volumen de suelo} = \text{Volumen de suelo total} - (\text{Volumen de raíces} + \text{Volumen de carboncillos})$$

El volumen del suelo total se obtuvo mediante el volumen promedio de los dos cilindros de la barrena, para lograrlo fue necesario medir la altura y el diámetro de los cilindros con un vernier digital y aplicar la fórmula para volumen del cilindro, los cuales se promediaron dando un volumen de 64.462 cm³ por cilindro.

El volumen de raíces se obtuvo considerando una densidad de 0.3 g/cm³ (Etchevers *et al.*, 2005) y aplicando la siguiente fórmula:

$$V_T = \frac{M_S}{\rho_b}$$

Donde:

V_T = Volumen de raíces (cm³)

M_S = Peso de raíces (g)

ρ_b = 0.3 g/cm³

En el caso de los carboncillos, se utilizó un valor de densidad aparente de 0.24 g/cm³ (Humphreys and Ironside, 1977) y la misma ecuación que se usó para las raíces:

$$V_T = \frac{M_S}{0.24 \text{ g/cm}^3}$$

Donde:

V_T = Volumen de carboncillos (cm³)

M_S = Peso de carboncillos (g)

4.8. Obtención de Contenido de Carbono Orgánico del Suelo

Para obtener el Contenido de Carbono Orgánico del Suelo por unidad de superficie (una hectárea) para cada capa muestreada de 15 cm de espesor (Anexo 6), se aplicó la siguiente fórmula:

$$\text{Contenido de COS} = (\%C \text{ orgánico}/100)(\rho_b)(Prof)(10000 \text{ m}^2)$$

Donde:

Contenido de COS = Contenido de Carbono Orgánico del Suelo (Mg ha^{-1})

%C orgánico/100 = Porcentaje de COS obtenido por Walkley y Black expresado como unidades de peso.

ρ_b = Densidad aparente del suelo (Mg/m^3)

Prof = Profundidad de la capa de suelo muestreada expresada en metros

10000 m^2 = Área cubierta por una hectárea.

4.9. Determinación del carbono aéreo de árboles

4.9.1. Obtención del índice de valor de importancia

Para establecer que ecuaciones alométricas usar en cada sitio, se utilizó la metodología aplicada por Tinoco (2010), en la cual se elige la especie con mayor índice de valor de importancia (IVI). Para obtener el IVI, fue necesario determinar la densidad relativa, la dominancia relativa y la frecuencia relativa. Haciendo uso de las ecuaciones de Stiling (1999) y presentadas por Villavicencio-Enríquez y Valdez-Hernández (2003).

$$IVI = \text{Densidad relativa} + \text{Dominancia relativa} + \text{Frecuencia relativa}$$

La densidad relativa se determinó por especie mediante la función que se detalla y la densidad por especie se calculó dividiendo el número de individuos de la especie en cuestión entre el área muestreada.

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{Densidad por especie}}{\text{Densidad de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Densidad por especie} = \frac{\text{Número e individuos de la especie}}{\text{Área muestreada}}$$

La dominancia relativa se calculó mediante el cociente de la dominancia por especie y la dominancia de todas las especies, multiplicando el resultado por cien. Y para determinar la dominancia por especie se dividió el total del área basal de la especie entre el área muestreada. Y el área basal de cada individuo se determinó con la fórmula del círculo, es decir, multiplicando el valor de π (3.1416) por el cuadrado del diámetro normal (DN) del árbol y dividido entre cuatro.

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{\text{Dominancia por especie}}{\text{Dominancia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Dominancia por especie} = \frac{\text{Total del área basal de la especie}}{\text{Área muestreada}}$$

$$\text{Área basal} = \pi \frac{DN^2}{4}$$

La frecuencia relativa se determinó por la fórmula que se señala a continuación y para determinar la frecuencia por especie, se realizó el cociente de las unidades de muestreo en que está presente la especie y el número total de unidades de muestreo.

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{Frecuencia por especie}}{\text{Frecuencia de todas las especies}} \times 100$$

$$\text{Frecuencia por especie} = \frac{\text{Unidades de Muestreo en que está presente la especie}}{\text{Número total de unidades de muestreo}}$$

Dentro de las especies con mayor IVI, se encontraron a Grevillea, Nogal y Macadamia, las tres repitiéndose en cuatro unidades de muestreo. El Chinene, Inga y Huizache obtuvieron los IVI's más altos en tres sitios cada uno (Anexo 7).

Como el IVI se calcula por unidad de muestreo, las especies más importantes, por cada uno de ellos, se presentan en el Cuadro 6.

No para todas las especies con el mayor IVI por unidad de muestreo se encontró ecuación alométrica, por lo que para ellas se usó una ecuación general, ya fuese de cafetal o bosque de niebla, dependiendo de la similitud que tuviera con estas especies.

Cuadro 6. Índice de Valor de Importancia.

No.	UM	Especie	IVI	No.	UM	Especie	IVI
1	BNC-1	Guayabillo	67.03	22	SLN-1	Grevillea	76.40
2	BNC-2	Liquidámbar	89.65	23	SLN-2	Macadamia	171.69
3	BNC-3	Nogal	115.22	24	SLN-3	Aguacate	144.38
4	BNL-1	Laurel	198.81	25	PLE-1	Sin árboles	0.00
5	BNL-2	Chinene	148.79	26	PLE-2	Huizache	300.00
6	BNL-3	Fresno	134.31	27	PLE-3	Sin árboles	0.00
7	CLE-1	Nogal	103.318	28	PLEN-1	PLEN-SP	300.00
8	CLE-2	Inga	130.93	29	PLEN-2	Nogal	176.46
9	CLE-3	Aguacate	85.70	30	PLEN-3	Huizache	300.00
10	CLEN-1	Chinene	128.78	31	PLN-1	Sin árboles	0.00
11	CLEN-2	Inga	191.43	32	PLN-2	PLN	188.15
12	CLEN-3	Inga	130.63	33	PLN-3	Sin árboles	0.00
13	CLN-1	Grevillea	124.23	34	PLS-1	Sin árboles	0.00
14	CLN-2	Grevillea	110.92	35	PLS-2	Sin árboles	0.00
15	CLN-3	Grevillea	119.21	36	PLS-3	Huizache	300.00
16	CPA-1	Apomo	96.35	37	PPA-1	Sin árboles	0.00
17	CPA-2	Chinene	69.32	38	PPA-2	Sin árboles	0.00
18	CPA-3	Plátano	140.15	39	PPA-3	Frutal	300.00
19	SLEN-1	Macadamia	120.26	40	PPF-1	Sin árboles	0.00
20	SLEN-2	Macadamia	125.41	41	PPF-2	Fresno	137.08
21	SLEN-3	Macadamia	146.49	42	PPF-3	Sin árboles	0.00

4.9.2. Ecuaciones alométricas

En función de las especies con el mayor IVI, se buscaron las ecuaciones alométricas para obtener la biomasa total de los árboles. Se consultaron las ecuaciones alométricas usadas por Hernández (2013), Masuhara (2012) y Espinoza-Domínguez *et al.* (2012), en estudios realizados en la zona de Huatusco, Veracruz. Para otras especies con un alto IVI, que no se encontraron en los estudios anteriores, se buscaron en investigaciones realizadas en

ecosistemas de bosque de niebla, encontrándose las ecuación alométricas para *Liquidambar styraciflua* y *Quercus xalapensis*, en un artículo publicado por Rodríguez *et al.* (2006). La ecuación alométrica para el huizache (*Acacia farnesiana*), especie presente en la mayoría de los pastizales con árboles, se encontró en Návar *et al.* (2004) (Cuadro 7).

Cuadro 7. Ecuaciones alométricas para la estimación de biomasa arbórea.

Especie	Ecuación	Fuente
Árboles del bosque de niebla	$Y = \text{EXP}\{-2.289 + [2.649][\text{LN}(\text{DN})] - [0.021][\text{LN}(\text{DN})]^2\}$	Brown, 1997
Árboles del sistema agroforestal cafetal	$Y = 10^{\{-0.834 + 2.223[\text{LOG}_{10}(\text{DN})]\}}$	Segura <i>et al.</i> , 2006
<i>Inga</i> spp.	$Y = 10^{\{-0.889 + 2.317[\text{LOG}_{10}(\text{DN})]\}}$	Segura <i>et al.</i> , 2006
<i>Liquidambar styraciflua</i>	$Y = (0.1803)(\text{DN}^{2.272})$	Rodríguez <i>et al.</i> (2006)
<i>Quercus xalapensis</i>	$Y = (0.308)(\text{DN}^{2.1323})$	Rodríguez <i>et al.</i> (2006)
<i>Musa</i> sp.	$Y = (0.030)(\text{DN}^{2.13})$	Arifin, 2001 Hairiah <i>et al.</i> , 2001
<i>Acacia farnesiana</i>	$Y = 15.208 + 15.2092(\text{DN}) - [56.8935][\text{LN}(\text{DN})]$	Návar <i>et al.</i> , 2004

Y = Biomasa del árbol (kg), DN = Diámetro Normal (cm), EXP = e elevado a la potencia de un número determinado, LN = logaritmo natural de un número, LOG10 = logaritmo en base 10 de un número

La ecuación alométrica para árboles del sistema agroforestal cafetal bajo sombra, de Segura *et al.* (2006), fue usada por Hernández (2013) como una ecuación general para los árboles de sombra agroforestales, mientras que Masuhara (2012) la usó para las especies Chinene (*Persea schiedeana*) y Grevillea (*Grevillea robusta*).

Con las ecuaciones alométricas se estimó la biomasa de los árboles, expresada en kilogramos para un área de 400 m², lo que se extrapolo a una hectárea y se expresó también en megagramos (Mg) (Anexos 7, 8 y 9).

4.9.3. Porcentaje de carbono en árboles

De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC), el 50 % de la biomasa total de las especies arbóreas es carbono, por lo que para obtener el carbono por árbol se multiplicó la biomasa (Mg) por el factor de 0.5 (Tinoco, 2010) (Anexos 7, 8 y 9).

4.10. Determinación del carbono aéreo de arbustos

El único arbusto encontrado fue el cafeto, por lo que no fue necesario obtener el IVI, se pasó directamente a aplicar la ecuación alométrica respectiva, que fue la reportada por Segura *et al.* (2006) y citada por Aristizábal (2011) para arbustos de café arabica (*Coffea arabica*):

$$Y = 10^{-1.2+[2.1][\text{LOG}_{10}(D_{15})]}$$

Donde:

Y = Biomasa total (kg)

LOG10 = Logaritmo base 10

D₁₅ = Diámetro del tallo a 15 cm de altura (cm)

Al igual que en los árboles, se ajustaron los valores obtenidos en cada cuadrante a megagramos por hectárea (Mg ha⁻¹). El porcentaje de carbono usado fue de 50 %, igual que para los árboles (Anexo 11).

4.11. Porcentaje de carbono en herbáceas, hojarasca, mantillo y leñosas

El porcentaje de carbono contenido en herbáceas, hojarasca, mantillo y leñosas muertas se estimó como a continuación se detalla.

4.11.1. Porcentaje de carbono en herbáceas

El porcentaje de carbono usado para las herbáceas fue derivado del estudio realizado por Hernández (2013) (Cuadro 8), el cual fue obtenido en un analizador automático de carbono Shimadzu TOC-5050 A (Total Organic Carbon Analyzer).

Cuadro 8. Porcentaje de carbono en herbáceas.

Sistema	Unidad de muestreo	Carbono obtenido por el TOC (%)	Promedio/ Sistema (%)
Cafetal en policultivo tradicional	SPT-1	41.12	41.930
	SPT-2	42.62	
	SPT-3	42.05	
Cafetal a pleno sol	SPS-1	40.35	40.767
	SPS-2	41.90	
	SPS-3	40.05	
Cafetal en policultivo comercial	SPC-1	41.19	41.163
	SPC-2	41.10	
	SPC-3	41.20	

4.11.2. Porcentaje de carbono en hojarasca

En el caso de la hojarasca, de igual forma que con las herbáceas, se utilizaron los datos obtenidos por Hernández (2013) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Porcentaje de carbono en hojarasca.

Sistema	Unidad de muestreo	Carbono obtenido por el TOC (%)	Promedio/ Sistema (%)
Bosque de niebla	SBN-1	46.49	44.870
	SBN-2	44.28	
	SBN-3	43.84	
Cafetal en policultivo tradicional	SPT-1	44.77	44.707
	SPT-2	45.75	
	SPT-3	43.60	
Cafetal a pleno sol	SPS-1	36.68	35.527
	SPS-2	33.40	
	SPS-3	36.50	
Cafetal en policultivo comercial	SPC-1	45.26	44.507
	SPC-2	45.66	
	SPC-3	42.60	

4.11.3. Porcentaje de carbono en mantillo

Para el mantillo, se decidió usar el 43.8% de carbono obtenido por Acosta-Mireles *et al.* (2009).

4.11.4. Porcentaje de carbono en leñosas muertas

Se usó el dato del IPCC (2003), el cual dictamina que la fracción de carbono de la materia seca de las leñosas muertas es de 50%.

4.12. Contenido de carbono en herbáceas, hojarasca, mantillo y leñosas

El peso seco, en gramos, obtenido de las muestras de herbáceas, hojarasca y mantillo, fue el encontrado en el área correspondiente a 1 m², por lo que para extrapolarlo a una hectárea se multiplicó por 10,000 (1 m² x 10,000 = 10,000 m² = 1 ha) y para obtener megagramos se dividió entre 1,000,000 (1 Mg = 0.000001 g) (Anexos 11, 12 y 13).

El peso seco de las leñosas muertas, fue el correspondiente a la cantidad en gramos por 100 m², por lo que se extrapoló a megagramos por hectárea (Anexo 15).

Para obtener el contenido de carbono se multiplicó la biomasa (Mg ha⁻¹) por el porcentaje de carbono, según el estrato medido (herbáceas, hojarasca, mantillo o leñosas muertas) (Anexos 11, 12, 13 y 14).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5. 1. Carbono Orgánico del Suelo (COS)

5.1.1. Sistema agroforestal cafetal

Orientaciones

Se identificaron dos orientaciones para el sistema agroforestal cafetal, parcelas en ladera con orientación hacia el norte y hacia el este, tal como se muestra, de forma esquemática, en la Figura 26.

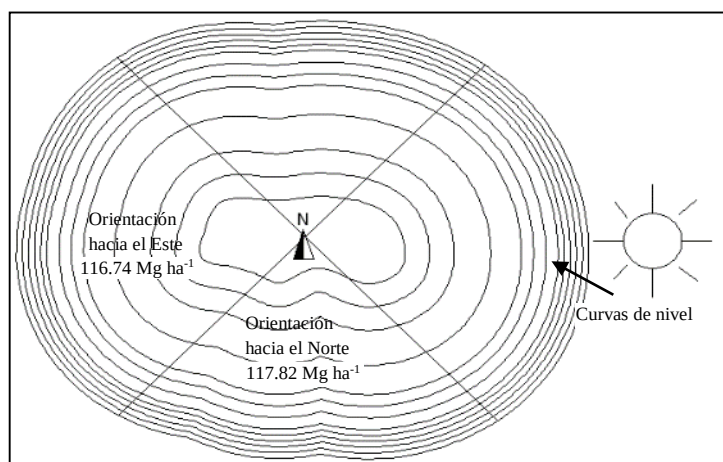


Figura 26. Esquema de las orientaciones de las parcelas en las que se encontró el cafetal.

En promedio, la diferencia entre las parcelas orientadas hacia el norte y hacia el este fue de 1.08 Mg ha^{-1} , siendo estadísticamente no significativa (Cuadro 10).

Cuadro 10. COS en las dos orientaciones del cafetal.

Orientación	COS ^z (Mg ha ⁻¹)	Promedio (Mg ha ⁻¹)	Error Estándar	Prueba de Tukey*
Norte	90.07	117.82	14.21	a
	137.00			
	126.38			
Este	119.29	116.74	6.70	a
	104.07			
	126.85			

^z Carbono Orgánico del Suelo a una profundidad de 0 – 45 cm.

* Valores designados por la misma letra no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

Pendiente

Los sistemas agroforestales de café, se encontraron en tres tipos de pendiente en la orientación hacia el norte, como se representa en la Figura 27.

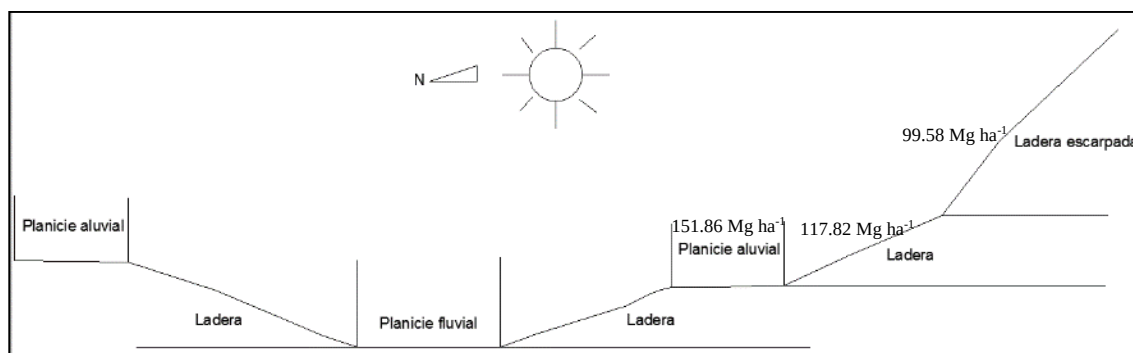


Figura 27. Esquema de las pendientes en las que se encontró el cafetal.

El análisis estadístico indicó que entre la ladera escarpada y la planicie aluvial si hubo diferencias significativas, con una cantidad de 55.28 Mg de COS ha⁻¹ (Cuadro 11). Dato que es congruente con el estudio realizado por Avilés-Hernández *et al.* (2009), quienes reportaron que el contenido de COS aumentó de la cresta a la planicie en la toposecuencia de un bosque de *Fagus grandifolia* subsp. *mexicana*.

Cuadro 11. COS en las tres pendientes del cafetal.

Descripción de la pendiente	COS ^z (Mg ha ⁻¹)	Promedio (Mg ha ⁻¹)	Error Estándar	Prueba de Tukey*
Ladera escarpada	109.34	99.58	6.66	a
	86.85			
	102.54			
Ladera	90.07	117.82	14.21	ab
	137.00			
	126.38			
Planicie aluvial	158.06	151.86	6.68	b
	159.01			
	138.51			

^z Carbono Orgánico del Suelo a una profundidad de 0 – 45 cm.

* Valores designados por la misma letra no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

La diferencia en cuanto a los contenidos de COS quiere decir que se está dando el movimiento de concentraciones de nutrientes y las reservas de carbono por efecto de la erosión hídrica, situación que refuerza lo reportado por Brunel y Seguel (2011).

Sin un análisis de pendientes, Soto *et al.* (2010) encontró una cantidad de 151.0 Mg ha⁻¹ de COS en una profundidad de 30 cm, en un sistema de café orgánico bajo sombra de *Inga* en el estado de Chiapas. Esta cantidad fue superior a todas las encontradas a esa profundidad, siendo 112.58 Mg ha⁻¹ de COS del cafetal en planicie aluvial la que más se acercó a la cantidad reportada por el autor antes mencionado.

Profundidades

Para todas las topoformas presentes en el cafetal, el análisis del contenido de COS se hizo en las tres profundidades: 0-15, 15-30 y 30-45 cm. Esto con la finalidad de determinar las variaciones que presenta el contenido de carbono en las diferentes profundidades.

Como se puede apreciar en la Figura 28, el carbono orgánico del suelo en la profundidad de 0-15 cm fue superior en todas las topoformas presentes, de igual forma la profundidad de 30-45 cm reportó las menores cantidades de COS.

La cantidad de COS en la profundidad de 15-30 cm, en la mayoría de los casos (Figura 28 (a) y (b) y Figura 29 (a)), fue similar a la cantidad reportada para la profundidad de 0-15 cm, alejándose de esta tendencia en la planicie aluvial (Figura 29 (b)), en donde fue semejante a la profundidad de 30-45 cm.

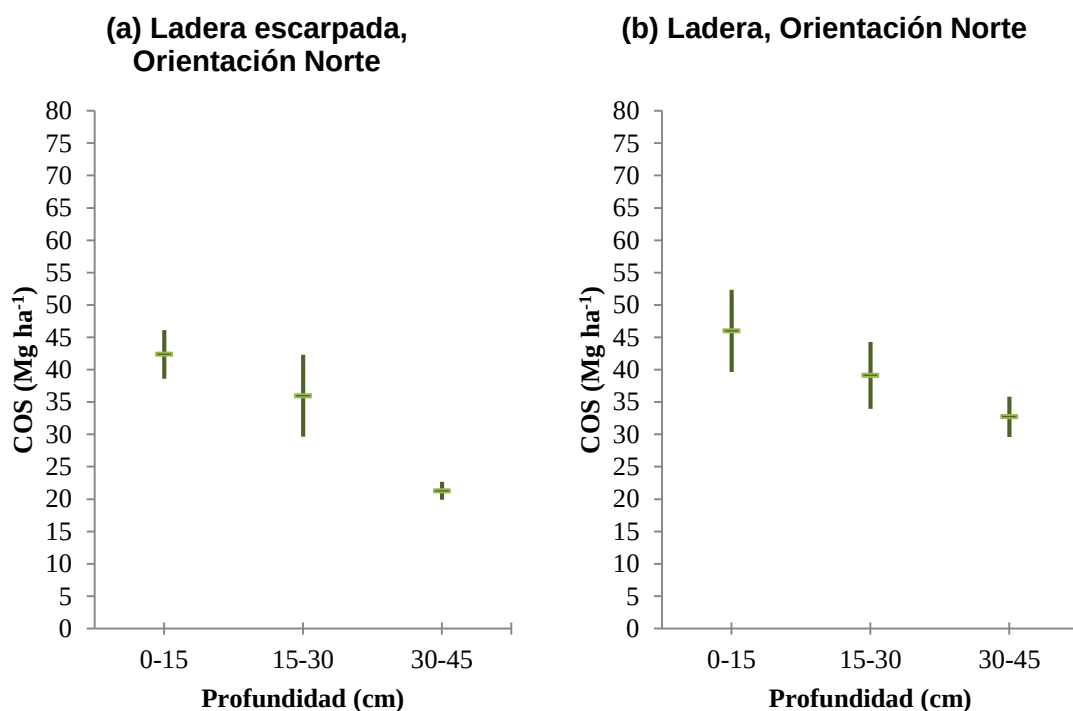


Figura 28 (a) y (b). Comportamiento del carbono a tres profundidades en ladera escarpada y ladera hacia el norte en el sistema agroforestal cafetal.

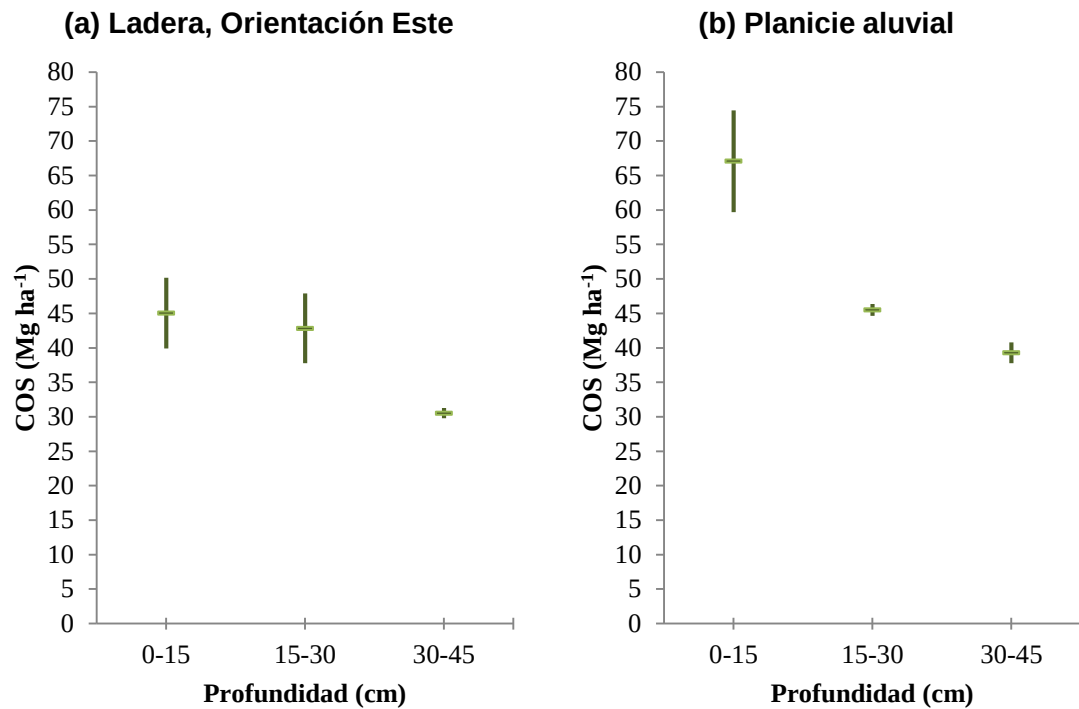


Figura 29 (a) y (b). Comportamiento del carbono a tres profundidades en ladera hacia el este y planicie aluvial en el sistema agroforestal cafetal.

5.1.2. Sistema agroforestal café – macadamia

Orientaciones

El sistema agroforestal café – macadamia únicamente se encontró en parcelas con pendiente orientada hacia el norte (Figura 30), por lo que no se pudo comparar con otra orientación.

Pendientes

En cuanto a pendiente, se encontraron parcelas con café-macadamia en diferentes intervalos, por lo que se clasificó en ladera escarpada y ladera (Figura 30).

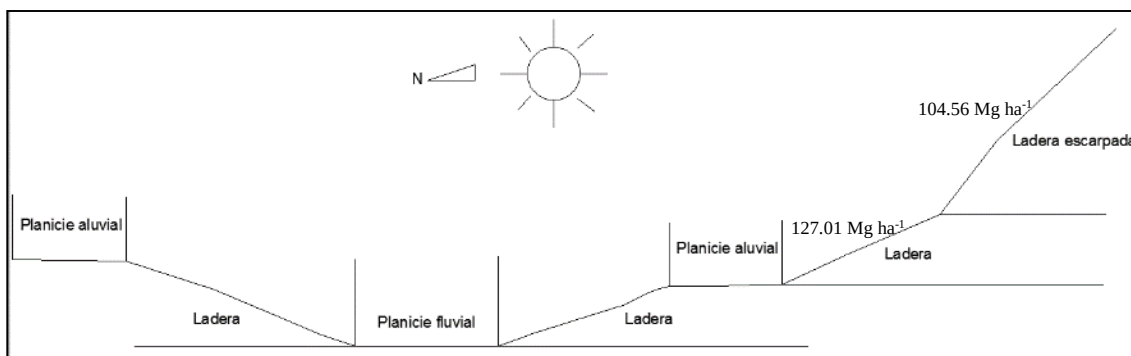


Figura 30. Representación esquemática de la ubicación de los SAF café – macadamia.

Se calculó una diferencia de 22.45 Mg ha^{-1} , entre el carbono orgánico del suelo de la ladera escarpada y el de la ladera, la cual no fue estadísticamente significativa (Cuadro 12).

Cuadro 12. COS en las dos pendientes del SAF café – macadamia.

Pendiente	COS ^z (Mg ha ⁻¹)	Promedio (Mg ha ⁻¹)	Error Estándar	Prueba de Tukey**
Ladera escarpada	104.09	104.56	5.86	a
	94.66			
	114.94			
Ladera	96.80	127.01	15.13	a
	140.57			
	143.65			

^z Carbono Orgánico del Suelo a una profundidad de 0 – 45 cm.

* Valores designados por la misma letra no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

Profundidades

En la Figura 31 (a) y (b) se logra apreciar que el comportamiento del COS, a lo largo del perfil vertical, es decreciente conforme se aleja de la superficie. La profundidad de 0-15 cm tiende a ser superior que las otras profundidades. En el caso de la ladera con orientación norte (Figura 31 (b)) las profundidades 15-30 cm y 30-45 cm tuvieron un contenido de COS similar.

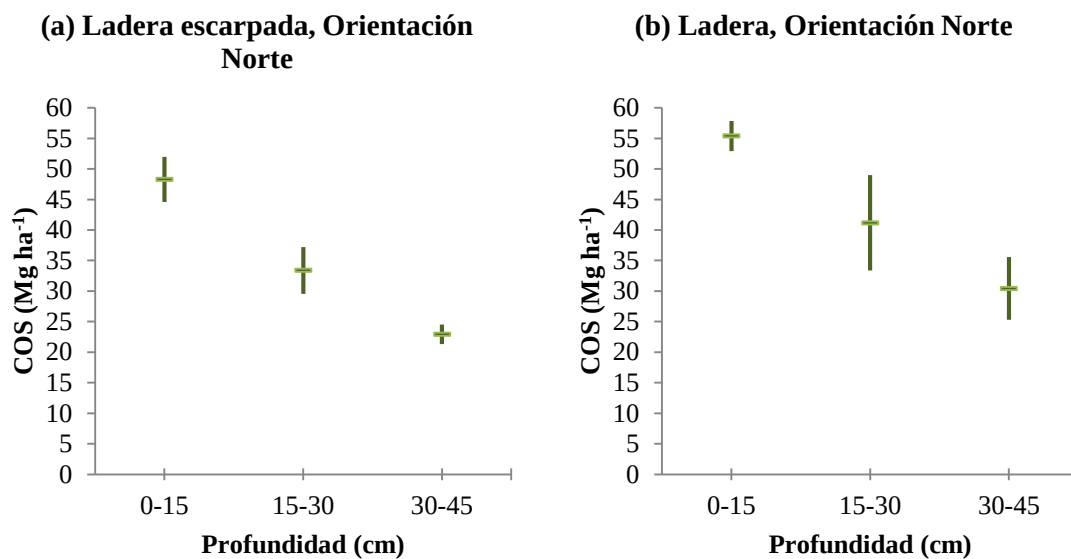


Figura 31 (a) y (b). Comportamiento del carbono a tres profundidades en las diferentes topoformas en el sistema agroforestal café-macadamia.

5.1.3. Sistema bosque de niebla

Orientaciones

No se encontraron las mismas pendientes con diferente orientación, por lo que no se pudo hacer esta comparación.

Pendientes

El bosque de niebla se ubicó en terrenos con dos tipos de pendientes, una de ellas definida como cerro (BNC) y la otra como ladera (BNL). A pesar de que el contenido de COS fue mayor en la pendiente de cerro, la diferencia no fue significativa estadísticamente (Cuadro 13).

Cuadro 13. COS en las dos pendientes del bosque de niebla.

Pendiente	COS ^z (Mg ha ⁻¹)	Promedio (Mg ha ⁻¹)	Error Estándar	Prueba de Tukey*
Cerro	85.53	107.22	11.31	a
	112.55			
	123.59			
Ladera	66.87	90.94	15.03	a
	118.58			
	87.37			

^z Carbono Orgánico del Suelo a una profundidad de 0 – 45 cm.

* Valores designados por la misma letra no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

Profundidades

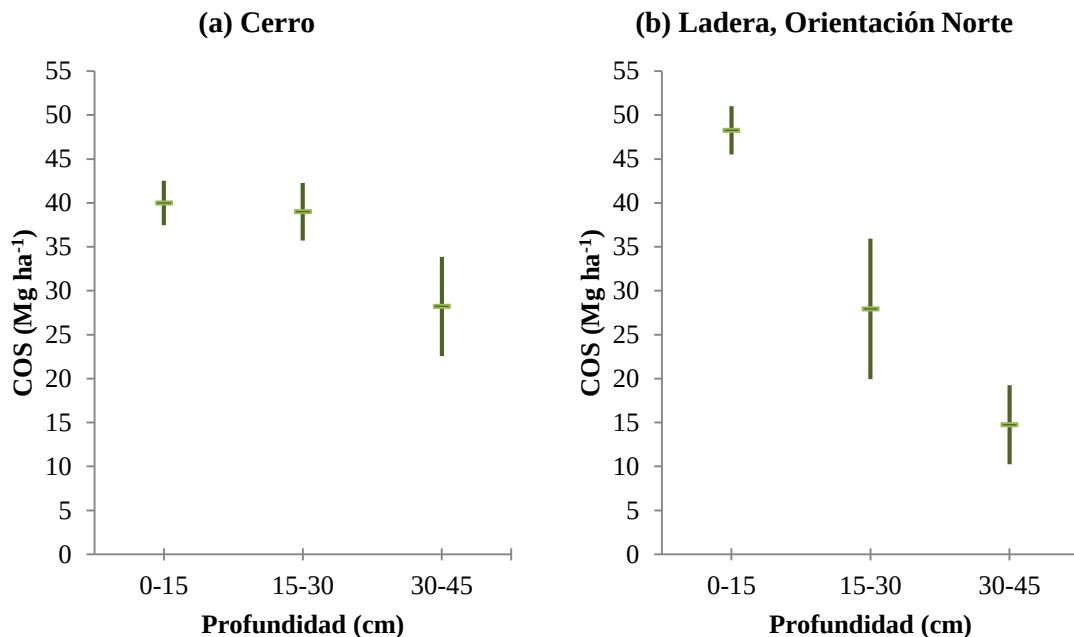


Figura 32 (a) y (b). Comportamiento del carbono a tres profundidades para las dos topoformas existentes en el Bosque de Niebla.

En las dos topoformas el contenido de COS decreció conforme se incrementó la profundidad; sin embargo, en el bosque de niebla presente en cerro las primeras dos profundidades reportaron datos parecidos, difiriendo ambas en la profundidad de 30-45 cm, mientras que en el bosque presente en ladera la

profundidad de 0-15 cm si fue superior en comparación con las otras dos profundidades (Figura 32 (a) y (b)).

5.1.4. Sistema agropecuario pastizal

Orientaciones

Este uso de suelo se encontró en parcelas con orientaciones norte, este y sur (Figura 33).

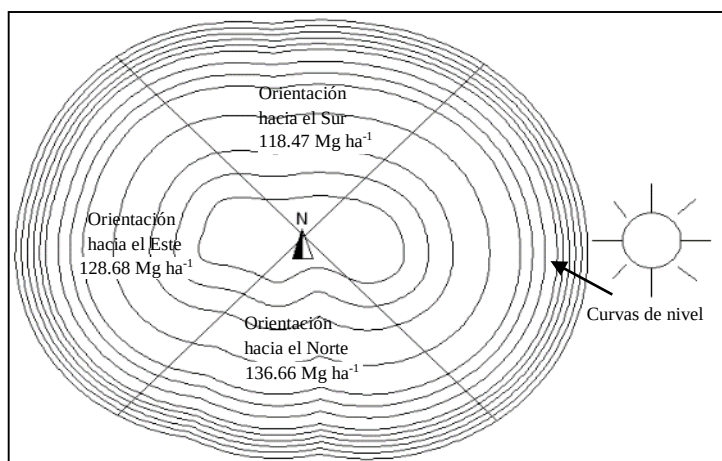


Figura 33. Esquema de las orientaciones de las parcelas en las que se encontró el pastizal.

Como se puede apreciar en el cuadro 14, el COS en la ladera con orientación norte fue superior por 7.98 Mg ha^{-1} y 18.19 Mg ha^{-1} a las orientaciones este y sur, respectivamente, mientras que entre las orientaciones este y sur, la diferencia fue de 10.21 Mg ha^{-1} ; sin embargo, estos valores no fueron diferentes estadísticamente.

Cuadro 14. COS en las tres orientaciones del pastizal.

Orientación	COS ^z (Mg ha ⁻¹)	Promedio (Mg ha ⁻¹)	Error Estándar	Prueba de Tukey*
Norte	122.41	136.66	7.56	a
	139.40			
	148.16			
Este	137.31	128.68	4.37	a
	123.18			
	125.55			
	148.48			
Sur	121.41	118.47	18.23	a
	85.52			

^z COS a una profundidad de 0 – 45 cm.

* Valores designados por la misma letra no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

Pendientes

El pastizal se encontró en superficies ubicadas en ladera escarpada, ladera, planicie aluvial y planicie fluvial (Figura 34).

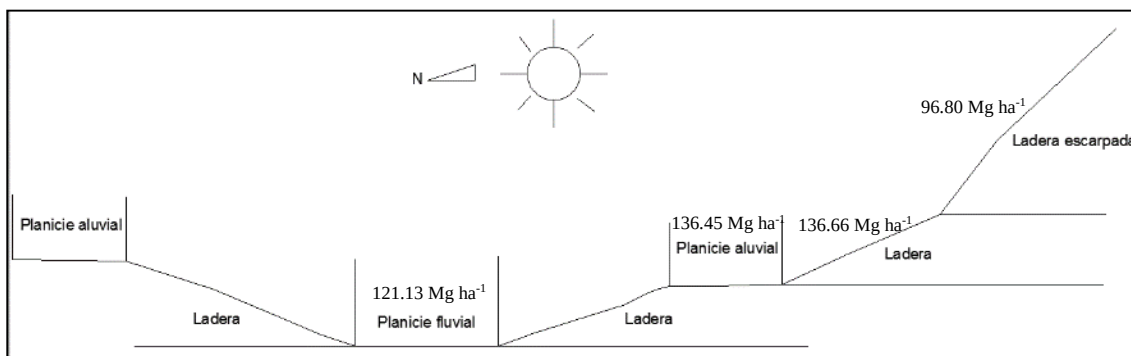


Figura 34. Representación esquemática de la ubicación de los pastizales.

Con la comparación de medias, por la prueba de Tukey, se determinó que no hay diferencia estadística significativa entre las pendientes, aun con una diferencia de 39.86 Mg ha^{-1} entre la ladera y la ladera escarpada, y 39.65 Mg ha^{-1} menos contenido de COS en la ladera escarpada que en la planicie aluvial (Cuadro 15).

Cuadro 15. COS en las pendientes del pastizal.

Pendiente	COS ^z (Mg ha ⁻¹)	Promedio (Mg ha ⁻¹)	Error Estándar	Prueba de Tukey*
Ladera escarpada	125.85	96.8	16.1	a
	70.26			
	94.30			
Ladera	122.41	136.66	7.56	a
	139.40			
	148.16			
Planicie aluvial	170.05	136.45	18.08	a
	131.22			
	108.07			
Planicie fluvial	122.27	121.13	10.9	a
	101.71			
	139.41			

^z Carbono Orgánico del Suelo a una profundidad de 0 – 45 cm.

* Valores designados por la misma letra no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

Profundidades

En la Figura 35 (a) y (b) y Figura 36 (a), (b), (c) y (d) se aprecia el comportamiento del contenido de COS en las tres profundidades analizadas.

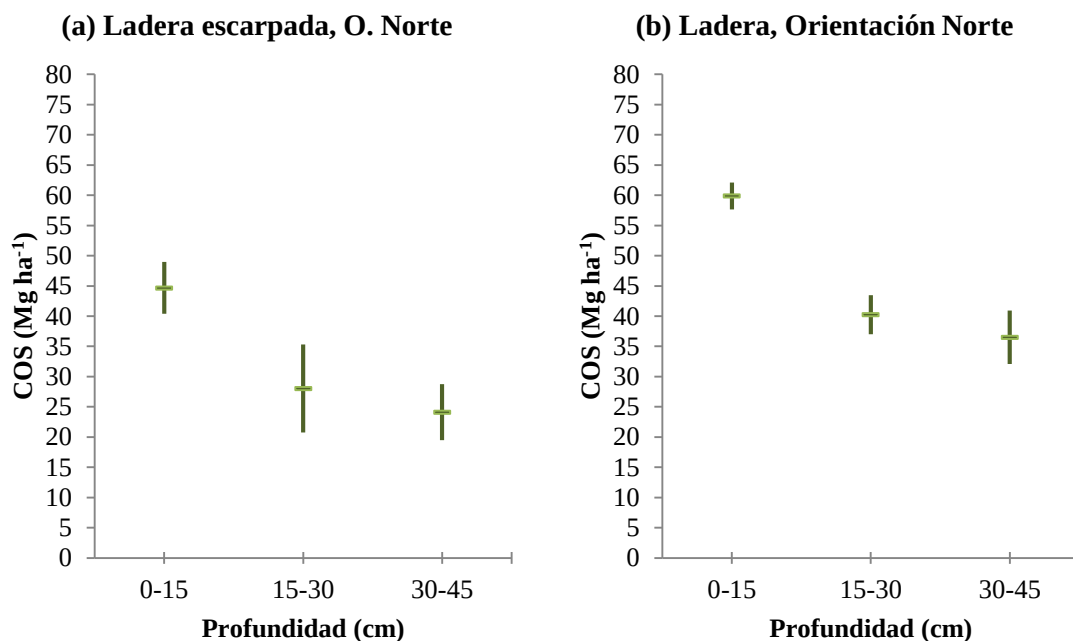


Figura 35 (a) y (b). Comportamiento del COS a tres profundidades en los tratamientos PLEN y PLE.

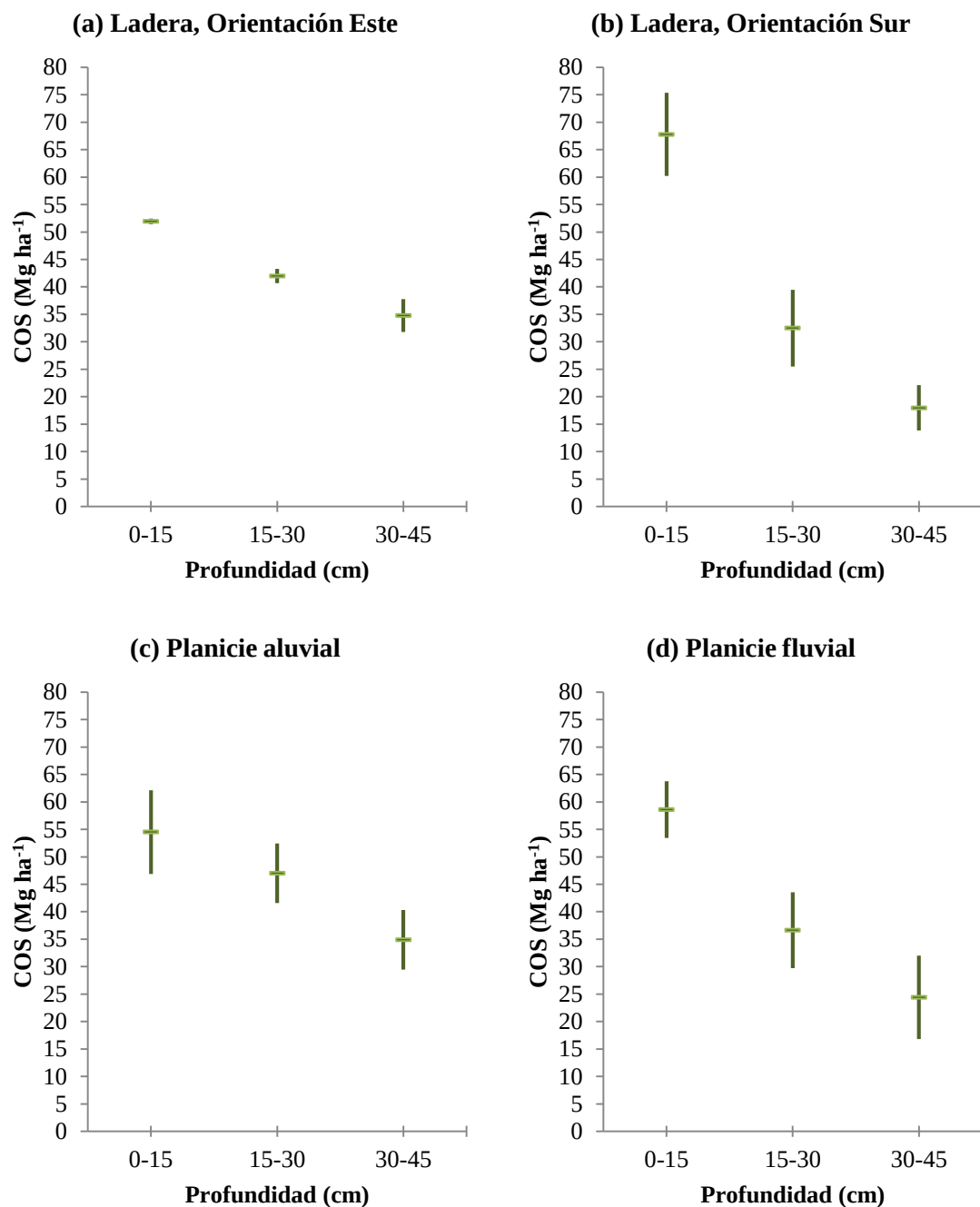


Figura 36 (a), (b), (c) y (d). Comportamiento del COS a tres profundidades en los tratamientos PLE, PLS, PPA y PPF.

Si bien en todas las topoformas, el contenido más alto de COS se presentó en la profundidad 0-15 cm, también se aprecia que por lo general, las profundidades 15-30 cm y 30-45 cm tienen datos similares entre ellas, con valores menores de los contenidos de la capa superficial. Solo en la planicie

aluvial (Figura 36 (c)), los datos de COS de la profundidad 15-30 cm fueron afines a los de la profundidad 0-15 cm.

5.1.5. Comparación entre Usos de Suelo y Vegetación (USyV)

Orientaciones

Las variaciones del contenido de COS promedio, en las diferentes orientaciones de la ladera de los sistemas cafetal (a) y pastizal (b), se presentan en la Figura 37.

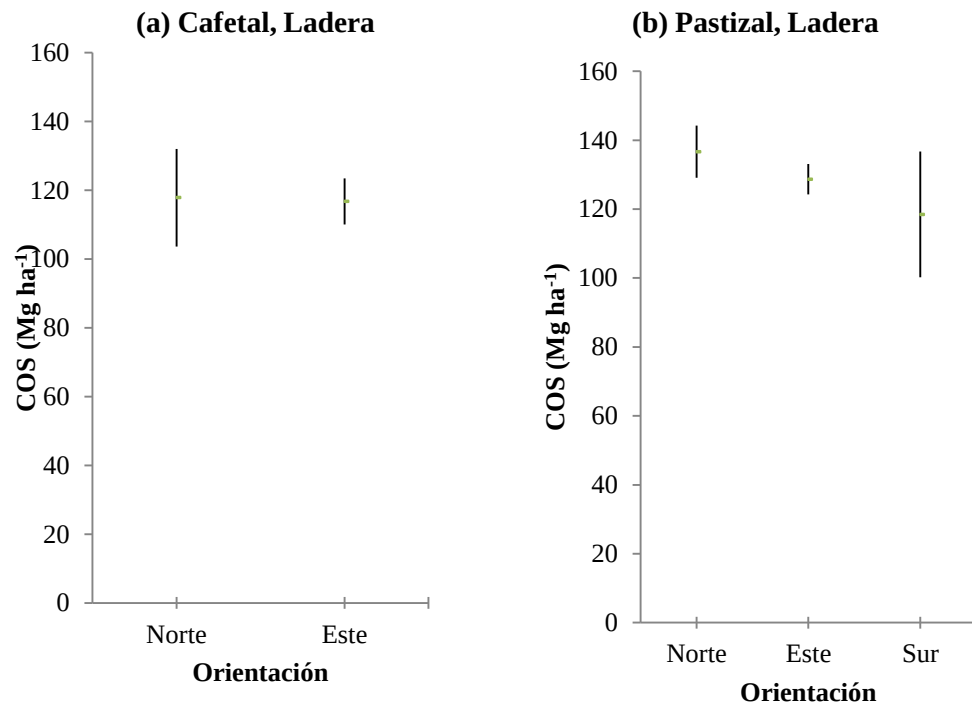


Figura 37 (a) y (b). Comportamiento del COS promedio en las diferentes orientaciones.

En los dos usos de suelo, la mayor cantidad de COS se encontró en la ladera con orientación norte y aunque estadísticamente no es significativa, en la Figura 37 (b) se aprecia que el contenido en la orientación norte es superior a las

orientaciones este y sur, existiendo la mayor diferencia entre las orientaciones norte y sur.

La situación mencionada anteriormente, es parecida a la encontrada por Rezaei & Gilkes (2005), quienes determinaron que el valor medio del carbono orgánico de la exposición norte (lado sombreado) fue significativamente mayor que todas las otras exposiciones, especialmente de la exposición sur (lado soleado), quien mostró el valor medio de carbono orgánico más bajo, en un estudio realizado en el norte de Teherán, Irán, entre las coordenadas 35°04'36" y 35°48'40" N y 51°32' y 52°04' E.

Egli *et al.* (2009) encontraron diferencias en la materia orgánica por efecto de las exposiciones norte y sur en los suelos Alpinos, ubicados en las coordenadas 43°18'54" latitud sur y 171°39'51" longitud este, por lo que se obtuvieron diferencias en cuanto a COS; sin embargo, en el presente estudio aunque se tiene dicha tendencia, las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Poblete (2004), concluye que la exposición es la fuente de variación que tiene más efecto en las diferencias edáficas de laderas opuestas, en un estudio realizado en la Quebrada de la Plata, de la Estación Experimental Agronómica de la Universidad de Chile, ubicada en la comuna de Maipú, Región Metropolitana, en las coordenadas 33°31'51" latitud sur y 70°53'45" longitud oeste.

De acuerdo con Soriano *et al.* (1996), la variación en la exposición de las laderas influye tanto como la altitud en algunas propiedades de los suelos, produciendo un aumento de la variabilidad en la estabilidad de los agregados en función de la altitud, y de los microagregados con respecto a la orientación.

La razón por la que no se tiene diferencia significativa entre las orientaciones del CRUO, Huatusco puede asociarse a que este lugar está en la zona intertropical y la variación de la cantidad de energía recibida a lo largo del año

entre las orientaciones norte y sur no es tan marcada como en latitudes mayores.

Pendientes

Resumiendo los resultados relacionados con el COS en las diferentes pendientes presentes en los diferentes usos del suelo y vegetación, en el Cuadro 16 se muestra que el único uso de suelo que presentó diferencias estadísticas significativas entre las pendientes, fue el cafetal.

Cuadro 16. Resumen de COS por pendiente y USyV.

Uso de Suelo y Vegetación	Ladera Escarpada	Ladera	Planicie aluvial	Planicie fluvial	Cerro
COS ^z (Mg ha ⁻¹ ± Error estándar)					
Cafetal	99.58a* ± 6.66	117.82ab ± 14.21	151.86b ± 6.68	----	----
Café-macadamia	104.56a ± 5.86	127.01a ± 15.13	----	----	----
Bosque de niebla	----	90.94a ± 15.03	----	----	107.22a ± 11.31
Pastizal	96.80a ± 16.10	136.66a ± 7.56	136.45a ± 18.08	121.13a ± 10.9	----

^z Carbono Orgánico del Suelo a una profundidad de 0 – 45 cm.

* Valores designados por la misma letra, por cada USyV, no son diferentes significativamente (P=0.05).

Según Brunel y Seguel (2011), la pendiente puede influir en el contenido de COS, principalmente por la pérdida o ganancia de partículas de suelo, efecto de la erosión hídrica.

De acuerdo con FAO (1991), las copas altas de los árboles, además de intervenir en la formación de una gota grande de agua, la altura de caída puede causar erosión con su impacto e iniciar un efecto de lavado, mayor que el que provoca la lluvia al caer sobre un suelo desnudo sin cobertura arbórea.

De acuerdo con el inventario florístico realizado en el estudio, todos los usos de suelo y vegetación presentan árboles; sin embargo, la cobertura y las alturas de las copas variaron, en este sentido, se recabaron varios parámetros asociados

a la relación de la cobertura vegetal como lo establece FAO (1991), cuya información se presenta en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Cobertura y altura de los diferentes estratos.

Uso de Suelo y Vegetación	Cobertura Arbórea Superior (%)	Altura de copa superior (m)	Cobertura Arbórea Inferior (%)	Altura de copa inferior (m)	Cobertura arbustiva (%)	Cobertura herbácea (%)
Cafetal	50	20	N/A	N/A	50	0
Café-macadamia	25	10	N/A	N/A	50	75
Bosque de niebla	50	25	50	8	0	0
Pastizal	5	8	N/A	N/A	0	100

En el caso del cafetal, que es el que presentó diferencias estadísticas significativas entre sus diferentes pendientes, se encontró que la cobertura arbórea es de aproximadamente 50%, con una altura de copa de 20 m (Figura 38), mientras que el bosque de niebla aunque el 50% de la cobertura arbórea tuvo una altura de 25 m, el otro 50% tuvo una altura de 8 m aproximadamente (Figura 39). La ausencia de estratos inferiores en el cafetal pudo propiciar un incremento de la erosión hídrica y por lo tanto un aumento en el movimiento de suelo y el carbono orgánico asociado con este, tal como lo señala FAO (1991). Aunado a la cobertura y altura de los árboles, la cobertura herbácea del cafetal es escasa (Figura 38), ya que se ve influenciada por las limpiezas periódicas que se tienen y por el efecto de la sombra, que limita el desarrollo de sotobosque y herbáceas.



Figura 38. Cafetal con árboles de porte alto y sin cobertura herbácea.



Figura 39. Bosque de niebla con diferentes estratos arbóreos.

En el sistema café-macadamia la altura de copa superior de 10 m no tuvo el mismo efecto erosivo que las copas de 20 m presentes en el cafetal tradicional, y en el primero la cobertura herbácea fue superior a la de los cafetales (Cuadro 17, Figura 40), lo que disminuye el proceso erosivo del agua y por lo tanto el movimiento de nutrientes y carbono orgánico del suelo en las laderas, coincidiendo con los resultados obtenidos por Rezaei & Gilkes (2005) en pastizales alpinos en un área semiárida de Irán.



Figura 40. Árboles de porte bajo y cobertura herbácea del 100% en SLEN-1.

El efecto de la altura de los árboles se puede ver reflejado claramente entre los sistemas café-macadamia y cafetal, ya que ambos presentan características parecidas, en cuanto a uso y manejo, diferenciándose principalmente por los tipos de árboles y consecuentemente por sus características en cuanto a altura y cobertura (Cuadro 17, Figuras 38 y 40).

La cobertura herbácea en los sistemas cafetal y café-macadamia no presentó variaciones significativas, lo que se asocia a la eliminación periódica constante del estrato herbáceo como parte del manejo de los cafetales; sin embargo, en los pastizales su efecto protector fue claro, ya que entre las pendientes, no se presentaron diferencias estadísticas significativas en cuanto a las cantidades de COS. Esto se puede atribuir a que siempre se tiene cobertura en la superficie (Figura 41), evitando el arrastre de suelo y por lo tanto el movimiento de nutrientes y carbono orgánico.



Figura 41. Pastizal con el suelo cubierto al 100% por la gramínea nativa del género *Axonopus*.

Lo anterior concuerda con lo reportado por Flores *et al.* (2013), quienes al comparar varios usos del suelo, cuantificaron las pérdidas más bajas de suelo en el pastizal, atribuyéndolo a su protección al suelo y que limita la remoción y arrastre por el agua durante todo el año.

Profundidad

La tendencia a la disminución del contenido de COS conforme aumenta la profundidad, ha sido reportada por varios autores, entre los que podemos mencionar a González-Molina *et al.* (2008), Avilés-Hernández *et al.* (2009), Soto-Pinto *et al.* (2010), Masuhara (2012) y Hernández (2013). González-Molina *et al.* (2008) encontraron una disminución de 7.15 Mg ha^{-1} , en cuanto al contenido de COS, de una profundidad de 0-15 cm a otra de 15-30 cm, en un

estudio realizado en parcelas ubicadas en laderas con pendientes mayores a 30%, en tres microcuencas de las regiones Mazateca, Cuicateca y Mixe de la Sierra Norte de Oaxaca. Avilés-Hernández *et al.* (2009), analizaron las profundidades 0-15, 15-30 y 30-45 cm, de suelos en bosque de *Fagus* ubicado en el ejido La Mojonera, Zacualtipán, Hidalgo, encontrando una disminución gradual conforme aumentó la profundidad.

En un estudio realizado en Chiapas por Soto-Pinto *et al.* (2010), encontraron una disminución en el COS conforme aumento la profundidad de 0-10, 10-20 y 20-30 cm, en sistemas taungya, acahual mejorado, acahual, café orgánico con sobra diversificada, café con sombra diversificada y maíz tradicional, solamente el café orgánico con sombra de *Inga* presentó una mayor cantidad de COS en la profundidad de 10-20 cm, siendo de 53.4 Mg ha⁻¹, superior a la profundidad de 0-10 cm por 2.9 Mg ha⁻¹, y superior a la de 20-30 cm por 6.3 Mg ha⁻¹.

Masuhara (2012), encontró una disminución en el contenido de COS conforme aumentó la profundidad de 0-10, 10-20 y 20-30 cm, en sistemas de café especializado, café en policultivo tradicional y bosque mesófilo de montaña en el CRUO, Huatusco, aunque no fueron estadísticamente significativas.

Hernández (2013) observó que en la profundidad de 0-10 cm se encuentra la mayor cantidad de COS, disminuyendo conforme se incrementa la profundidad (10-20 y 20-30 cm), en bosque de niebla, café en policultivo tradicional, café en policultivo comercial y café a pleno sol en el CRUO.

La diferencia en cuanto a la disminución de COS conforme aumenta la profundidad, fue explicada por Kimble *et al.* (2001) como una función de la cantidad de raíces, mencionando que con la profundidad disminuye su cantidad. Haciendo alusión a que tienen una mayor influencia la distribución de las raíces, la cantidad de material en descomposición, así como las poblaciones de macro y micro fauna.

5.2. Carbono aéreo

5.2.1. Carbono en árboles

La estimación de biomasa y de carbono asociado a las especies arbóreas de mayor IVI, se presenta en el Anexos 7, 8 y 9. En el Cuadro 18 se muestra el carbono arbóreo promedio por cada condición de UIT.

Las diferencias encontradas en los uso de suelo, se pueden atribuir a la existencia de una gran diversidad de especies y a la variabilidad en las fechas de establecimiento, lo que ha generado que se tengan arboles de diferentes tamaños, por lo que no es factible analizar si hay efecto en el desarrollo de los mismos asociados a la pendiente y exposición. Aunque la pendiente y la exposición pueden tener efecto sobre la cantidad y disponibilidad de nutrientes en el suelo, disponibilidad de humedad y energía para el desarrollo de la fotosíntesis (Reyes *et al.*, 2011).

Cuadro 18. Carbono almacenado en el estrato arbóreo.

UIT	Carbono ^z (Mg ha ⁻¹)	Error Estándar	Prueba de Tukey*
CLEN	31.00	25.04	c
CLN	34.94	5.66	c
CLE	27.68	7.03	c
CPA	43.13	17.62	bc
SLEN	6.02	1.51	c
SLN	18.29	6.52	c
BNC	205.00	54.29	a
BNL	149.86	44.98	ab
PLEN	2.11	1.48	c
PLN	0.34	0.34	c
PLE	1.75	1.75	c
PLS	1.81	1.81	c
PPA	0.11	0.11	c
PPF	2.63	2.63	c

^z Contenido de Carbono promedio de tres unidades de muestreo por cada UIT.

* Valores designados por la misma letra no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

De acuerdo con Serrada (2008), la pendiente puede influir sobre las actividades humanas a través de la mayor o menor dificultad de acceso y de mecanización, condicionando los tratamientos silvícolas a aplicar y la forma de realizar las repoblaciones forestales. El sistema agroforestal cafetal presentó una gran variabilidad en cuanto a cantidad y tamaño de árboles y por lo tanto en el contenido de carbono arbóreo. De las topoformas analizadas, la planicie aluvial fue en la que se encontró el mayor contenido de carbono asociado al estrato arbóreo (Cuadro 18), situación que se puede atribuir a lo mencionado por Serrada (2008), ya que en esta topoforma es más fácil realizar diferentes prácticas que mejoren la condición de los árboles y del sistema productivo en general.

En el caso del sistema agroforestal café-macadamia, se aprecia que la superficie que se encontró con menor grado de inclinación (Sistema de Laderas con orientación al Norte), fue la que reportó los mayores contenidos de carbono (3 veces más que el Sistema de Laderas Escarpadas con orientación al Norte, Cuadro 18), pudiéndose atribuir a la existencia de árboles de aguacate con diámetros de mayor tamaño en la primera UIT y en la segunda se registraron la existencia solo de árboles de macadamia (Anexo 8).

El bosque de niebla, reportó mayores contenidos de carbono arbóreo en el encontrado en la topoforma Cerro (BNC), lo que se atribuye a que es el área más conservada, a diferencia del encontrado en ladera (BNL), ya que este último se localizó en áreas que fueron afectadas por el paso de la carretera, pero que fueron conservadas por el arroyo aledaño.

En el pastizal se encontraron muy pocos árboles y en algunos sitios no se encontró árbol alguno, por lo que algunos tratamientos tienen un error estándar alto, incluso similar al valor de las medias, como se muestra en el Cuadro 18.

5.2.2. Carbono en arbustos

La vegetación arbustiva solo se encontró en dos de los cuatro sistemas estudiados, por lo que para el bosque de niebla y el pastizal no se reporta este parámetro (Cuadro 19) (Anexo 11).

Cuadro 19. Carbono almacenado en la biomasa arbustiva.

UIT	Carbono ^z (Mg ha ⁻¹)	Error Estándar	Prueba de Tukey*
CLEN	2.11	0.90	ab
CLN	2.52	0.38	a
CLE	0.67	0.46	abc
CPA	0.92	0.87	abc
SLEN	0.80	0.12	abc
SLN	0.27	0.15	bc
BNC	0.00	0.00	c
BNL	0.00	0.00	c
PLEN	0.00	0.00	c
PLN	0.00	0.00	c
PLE	0.00	0.00	c
PLS	0.00	0.00	c
PPA	0.00	0.00	c
PPF	0.00	0.00	c

^z Contenido de Carbono promedio de tres unidades de muestreo por cada UIT.

* Valores designados por la misma letra no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

De acuerdo con la información del Cuadro 19, la mayor cantidad de carbono asociado a arbustos se contabilizó en el cafetal en ladera con orientación hacia el norte (CLN) con 2.52 Mg ha⁻¹, mientras que la cantidad más baja se encontró en el sistema agroforestal café-macadamia en ladera hacia el norte (SLN) con 0.27 Mg ha⁻¹. La variación en cuanto a carbono asociado a arbustos se debe al manejo del cafetal, ya que este valor se asocia con la cantidad de cafetos con diámetro mayor a 2.5 cm (Figura 42), y en algunos sitios por el efecto de las podas o renovación en donde se encontraron varias plantas de porte bajo con diámetro inferior a 2.5 cm (Figura 43) que no fueron tomadas en cuenta.



Figura 42. Cafetos de diámetro superior a los 2.5 cm en el SAF cafetal.



Figura 43. Cafetos de porte bajo en el SAF café-macadamia.

Comparando los resultados, del contenido de carbono en arbustos del presente estudio, con los de Masuhara (2012), se aprecia que los $2.52 \text{ Mg de C ha}^{-1}$ del cafetal en ladera escarpada hacia el norte (CLN), se asemeja a los $2.8 \text{ Mg de C ha}^{-1}$ del café en sistema especializado reportado por este autor.

5.2.3. Carbono en estrato herbáceo

El estrato herbáceo estuvo presente en todas las UIT's, aunque la diferencia es grande dependiendo del tipo de vegetación (Cuadro 20) (Anexo 12).

Cuadro 20. Carbono almacenado en el estrato herbáceo.

UIT	Carbono ^z (Mg ha ⁻¹)	Error Estándar	Prueba de Tukey*
CLEN	0.45	0.36	ab
CLN	0.12	0.03	b
CLE	0.15	0.07	b
CPA	0.09	0.04	b
SLEN	0.30	0.05	ab
SLN	0.59	0.24	ab
BNC	0.02	0.02	b
BNL	0.26	0.13	ab
PLEN	1.48	0.65	a
PLN	1.24	0.29	ab
PLE	0.99	0.26	ab
PLS	0.79	0.08	ab
PPA	0.62	0.22	ab
PPF	0.97	0.18	ab

^z Contenido de Carbono promedio de tres unidades de muestreo por cada UIT.

* Valores designados por la misma letra no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

De los sistemas estudiados, los pastizales reportan mayor contenido de carbono en este estrato, y dentro de estos, los ubicados en ladera escarpada hacia el norte (PLEN) reportaron la cantidad más alta de 1.48 Mg ha⁻¹, siendo superior por 0.86 Mg ha⁻¹ a la más baja que fue la planicie aluvial (PPA). La cantidad de carbono en el PLEN es semejante a la obtenida por Espinoza-Domínguez *et al.* (2012), de 1.8 Mg ha⁻¹ en potrero. La diferencia entre pastizales se debe, principalmente, al tipo de pasto presente en cada tratamiento, en el caso de los pastizales encontrados en ladera escarpada hacia el norte (PLEN) el pasto es del género *Cynodon* (Figura 44), mientras que en los encontrados en planicie aluvial (PPA), el pasto es del género *Axonopus* (Figura 45).

En el sistema agroforestal cafetal, el de ladera escarpada hacia el norte fue el que presentó la mayor cantidad de carbono herbáceo (0.45 Mg ha⁻¹), reportándose cantidades muy bajas en las otras condiciones, pudiéndose

atribuir al control de malezas que se aplica, ya que se aprecia el trabajo de limpieza en la mayoría de los sitios de muestreo con cafetales.

En el sistema agroforestal café-macadamia, se encontró una situación similar a la del cafetal. En éste uso de suelo, la mayor cantidad de carbono se encontró en la ladera (SLN) con 0.59 Mg ha^{-1} , mientras que en la ladera escarpada (SLEN), la cantidad de carbono herbáceo fue inferior por 0.29 Mg ha^{-1} . De acuerdo con lo observado en campo, esto se puede deber a que en la ladera recientemente se había cortado la hierba (principalmente pasto).

El bosque de niebla presentó herbáceas en las áreas más perturbadas, por lo que las cantidades más altas de carbono herbáceo se encontraron en las unidades en ladera (BNL), que se localizan a la orilla de la carretera.



Figura 44. Pasto del género *Cynodon* en la unidad de muestreo PLEN-1.



Figura 45. Pasto del género *Axonopus* en la unidad de muestreo PPA-2.

5.2.4. Carbono en leñosas muertas

Las leñosas muertas se encontraron principalmente en el bosque de niebla y en menor proporción en sistemas agroforestales de café y café-macadamia (Cuadro 21) (Anexo 15).

Cuadro 21. Carbono almacenado en leñosas muertas.

UIT	Carbono ^z (Mg ha ⁻¹)	Error Estándar	Prueba de Tukey*
CLEN	0.04	0.03	a
CLN	0.08	0.03	a
CLE	0.07	0.02	a
CPA	4.43	4.38	a
SLEN	0.03	0.02	a
SLN	0.04	0.01	a
BNC	22.76	22.47	a
BNL	0.10	0.03	a
PLEN	0.00	0.00	a
PLN	0.00	0.00	a
PLE	0.01	0.01	a
PLS	0.00	0.00	a
PPA	0.00	0.00	a
PPF	0.00	0.00	a

^z Contenido de Carbono promedio de tres unidades de muestreo por cada UIT.

* Valores designados por la misma letra no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

En el cafetal, la cantidad de carbono en leñosas muertas fue baja, lo que se puede asociar a la limpieza que se hace del piso del sistema de producción. La mayor cantidad de carbono se encontró en la planicie aluvial (CPA), esto asociado a algunos trocos caídos, aunque las diferencias entre UIT de este sistema de producción no fueron estadísticamente significativas.

En el sistema agroforestal café-macadamia, el carbono en leñosas muertas fue muy bajo, esto asociado al manejo, ya que se practican limpiezas del terreno.

En el bosque de niebla, las ramas muertas en la superficie representaron un componente con bajo aporte de carbono; sin embargo, la presencia de algunos troncos secos incremento considerablemente el contenido de carbono en el bosque en Cerro (BNC).

De los pastizales estudiados, solo en una de las unidades de muestreo de la ladera hacia el este (PLE), se encontró una pequeña cantidad de leñosas muertas. Debiéndose principalmente a que la presencia de árboles en este uso de suelo es muy escasa.

5.2.5. Carbono asociado a hojarasca

La hojarasca se encontró en la mayoría de los usos de suelo y vegetación estudiados (Cuadro 22) (Anexo 13), aunque con variaciones significativas entre algunos sistemas de producción, en donde los valores más altos se encontraron en el bosque mesófilo y en el café tradicional.

Dentro de los cafetales, la mayor cantidad de carbono en hojarasca se reportó en los ubicados en ladera orientada hacia el norte (CLN) (Cuadro 22). El contenido de carbono en este sistema fue semejante al reportado por Espinoza-Domínguez *et al.* (2012), con 1.9 Mg ha⁻¹ de carbono en hojarasca en el sistema café + chalahuite, en la región correspondiente al CRUO.

Cuadro 22. Carbono almacenado en la hojarasca.

UIT	Carbono ^z (Mg ha ⁻¹)	Error Estándar	Prueba de Tukey*
CLEN	1.01	0.51	abc
CLN	1.72	0.91	ab
CLE	0.36	0.13	abc
CPA	0.52	0.19	abc
SLEN	0.36	0.17	abc
SLN	0.40	0.18	abc
BNC	1.85	0.46	a
BNL	0.94	0.21	abc
PLEN	0.06	0.06	bc
PLN	0.00	0.00	c
PLE	0.00	0.00	c
PLS	0.01	0.01	c
PPA	0.00	0.00	c
PPF	0.02	0.02	c

^z Contenido de Carbono promedio de tres unidades de muestreo por cada UIT.

* Valores designados por la misma letra no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

Los tratamientos en el sistema agroforestal café-macadamia reportaron cantidades bajas y con poca variación entre UITs del mismo sistema. La poca cantidad de hojarasca se puede deber a que los árboles de macadamia y aguacate son de hoja perenne y por lo tanto, aunque cambian de hoja a lo largo del tiempo, esta no se acumula en el suelo igual que la hoja de las especies de árboles caducifolios, que tiran la hoja en una época del año. Tal situación se señala en el trabajo realizado por Ávila y Zamora (2010), quienes demostraron que la hojarasca es mayor en cafetales establecidos en bosque caducifolio, comparados con aquellos que se encuentran en selva alta y mediana subperennifolia.

El bosque de niebla ubicado en cerro (BNC) reportó el doble de carbono en hojarasca que el ubicado en ladera (BNL), esto se asocia con la situación de que en el Cerro se tienen un número importante de especies de porte bajo que aportan hojarasca.

En los pastizales, debido a la presencia de algunos árboles, se encontró una pequeña cantidad de hojarasca.

5.2.6. Carbono asociado al estrato de mantillo

El mantillo se encontró en tres de los cuatro usos del suelo y vegetación, con excepción del pastizal (Cuadro 23) (Anexo 14).

Cuadro 23. Carbono almacenado en el mantillo.

UIT	Carbono ^z (Mg ha ⁻¹)	Error Estándar	Prueba de Tukey*
CLEN	1.45	0.39	ab
CLN	1.46	0.09	ab
CLE	1.61	0.22	a
CPA	0.85	0.20	abc
SLEN	0.00	0.00	c
SLN	0.70	0.50	abc
BNC	0.64	0.38	abc
BNL	0.40	0.24	bc
PLEN	0.00	0.00	c
PLN	0.00	0.00	c
PLE	0.00	0.00	c
PLS	0.00	0.00	c
PPA	0.00	0.00	c
PPF	0.00	0.00	c

^z Contenido de Carbono promedio de tres unidades de muestreo por cada UIT.

* Valores designados por la misma letra no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

En los sistemas de cafetal, la mayor cantidad de carbono en mantillo fue para los ubicados en ladera hacia el este (CLE), con 1.61 Mg ha⁻¹, cantidad muy inferior a la reportada por Masuhara (2012), de 5.55 Mg ha⁻¹ en el sistema café especializado.

Del sistema agroforestal café-macadamia, en la condición de ladera escarpada hacia el norte (SLEN) no se encontró mantillo y en el ubicado en ladera orientada hacia el norte (SLN) fue muy bajo. Esto asociado a la poca cantidad

de hojarasca que aportan estas especies, como se mencionó en el apartado de carbono asociado a hojarasca.

El mantillo en el bosque de niebla fue bajo, inclusive inferior a los demás sistemas con árboles y arbustos como los cafetales con las variantes de árboles sombra.

En el pastizal no se encontró mantillo, asociado a la poca presencia de árboles que aporten hojarasca a ser transformado en esa capa de fermentación.

5.2.7. Carbono aéreo total

En el Cuadro 24 y Anexo 16, se observa que la mayor cantidad de carbono aéreo, en los cafetales, policultivo café-macadamia y bosque, se encontró asociado al estrato arbóreo, esto aunado a que es el estrato más importante, ya sea porque es un bosque natural como el del bosque mesófilo o asociado a que se usan árboles en el sistema de producción de café para el sombreado o porque proporcionan algún producto comercializable en el caso del sistema café-macadamia.

En los pastizales, como los árboles son escasos, la cantidad de carbono fue baja y el estrato herbáceo conformado por pasto es el que aporta la gran mayoría del carbono aéreo como se reporta en las UIT ubicadas en ladera hacia el norte (PLN) y en planicie aluvial (PPL) (Cuadro 24).

En el Cuadro 24, se aprecia que el contenido de carbono más alto en la parte aérea fue en el bosque de niebla en cerro (BNC) con $230.27 \text{ Mg ha}^{-1}$, seguido por el bosque de niebla en ladera (BNL) con $151.57 \text{ Mg ha}^{-1}$. La media de los dos promedios ($190.92 \text{ Mg ha}^{-1}$) resulta en una cantidad semejante a los 189 Mg ha^{-1} que reporta Vega-López (2009) del análisis realizado de la información proporcionada por Masera *et al.* (2001), Ordóñez (2004) e INE-SEMARNAT

(2005) para este tipo de vegetación. Aunque los contenidos de carbono en las dos condiciones de bosque mesófilo (BNC y BNL), las diferencias no fueron significativas, así como en los casos del bosque de niebla en ladera (BNL) con el sistema de cafetal en planicie aluvial (CPA), pero entre el BNC y CPA, las diferencia si fueron significativas estadísticamente (Cuadro 24).

Cuadro 24. Almacenes de carbono (media $\pm$ error estándar) de los seis estratos aéreos y total en las diferentes UIT's del CRUO, Huatusco, Veracruz.

UIT	Parámetros						
	Árboles (Mg ha ⁻¹)	Arbustos (Mg ha ⁻¹)	Herbáceas (Mg ha ⁻¹)	Leñosas Muertas (Mg ha ⁻¹)	Hojarasca (Mg ha ⁻¹)	Mantillo (Mg ha ⁻¹)	C aéreo Total (Mg ha ⁻¹)
CLEN	31.00c $\pm$ 25.04*	2.11ab $\pm$ 0.90	0.45ab $\pm$ 0.36	0.04a $\pm$ 0.03	1.01abc $\pm$ 0.51	1.45ab $\pm$ 0.39	36.08c $\pm$ 25.49
CLN	34.94c $\pm$ 5.66	2.52a $\pm$ 0.38	0.12b $\pm$ 0.03	0.08a $\pm$ 0.03	1.72ab $\pm$ 0.91	1.46ab $\pm$ 0.09	40.84c $\pm$ 6.90
CLE	27.68c $\pm$ 7.03	0.67abc $\pm$ 0.46	0.15b $\pm$ 0.07	0.07a $\pm$ 0.02	0.36abc $\pm$ 0.13	1.61a $\pm$ 0.22	30.54c $\pm$ 7.29
CPA	43.13bc $\pm$ 17.62	0.92abc $\pm$ 0.87	0.09b $\pm$ 0.04	4.43a $\pm$ 4.38	0.52abc $\pm$ 0.19	0.85abc $\pm$ 0.2	49.92bc $\pm$ 23.07
SLEN	6.02c $\pm$ 1.51	0.80abc $\pm$ 0.12	0.30ab $\pm$ 0.05	0.03a $\pm$ 0.02	0.36abc $\pm$ 0.17	0.00c $\pm$ 0.06	7.50c $\pm$ 1.65
SLN	18.29c $\pm$ 6.52	0.27bc $\pm$ 0.15	0.59ab $\pm$ 0.24	0.04a $\pm$ 0.01	0.40abc $\pm$ 0.18	0.70abc $\pm$ 0.5	20.29c $\pm$ 7.16
BNC	205.00a $\pm$ 54.29	0.00c $\pm$ 0.00	0.02b $\pm$ 0.02	22.76a $\pm$ 22.47	1.85a $\pm$ 0.46	0.64abc $\pm$ 0.38	230.27a $\pm$ 51.58
BNL	149.86ab $\pm$ 44.98	0.00c $\pm$ 0.00	0.26ab $\pm$ 0.13	0.10a $\pm$ 0.03	0.94abc $\pm$ 0.21	0.40bc $\pm$ 0.24	151.57ab $\pm$ 44.99
PLEN	2.11c $\pm$ 1.48	0.00c $\pm$ 0.00	1.48a $\pm$ 0.65	0.00a $\pm$ 0.00	0.06bc $\pm$ 0.06	0.00c $\pm$ 0.06	3.65c $\pm$ 1.21
PLN	0.34c $\pm$ 0.34	0.00c $\pm$ 0.00	1.24ab $\pm$ 0.29	0.00a $\pm$ 0.00	0.00c $\pm$ 0.00	0.00c $\pm$ 0.06	1.57c $\pm$ 0.37
PLE	1.75c $\pm$ 1.75	0.00c $\pm$ 0.00	0.99ab $\pm$ 0.26	0.01a $\pm$ 0.01	0.00c $\pm$ 0.00	0.00c $\pm$ 0.06	2.75c $\pm$ 1.65
PLS	1.81c $\pm$ 1.81	0.00c $\pm$ 0.00	0.79ab $\pm$ 0.08	0.00a $\pm$ 0.00	0.01c $\pm$ 0.01	0.00c $\pm$ 0.06	2.61c $\pm$ 1.76
PPA	0.11c $\pm$ 0.11	0.00c $\pm$ 0.00	0.62ab $\pm$ 0.22	0.00a $\pm$ 0.00	0.00c $\pm$ 0.00	0.00c $\pm$ 0.06	0.73c $\pm$ 0.21
PPF	2.63c $\pm$ 2.63	0.00c $\pm$ 0.00	0.97ab $\pm$ 0.18	0.00a $\pm$ 0.00	0.02c $\pm$ 0.02	0.00c $\pm$ 0.06	3.62c $\pm$ 2.47

* Valores designados por la misma letra para un parámetro de cada tratamiento no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

De los sistemas agroforestales el que presentó mayor cantidad de carbono aéreo fue el cafetal en planicie aluvial (CPA) con 49.92 Mg ha⁻¹, cantidad que es inferior por 180.35 Mg ha⁻¹ del BNC y 101.65 Mg ha⁻¹ del BNL. En el sistema de policultivo café-macadamia, así como la mayoría de los ubicados en cafetales, fueron estadísticamente diferentes a los ubicados en bosque de niebla (Cuadro

24). El promedio del carbono reportado en los dos tratamientos ubicados en el sistema café-macadamia (13.90 Mg ha^{-1}) es similar al carbono aéreo del café especializado (15.65 Mg ha^{-1}) reportado por Masuhara (2012).

Estas diferencias, entre carbono aéreo de cafetales, policultivo comercial y bosque de niebla, fueron reportadas por Masuhara (2012), con la misma tendencia: bosque de niebla superior al café en policultivo tradicional por $319.90 \text{ Mg ha}^{-1}$, y este último superior al café especializado por 17.58 Mg ha^{-1} .

5.3. Carbono total

El carbono total en cada uno de los tratamientos o unidades de integración territorial, resultante de la suma de carbono aéreo y carbono subterráneo a una profundidad de 45 cm, se presenta en el Cuadro 25 y en el Anexo 17.

Cuadro 25. Carbono aéreo, subterráneo y total (media $\pm$ error estándar) de las diferentes UIT's en el CRUO.

UIT	Parámetros		
	C Aéreo (Mg ha^{-1})	C Subterráneo ^z (Mg ha^{-1})	C Total (Mg ha^{-1})
CLEN	$36.08c \pm 25.49^*$	$99.58a \pm 6.66$	$135.65bc \pm 27.15$
CLN	$40.84c \pm 6.90$	$117.82a \pm 14.21$	$158.65bc \pm 20.46$
CLE	$30.54c \pm 7.29$	$116.74a \pm 6.70$	$147.27bc \pm 10.81$
CPA	$49.92bc \pm 23.07$	$151.86a \pm 6.68$	$201.78bc \pm 27.82$
SLEN	$7.50c \pm 1.65$	$104.56a \pm 5.86$	$112.07c \pm 4.48$
SLN	$20.29c \pm 7.16$	$127.01a \pm 15.13$	$147.30bc \pm 21.06$
BNC	$230.27a \pm 51.58$	$107.22a \pm 11.31$	$337.49a \pm 54.94$
BNL	$151.57ab \pm 44.99$	$90.94a \pm 15.03$	$242.51ab \pm 30.91$
PLEN	$3.65c \pm 1.21$	$96.80a \pm 16.10$	$100.45c \pm 15.55$
PLN	$1.57c \pm 0.37$	$136.66a \pm 7.56$	$138.23bc \pm 7.88$
PLE	$2.75c \pm 1.65$	$128.68a \pm 4.37$	$131.43bc \pm 3.79$
PLS	$2.61c \pm 1.76$	$118.47a \pm 18.23$	$121.08c \pm 16.64$
PPA	$0.73c \pm 0.21$	$136.45a \pm 18.08$	$137.18bc \pm 18.18$
PPF	$3.62c \pm 2.47$	$121.13a \pm 10.90$	$124.75bc \pm 8.77$

* Valores designados por la misma letra para un parámetro de cada UIT no son diferentes significativamente ($P = 0.05$).

^z COS a una profundidad de 45 cm.

En los sistemas agroforestales de café y café-macadamia, el carbono subterráneo fue superior al carbono aéreo. En cambio en los de bosque de niebla, el carbono aéreo superó al subterráneo considerablemente, esto asociado a la cantidad de árboles presentes en cada uso de suelo y vegetación.

Masuhara (2012) reporta que la parte subterránea fue la que mayor cantidad de carbono presenta en los sistemas café especializado y policultivo tradicional, mientras que en el bosque de niebla, fue el componente aéreo el que cuantificó la mayor cantidad de carbono, tal como sucedió en el presente estudio.

En los tratamientos encontrados en pastizal, el carbono subterráneo fue claramente superior al aéreo, esto asociado por el escaso número de árboles. De igual forma, Espinoza-Domínguez *et al.* (2012), encontró mayor contenido de carbono en el suelo (50 Mg ha^{-1}), a una profundidad de 30 cm, que en el aéreo (2 Mg ha^{-1}) para condiciones de potrero.

Debido a que el carbono orgánico del suelo no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, las variaciones entre los totales estuvieron en función de las diferencias asociadas con el carbono aéreo.

Así como en el carbono aéreo, el total del sistema de bosque de niebla en cerro (BNC) fue superior ($337.49 \text{ Mg ha}^{-1}$) y estadísticamente diferente a todos los demás tratamientos, teniendo cierta similitud con el encontrado en la misma condición de bosque, pero ubicado en ladera (BNL).

En el carbono total asociado a la suma de los componentes aéreos y al subterráneo, a diferencia del carbono aéreo, todos los tratamientos ubicados en cafetal, el sistema café-macadamia ubicado en ladera (SLN) y la mayoría de los pastizales, excepto los ubicados en ladera escarpada hacia el norte (PLEN) y en ladera hacia el sur (PLS), no presentaron diferencias estadísticas entre ellos,

comprendiendo cantidades de carbono desde 124.75 Mg ha⁻¹ hasta 201.78 Mg ha⁻¹.

Los que se diferenciaron significativamente, debido a su menor cantidad de carbono total, fueron el pastizal en ladera hacia el sur (PLS), sistema agroforestal café-macadamia en ladera escarpada hacia el norte (SLEN) y pastizal en ladera escarpada hacia el norte (PLEN), con 121.08, 112.07 y 100.45 Mg ha⁻¹ respectivamente.

En estudios reportados por Espinoza-Domínguez *et al.* (2012), Masuhara (2012) y Hernández (2013), el contenido de carbono total en el ecosistema natural fue superior al de todos los sistemas agroforestales, tal como se encontró en el presente estudio.

5.4. Acciones para el mejor manejo de los sistemas agroforestales

Las acciones deben enfocarse en mejorar los sistemas existentes y prevenir problemas a futuro, por lo que estarían encaminadas a:

- Incrementar el carbono en los sistemas agroforestales cafetal y café-macadamia, principalmente el Carbono Orgánico del Suelo y con ello las condiciones físicas, químicas y biológicas del suelo y por lo tanto la capacidad productiva de estos sistemas.

5.4.1. Incremento del carbono arbóreo

En los cafetales, se recomienda diversificar la sombra, cambiar paulatinamente las especies con menor potencial de captura de carbono, por especies nativas del bosque de niebla y mayor capacidad de sombra y de almacenar carbono. Esta modificación en la sombra no traería afectaciones a la producción de café actuales, ya que se ha demostrado, en un estudio realizado en Chiapas por

Romero-Alvarado *et al.* (2002), que la producción es independiente del tipo de sombra.

En el Estado de Chiapas, en el programa Scolel té de captura de carbono en sistemas agroforestales, han implementado el uso de árboles maderables locales en cada región, para incrementar el carbono aéreo y hacer factible el pago por el servicio ecosistémico (Soto *et al.*, 2001). Con lo mencionado anteriormente, una manera de incrementar el carbono arbóreo en los sistemas agroforestales de cafetal y café-macadamia es con el uso de árboles nativos del bosque de niebla, ya que con los árboles de sombra de los géneros *Inga* y *Grevillea* no se espera que incremente el contenido de carbono como con el uso de otras especies con desarrollo más rápido y que almacenen carbono en mayor cantidad.

En la Figura 44 se presenta el comportamiento del almacén de biomasa en un árbol de cafetal y en uno de bosque de niebla (BN), conforme se incrementan sus diámetros, resultando que la biomasa en el árbol nativo siempre es superior.

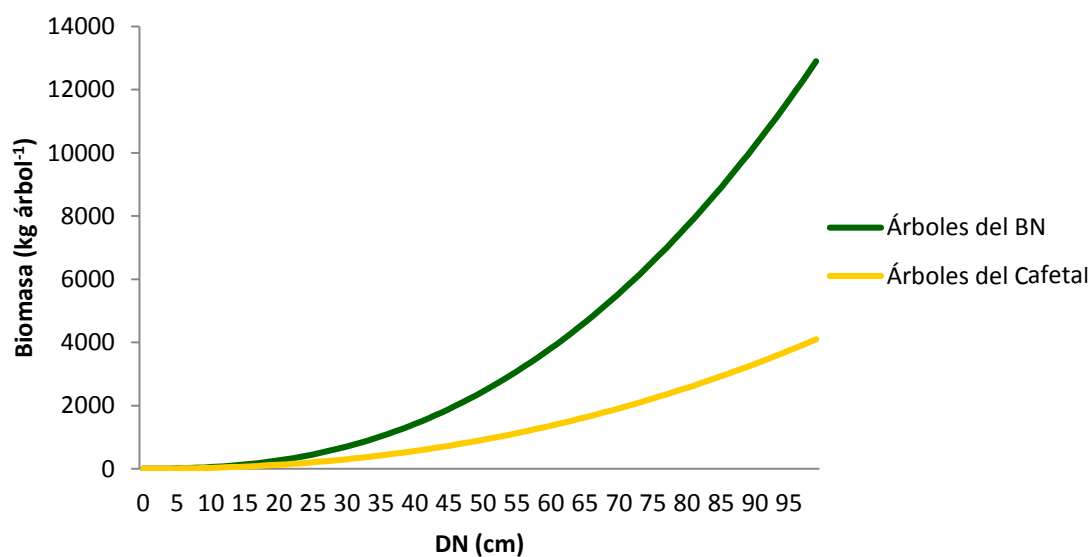


Figura 46. Comportamiento de la biomasa con el incremento en diámetro.

5.4.2. Conservación del COS

Si se remueve carbono orgánico del suelo de las partes altas a las bajas en paisajes de ladera, esto asociado a la erosión hídrica, es fundamental establecer acciones que controlen este proceso y se reduzca la erosión. Las barreras vivas son sistemas agroforestales útiles en la disminución de la velocidad de escorrentía y con ello disminuye a remoción del suelo, por lo que es una buena opción en la conservación del COS en cada topoforma y con ello de la capacidad productiva de los sistemas, al prevenir su deterioro. El efecto protector de las barreras vivas ha sido analizado y corroborado por Ramírez-Cruz y Oropeza-Mota (2001) en la Frailesca, Chiapas, Ruíz *et al.* (2001) en Oaxaca y Andrade y Rodríguez (2002) en la región central de Venezuela. Una opción para el caso del CRUO es establecer barreras vivas en curvas a nivel de cardamomo.

6. CONCLUSIONES

Las unidades de paisaje detallaron con una gran precisión la superficie del Centro Regional Universitario Oriente (CRUO), de tal forma que el muestreo no requirió de trabajo extra, por muestreo de sitios adicionales.

La mayor cantidad de carbono orgánico del suelo se encontró en la capa superficial, disminuyendo conforme se incrementó la profundidad, en todos los usos del suelo y vegetación del CRUO.

La pendiente del terreno, en un uso de suelo y vegetación, influye en el contenido de carbono orgánico en el suelo, incrementando su cantidad conforme la pendiente disminuye y en las partes bajas de las laderas, para las condiciones de suelo y clima en la zona de estudio.

El efecto de la pendiente, en el contenido de carbono orgánico del suelo en el CRUO, es diferente en cada uso del suelo y vegetación, esto asociado a otros factores como la presencia, altura y porcentaje de cobertura arbórea, arbustiva y herbácea.

La orientación del terreno, en un uso de suelo y vegetación bajo las mismas condiciones edafoclimáticas en el CRUO no presentaron influencia en el contenido de carbono orgánico en el suelo.

En un uso de suelo con manejo irregular, la pendiente y orientación no tienen un efecto directo sobre el carbono aéreo.

El grado de perturbación de un ecosistema natural influye en el contenido de carbono aéreo, siendo mayor en las áreas más conservadas.

Los tipos de árboles introducidos en los sistemas agroforestales, no aportan las mismas cantidades de biomasa seca que los encontrados en los ecosistemas naturales, por lo que presentan menores almacenes de carbono asociados con este componente que los de sistemas naturales como es el caso de bosque mesófilo en el CRUO.

Con excepción del bosque mesófilo, el carbono subterráneo a una profundidad de 0 – 45 cm, fue mayor que el asociado con el componente aéreo todos los sistemas de uso del suelo del CRUO.

7. LITERATURA CITADA

- Acosta-Mireles, M., F. Carrillo-Anzures y M. Díaz-Lavariaga. 2009. Determinación del carbono total en bosques mixtos de *Pinus patula* Schl. et Cham. *Terra Latinoamericana* 27: 105-114.
- Acosta-Mireles, M., J. Vargas-Hernández, A. Velázquez-Martínez y J. D. Etchevers-Barra. 2002. Estimación de la biomasa aérea mediante el uso de relaciones alométricas en seis especies arbóreas en Oaxaca, México. *Agrociencia* 36: 725-736.
- Álvarez-Arteaga, G., N. E. García C., P. Krasilnikov y F. García-Olivía. 2013. Almacenes de Carbono en bosques montanos de niebla de la Sierra Norte de Oaxaca, México. *Agrociencia* 47: 171-180.
- Andrade B., O. del C. y O. S. Rodríguez P. 2002. Evaluación de la eficiencia de barreras vivas como sistemas de conservación de suelos en ladera. *Bioagro* 14(3): 123-133.
- Arifin, J. 2001. Estimasi cadangan C pada berbagai sistem penggunaan lahan di Kecamatan Ngantang, Malang. Skripsi-S1. Unibraw, Malang.
- Aristizábal, J. D. 2011. Desarrollo de modelos de biomasa aérea en sombríos de cafeto (*Coffea arabica* L.) mediante datos simulados. *Revista U. D. C. A. Actualidad & Divulgación Científica* 14(1): 49-56.
- Ávila B., C. H. y P. Zamora M. 2010. Producción de hojarasca y materia orgánica en agroecosistemas cafetaleros marginales de Ocotil Chico, Veracruz, México. *Polibotánica* 30: 69-87.
- Avilés-Hernández, V., A. Velázquez-Martínez, G. Ángeles-Pérez, J. Etchevers-Barra, H. De los Santos-Posadas y T. Llanderal. 2009. Variación en almacenes de carbono en suelos de una toposecuencia. *Agrociencia* 43: 457-464.
- Bandeira, F. P., C. Martorell, J. A. Meave and J. Caballero. 2005. The role of rustic coffee plantations in the conservation of wild tree diversity in the Chinantec region of Mexico. *Biodiversity and Conservation* 14: 1225-1240.

- Bocco G., M. Mendoza, Priego A. y Burgos A. 2009. La cartografía de los sistemas naturales como base geográfica para la planeación territorial. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 71 p.
- Brown, S. 1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forests. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Forestry Paper 134. Roma, Italy. 55 p.
- Brunel, N. y O. Seguel. 2011. Efectos de la erosión en las propiedades del suelo. *Agro Sur* 39(1): 1-12.
- Casanova-Lugo, F.; J. Petit-Aldana y J. Solorio-Sanchez. 2011. Los sistemas agroforestales como alternativa a la captura de carbono en el trópico mexicano. *Revista Chapingo*. Vol.17, n.1, pp. 133-143.
- Charchalac S., S. 2012. Experiencias en Compensación por Servicios Ambientales en América Latina (PSA o REDD+): Descripción de casos relevantes. *Forest Trends*. 60 p.
- CONAGUA-UACH. 2009. Proyecto de restauración hidrológica-ambiental de las partes medias y altas de la cuenca del Río Platanar, comprendida entre los estados de Tabasco y Chiapas. Informe final. Comisión Nacional del Agua, Universidad Autónoma Chapingo. 574 p.
- Delgadillo R., M Y S. Quechulpa M. 2006. Manual de Monitoreo de carbono en Sistemas agroforestales. AMBIO S. C. DE R. L. Comisión Nacional Forestal. México. 35 p.
- Egli, M., G. Sartori, A. Mirabella, F. Favilli, D. Giaccari, E. Delbos. 2009. Effect of north and south exposure on organic matter in high Alpine soils. *Geoderma* 149: 124-136.
- Espinoza-Domínguez, W., L. Krishnamurthy, A. Vázquez-Alarcón y A. Torres-Rivera. 2012. Almacén de carbono en sistemas agroforestales con café. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 18(1): 57-70.
- Espinoza D., W. 2009. Secuestro de Carbono en sistemas agroforestales en la región cafetalera de Chocamán-Totutla-Huatusco, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. 64 p.
- Etchevers, J. D., C. M. Monreal, C. Hidalgo, M. Acosta, J. Padilla y R. M. López. 2005. Manual para la determinación de carbono en la parte aérea y subterránea de sistemas de producción en laderas. Colegio de Postgraduados, México.
- FAO. 1991. Silvicultura y seguridad alimentaria. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Italia. 133 p.

FAO. 2015. <http://www.fao.org/forestry/databases/allometric-equation/es/>.

Flores L., H. E., C. de la Mora O., J. A. Ruíz C., A. A. Chávez D. 2012. Efecto de la cobertura del suelo de tres cultivos sobre la erosión hídrica. Revista Chapingo Serie Zonas Áridas XII(1): 19-25.

García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Talleres de Offset Larios, S. A. México, D. F.

Gibbon A., J. Hayward y J. Baroody. 2009. Lineamientos para el diseño de proyectos de carbono en cafetales usando la metodología agroforestal simplificada. Rainforest Alliance. Fondo de Innovación de la Corporación Financiera Internacional. Grupo del Banco Mundial. 79 p.

Gómez-Díaz, J. D., A. I. Monterroso-Rivas, J. A. Tinoco-Rueda y J. D. Etchevers-Barra. 2012. Almacenes de Carbono en el piso forestal de dos tipos de bosque. Terra Latinoamericana 30 (2): 177-187.

Gómez, J. D. 2008. Determinación de los almacenes de carbono en los compartimientos aéreo y subterráneo de dos tipos de vegetación en la Reserva de la Biosfera Sierra de Huautla, Morelos, México. Tesis de doctorado. Colegio de Postgraduados. México. 194 p.

González-Molina, L., J. D. Etchevers-Barra y C. Hidalgo-Moreno. 2008. Carbono en suelos de ladera: factores que deben considerarse para determinar su cambio en el tiempo. Agrociencia 42: 741-751.

Hairiah, K., SM Sitompul, M. Noordwijk and C. Palm. 2001. Methods for sampling carbon stocks above and below ground. ASB Lecture Note 4B. International Centre for Research in Agroforestry. Indonesia. 23 p.

Hergoualc'h, K., E. Blanchart, U. Skiba, C. Hénault and J-M. Harmand. 2012. Changes in carbon stock and greenhouse gas balance in a coffee (*Coffea Arabica*) monoculture versus an agroforestry systems with *Inga densiflora*, in Costa Rica. Agriculture, Ecosystems and Environment 148: 102-110.

Hernández C., E. 2013. Carbono acumulado en dos sistemas agroforestales y en un sistema de bosque de niebla. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo. México. 98 p.

Humphreys, F. R. and G. E. Ironside. 1977. Charcoal from New South Wales Species of Timber. Technical Paper No. 23. Second Edition. Wood Technology and Forest Research Division. Forestry Commission of New South Wales. Australia. 43 p.

- INEGI. 2004. Guías para la interpretación de cartografía: Edafología. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. México. pp. 11-12.
- INEGI. 2014. Mapa digital de México. gaia.inegi.org.mx/mdm6
- INE-SEMARNAT. 2005. Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2002. México.
- IPCC. 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan. 195 p.
- IPCC. 2003. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Penman J., M. Gytarsky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger, R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe and F. Wagner (eds). Published: IGES, Japan. 590 p.
- Kimble, J. M., R. B. Grossman and S. E. Samson-Liebig. 2001. Methodology for sampling and preparation for soil carbon determinations. In: Lal, R., J. M. Kimble, R. F. Follet and B. A. Stewart. (eds). Assessment Methods for Soil Carbon. CRC Press LLC. Boca Raton FL. pp: 15-30.
- Krishnamurthy, L., M. Ávila. 1999. Agroforestería básica. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Red de Formación Ambiental. Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental No. 3. 340 p.
- Macías, F. y M. Camps (Eds.). 2002. Secuestro de Carbono en Suelos y Biomasa. Abstracts Reunión Internacional. Castelo de Santa Cruz. A Coruña. 66 p.
- Masera, O. R., A. D. Cerón and A. Ordóñez. 2001. Forestry mitigation for México: finding synergies between national sustainable development priorities and global concerns. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 6: 291–312.
- Masuhara, A. 2012. Evaluación del contenido de carbono en sistemas agroforestales de café en Huatusco, Veracruz, México. Tesis de maestría. Universidad Autónoma Chapingo. México. 146 p.
- Moguel, P. and V. M. Toledo. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. Conservation Biology 13 (1): 11-21.

- Nair, P. K. R., V. D. Nair, B. M. Kumar and S. G. Haile. 2009. Soil carbon sequestration in tropical agroforestry systems: a feasibility appraisal. *Environmental Science & Policy* 12: 1099-1111.
- Návar, J., E. Méndez, A. Nájera, J. Graciano, V. Dale and B. Parresol. 2004. Biomass equations for shrub species of Tamaulipan thornscrub of North-eastern Mexico. *Journal of Arid Environments* 59: 657-674.
- Oelbermann, M., R. P. Voroney and A. M. Gordon. 2004. Carbon sequestration in tropical and temperate agroforestry systems: a review with examples from Costa Rica and southern Canada. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 104: 359-377.
- Ordóñez, J. A. 2004. Índices de contenido y captura de carbono en áreas forestales. Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Pandey, D. N. 2002. Carbon sequestration in agroforestry systems. *Climate Policy* 2: 367-377.
- Pérez, J. R. 2004. Colecciones ex situ de la Universidad Autónoma Chapingo en Huatusco, Veracruz. Universidad Autónoma Chapingo. México. 84 p.
- Pérez-Portilla, E. y D. Geissert-Kientz. 2006. Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: el caso café (*Coffea arabica* L.) – palma camedor (*Chamaedorea elegans* Mart.). *Interciencia* 31 (8): 556-562.
- Picard, N., L. Saint-André y M. Henry. 2012. Manual de construcción de ecuaciones alométricas para estimar el volumen y la biomasa de los árboles: del trabajo de campo a la predicción. Las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y el Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement. Italia. Francia. 223 p.
- Poblete F., H. L. 2004. Efecto de la exposición y de la pendiente en algunas propiedades del suelo, flora y vegetación de la Quebrada de la Plata, Región Metropolitana. Memoria de Título. Universidad de Chile.
- Porta C., J., M. López-Acevedo R. y C. Roquero D. 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3ª Edición. Ediciones Mundi-Prensa. España. 960 p.
- Ramírez-Cruz, M. E. y J. L. Oropeza-Mota. 2001. Eficiencia de dos prácticas productivo-conservacionistas para controlar erosión de laderas en el trópico. *Agrociencia* 35: 489-495.

- Reyes, F., A. Lillo, N. Ojeda, M. Reyes y M. Alvear. 2011. Efecto de la exposición y la toposecuencia sobre actividades biológicas del suelo en bosque relicto del centro-sur de Chile. *Bosque* 32 (3): 255-265.
- Rezaei, S. A. and R. J. Gilkes. 2005. The effects of landscapes attributes and plant community on soil chemical properties in rangelands. *Geoderma* 125: 167-176.
- Rodríguez L., R., J. Jiménez P., O. A. Aguirre C. y E. J. Treviño G. 2006. Estimación del carbono almacenado en un bosque de Niebla en Tamaulipas, México. *Ciencia UANL* IX (2): 179-188.
- Romero-Alvarado, Y., L. Soto-Pinto, L. García-Barrios and J. F. Barrera-Gaytan. 2002. Coffee yields and soil nutrients under the shades of *Inga* sp. vs. multiple species in Chiapas, México. *Agroforestry Systems* 54: 215-224.
- Ruíz V., J., M. Bravo E. y G. Loaeza R. 2001. Cubiertas vegetales y barreras vivas: Tecnologías con potencial para reducir la erosión en Oaxaca, México. *Terra* 19: 89-95.
- Schlegel, B., J. Gayoso y J. Guerra. 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales. Universidad Austral de Chile. Chile. 15 p.
- Segura-Castruita, M. A., P. Sánchez-Guzmán, C. A. Ortiz-Solorio y M. C. Gutiérrez-Castanera. 2005. Carbono orgánico de los suelos de México. *Terra Latinoamericana* 23(1): 21-28.
- Segura, M., M. Kanninen and D. Suárez. 2006. Allometric models for estimating aboveground biomass of shade trees and coffee bushes grown together. *Agroforestry Systems* 68: 143-150.
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-021-SEMARNAT-2000, Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudio, muestreo y análisis. México. 85 p.
- Serrada, R. 2008. Apuntes de Silvicultura. Servicio de Publicaciones. EUIT Forestal. España. 284 p.
- Soriano, M. D., A. Calvo, C. Boix y V. Pons. 1996. Variaciones en las propiedades de los suelos y su agregación en un transecto altitudinal de la Provincia de Alicante. *Cuaternario y Geomorfología*, 10 (1-2): 45-58.
- Soto-Pinto, L., Y. Romero A., J. Caballero-Nieto and G. Segura W. 2001. Woddy plant diversity and structure of shade-grown-coffee plantations in Northern Chiapas, México. *International Journal of Tropical Biology And Conservation* 49 (3-4): 977-987.

- Soto-Pinto, L., M. Anzueto, J. Mendoza, G. Jimenez F. and B. de Jong. 2010. Carbon sequestration through agroforestry in indigenous communities of Chiapas, Mexico. *Agroforest Syst* 78: 39-51.
- Stiling, P. 1999. *Ecology; Theories and Applications*. 3rd edition. Prentice Hall. New Jersey, USA. 840 p.
- SSSA. 2001. Carbon Sequestration: Position of the Soil Science Society of America. Soil Science Society of America Ad Hoc Committee S983. Madison, WI.
- SSSA. 2014. Energy Title Recommendations for 2007 Farm Bill. Soil Carbon: Our Natural Capital. American Society of Agronomy. Crop Science Society of America. Soil Science Society of America.
- Tinoco R., J. A. 2010. Ordenamiento agroforestal y evaluación de servicios ambientales: estrategias para la mitigación y adaptación al cambio climático en el sureste mexicano. Tesis de Maestría. Maestría en Ciencias en Agroforestería para el desarrollo sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. México. 140 p.
- Vega-López, E. 2009. Importancia económica de las Áreas Naturales Protegidas como sumideros de carbono en México. *Economía informa* 360: 114-120.
- Villavicencio-Enríquez, L. y J. I. Valdez-Hernández. 2003. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México.

8. ANEXOS

ANEXO 1. Formato de toma de datos en el CRUO.

Fecha: _____

Formato de toma de datos CRUO

Sitio No.: _____ Coordenadas: _____, _____ Altitud: _____ msnm

Uso de suelo: _____ Pendiente: _____ Orientación: _____

Medición del estrato arbóreo y arbustivo

No.	Especie	DN		% de cobertura	Estado	
		1.30 m	0.15 m		Vivo	Muerto
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						

Leñosas: _____ cuadrante

ANEXO 2. Peso seco del suelo e impurezas.

UM	Profundidad (cm)	Peso seco (g)				Suelo neto
		Suelo	Raíces	Carboncillos	Piedras	
CLEN-1	0-15	98.14	0.56	0.08	0.00	97.50
CLEN-1	15-30	98.94	0.30	0.15	0.00	98.49
CLEN-1	30-45	115.37	0.09	0.02	0.00	115.26
CLEN-2	0-15	148.50	0.36	0.02	0.00	148.12
CLEN-2	15-30	150.87	0.15	0.01	0.00	150.71
CLEN-2	30-45	217.76	0.03	0.01	0.00	217.72
CLEN-3	0-15	126.15	0.40	0.04	0.00	125.71
CLEN-3	15-30	151.64	0.40	0.17	0.00	151.07
CLEN-3	30-45	177.46	0.21	0.05	0.00	177.20
CLN-1	0-15	142.79	1.24	0.00	0.00	141.55
CLN-1	15-30	175.57	0.07	0.00	0.00	175.50
CLN-1	30-45	240.47	0.07	0.00	0.00	240.40
CLN-2	0-15	134.35	0.09	0.36	0.00	133.90
CLN-2	15-30	89.98	0.14	0.04	0.00	89.80
CLN-2	30-45	118.95	0.36	0.10	0.00	118.49
CLN-3	0-15	134.69	0.48	0.00	0.00	134.21
CLN-3	15-30	134.21	0.09	0.00	0.00	134.12
CLN-3	30-45	185.72	0.16	0.06	0.00	185.50
CLE-1	0-15	84.75	0.24	0.00	0.00	84.51
CLE-1	15-30	90.77	0.43	0.04	0.00	90.30
CLE-1	30-45	121.07	0.13	0.01	0.00	120.93
CLE-2	0-15	152.99	0.26	0.00	0.00	152.73
CLE-2	15-30	178.93	0.11	0.00	3.97	174.85
CLE-2	30-45	178.45	0.12	0.01	0.00	178.32
CLE-3	0-15	100.53	0.46	0.03	0.00	100.04
CLE-3	15-30	109.12	0.33	0.03	0.00	108.76
CLE-3	30-45	101.22	0.52	0.04	0.00	100.66
CPA-1	0-15	98.04	0.32	0.00	0.00	97.72
CPA-1	15-30	88.65	0.09	0.00	0.00	88.56
CPA-1	30-45	109.20	0.13	0.01	0.00	109.06
CPA-2	0-15	124.31	0.34	0.00	0.00	123.97
CPA-2	15-30	120.49	0.17	0.00	0.00	120.32
CPA-2	30-45	155.13	0.14	0.00	0.00	154.99
CPA-3	0-15	178.04	0.26	0.00	0.00	177.78
CPA-3	15-30	184.28	0.17	0.00	0.00	184.11
CPA-3	30-45	117.34	0.11	0.02	0.00	117.21

ANEXO 2. Peso seco del suelo e impurezas. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	Peso seco (g)				Suelo neto
		Suelo	Raíces	Carboncillos	Piedras	
SLEN-1	0-15	165.75	0.75	0.00	0.00	165.00
SLEN-1	15-30	194.88	0.15	0.02	0.00	194.71
SLEN-1	30-45	236.74	0.14	0.07	0.00	236.53
SLEN-2	0-15	160.42	1.03	0.00	0.00	159.39
SLEN-2	15-30	185.44	0.34	0.00	0.00	185.10
SLEN-2	30-45	230.14	0.67	0.02	0.00	229.45
SLEN-3	0-15	166.45	0.11	0.00	0.00	166.34
SLEN-3	15-30	187.73	0.16	0.11	0.00	187.46
SLEN-3	30-45	242.44	0.44	0.00	0.00	242.00
SLN-1	0-15	174.06	0.52	0.00	0.00	173.54
SLN-1	15-30	189.03	0.21	0.00	0.00	188.82
SLN-1	30-45	194.29	0.17	0.00	0.00	194.12
SLN-2	0-15	138.56	0.15	0.02	0.00	138.39
SLN-2	15-30	141.62	0.12	0.01	0.00	141.49
SLN-2	30-45	180.00	0.03	0.00	0.00	179.97
SLN-3	0-15	93.78	0.44	0.03	0.00	93.31
SLN-3	15-30	105.88	0.27	0.11	0.00	105.50
SLN-3	30-45	124.17	0.18	0.01	0.00	123.98
BNC-1	0-15	84.18	0.65	0.00	0.00	83.53
BNC-1	15-30	94.95	0.59	0.06	0.00	94.30
BNC-1	30-45	101.63	0.22	0.00	0.00	101.41
BNC-2	0-15	69.99	0.23	0.03	0.00	69.73
BNC-2	15-30	77.69	0.58	0.32	0.00	76.79
BNC-2	30-45	63.72	0.15	0.02	0.00	63.55
BNC-3	0-15	123.94	0.26	0.02	0.00	123.66
BNC-3	15-30	142.22	0.52	0.00	0.00	141.70
BNC-3	30-45	211.76	0.28	0.00	0.00	211.48
BNL-1	0-15	131.48	0.54	0.02	0.00	130.92
BNL-1	15-30	151.14	0.17	0.00	0.00	150.97
BNL-1	30-45	87.82	0.32	0.00	0.00	87.50
BNL-2	0-15	136.33	1.05	0.00	0.00	135.28
BNL-2	15-30	152.27	0.12	0.00	0.00	152.15
BNL-2	30-45	190.11	0.09	0.00	0.00	190.02
BNL-3	0-15	151.13	0.39	0.00	0.00	150.74
BNL-3	15-30	184.77	0.12	0.02	0.00	184.63
BNL-3	30-45	260.31	0.09	0.00	0.00	260.22
PLEN-1	0-15	180.99	0.30	0.00	0.00	180.69

ANEXO 2. Peso seco del suelo e impurezas. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	Peso seco (g)				Suelo neto
		Suelo	Raíces	Carboncillos	Piedras	
PLEN-1	15-30	190.73	0.11	0.00	0.00	190.62
PLEN-1	30-45	233.83	0.08	0.00	0.00	233.75
PLEN-2	0-15	159.35	0.20	0.00	0.00	159.15
PLEN-2	15-30	223.18	0.10	0.00	63.10	159.98
PLEN-2	30-45	159.92	0.00	0.00	20.34	139.58
PLEN-3	0-15	169.66	0.17	0.00	3.87	165.62
PLEN-3	15-30	171.90	0.14	0.00	0.00	171.76
PLEN-3	30-45	253.81	0.12	0.00	0.00	253.69
PLN-1	0-15	177.75	0.61	0.00	0.00	177.14
PLN-1	15-30	177.27	0.18	0.00	0.00	177.09
PLN-1	30-45	227.00	0.19	0.00	0.00	226.81
PLN-2	0-15	125.08	0.58	0.01	0.00	124.49
PLN-2	15-30	135.32	0.28	0.09	0.00	134.95
PLN-2	30-45	138.36	0.19	0.01	0.00	138.16
PLN-3	0-15	124.82	1.45	0.00	0.00	123.37
PLN-3	15-30	152.50	0.20	0.00	0.00	152.30
PLN-3	30-45	229.14	0.13	0.02	0.00	228.99
PLE-1	0-15	154.05	0.42	0.00	0.00	153.63
PLE-1	15-30	155.79	0.27	0.00	0.00	155.52
PLE-1	30-45	204.62	0.15	0.00	0.00	204.47
PLE-2	0-15	168.77	1.10	0.00	0.00	167.67
PLE-2	15-30	166.25	0.25	0.00	0.00	166.00
PLE-2	30-45	212.34	0.43	0.00	0.00	211.91
PLE-3	0-15	157.90	0.36	0.00	0.00	157.54
PLE-3	15-30	169.37	0.16	0.00	0.00	169.21
PLE-3	30-45	206.88	0.16	0.00	0.00	206.72
PLS-1	0-15	168.14	0.71	0.44	0.00	166.99
PLS-1	15-30	163.23	0.19	0.00	0.00	163.04
PLS-1	30-45	260.16	0.14	0.00	0.00	260.02
PLS-2	0-15	112.09	0.54	0.00	0.00	111.55
PLS-2	15-30	103.56	0.28	0.00	0.00	103.28
PLS-2	30-45	124.03	0.24	0.00	0.00	123.79
PLS-3	0-15	136.88	0.69	0.00	0.00	136.19
PLS-3	15-30	119.05	0.28	0.00	0.00	118.77
PLS-3	30-45	136.79	0.15	0.00	0.00	136.64
PPA-1	0-15	163.49	0.18	0.00	0.00	163.31
PPA-1	15-30	120.28	0.45	0.12	0.00	119.71
PPA-1	30-45	149.02	0.34	0.22	0.00	148.46
PPA-2	0-15	172.24	0.22	0.00	0.00	172.02
PPA-2	15-30	178.64	0.16	0.00	0.00	178.48

ANEXO 2. Peso seco del suelo e impurezas. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	Peso seco (g)				
		Suelo	Raíces	Carboncillos	Piedras	Suelo neto
PPA-2	30-45	229.93	0.15	0.00	0.00	229.78
PPA-3	0-15	141.46	0.08	0.00	0.00	141.38
PPA-3	15-30	150.82	0.02	0.02	0.00	150.78
PPA-3	30-45	157.09	0.06	0.01	0.00	157.02
PPF-1	0-15	156.08	0.30	0.00	0.00	155.78
PPF-1	15-30	181.92	0.12	0.00	0.00	181.80
PPF-1	30-45	239.03	0.11	0.00	0.00	238.92
PPF-2	0-15	131.22	0.91	0.00	0.00	130.31
PPF-2	15-30	96.22	0.23	0.00	0.00	95.99
PPF-2	30-45	115.86	0.11	0.00	0.00	115.75
PPF-3	0-15	161.84	0.31	0.00	0.00	161.53
PPF-3	15-30	183.24	0.16	0.00	0.00	183.08
PPF-3	30-45	230.46	0.19	0.00	0.00	230.27

ANEXO 3. Volumen del suelo e impurezas.

UM	Profundidad (cm)	Volumen (cm ³)				
		Suelo	Raíces	Carboncillos	Piedras	Suelo neto
CLEN-1	0-15	193.39	1.87	0.33	0.00	191.19
CLEN-1	15-30	193.39	1.00	0.63	0.00	191.76
CLEN-1	30-45	257.85	0.30	0.08	0.00	257.47
CLEN-2	0-15	193.39	1.20	0.08	0.00	192.11
CLEN-2	15-30	193.39	0.50	0.04	0.00	192.85
CLEN-2	30-45	257.85	0.10	0.04	0.00	257.71
CLEN-3	0-15	193.39	1.33	0.17	0.00	191.89
CLEN-3	15-30	193.39	1.33	0.71	0.00	191.35
CLEN-3	30-45	257.85	0.70	0.21	0.00	256.94
CLN-1	0-15	193.39	4.13	0.00	0.00	189.26
CLN-1	15-30	193.39	0.23	0.00	0.00	193.16
CLN-1	30-45	257.85	0.23	0.00	0.00	257.62
CLN-2	0-15	193.39	0.30	1.50	0.00	191.59
CLN-2	15-30	128.93	0.47	0.17	0.00	128.29
CLN-2	30-45	193.39	1.20	0.42	0.00	191.77
CLN-3	0-15	193.39	1.60	0.00	0.00	191.79
CLN-3	15-30	193.39	0.30	0.00	0.00	193.09
CLN-3	30-45	257.85	0.53	0.25	0.00	257.07
CLE-1	0-15	193.39	0.80	0.00	0.00	192.59
CLE-1	15-30	193.39	1.43	0.17	0.00	191.79
CLE-1	30-45	257.85	0.43	0.04	0.00	257.38
CLE-2	0-15	193.39	0.87	0.00	0.00	192.52
CLE-2	15-30	193.39	0.37	0.00	1.50	191.52
CLE-2	30-45	193.39	0.40	0.04	0.00	192.95
CLE-3	0-15	193.39	1.53	0.13	0.00	191.73
CLE-3	15-30	193.39	1.10	0.13	0.00	192.16
CLE-3	30-45	193.39	1.73	0.17	0.00	191.49
CPA-1	0-15	193.39	1.07	0.00	0.00	192.32
CPA-1	15-30	193.39	0.30	0.00	0.00	193.09
CPA-1	30-45	193.39	0.43	0.04	0.00	192.92
CPA-2	0-15	193.39	1.13	0.00	0.00	192.26
CPA-2	15-30	193.39	0.57	0.00	0.00	192.82
CPA-2	30-45	257.85	0.47	0.00	0.00	257.38
CPA-3	0-15	193.39	0.87	0.00	0.00	192.52
CPA-3	15-30	193.39	0.57	0.00	0.00	192.82
CPA-3	30-45	128.93	0.37	0.08	0.00	128.48
SLEN-1	0-15	193.39	2.50	0.00	0.00	190.89
SLEN-1	15-30	193.39	0.50	0.08	0.00	192.81
SLEN-1	30-45	257.85	0.47	0.29	0.00	257.09
SLEN-2	0-15	193.39	3.43	0.00	0.00	189.96

ANEXO 3. Volumen del suelo e impurezas. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	Volumen (cm ³)				Suelo neto
		Suelo	Raíces	Carboncillos	Piedras	
SLN-2	15-30	193.39	1.13	0.00	0.00	192.26
SLN-2	30-45	257.85	2.23	0.08	0.00	255.54
SLN-3	0-15	193.39	0.37	0.00	0.00	193.02
SLN-3	15-30	193.39	0.53	0.46	0.00	192.40
SLN-3	30-45	257.85	1.47	0.00	0.00	256.38
SLN-1	0-15	193.39	1.73	0.00	0.00	191.66
SLN-1	15-30	193.39	0.70	0.00	0.00	192.69
SLN-1	30-45	193.39	0.57	0.00	0.00	192.82
SLN-2	0-15	193.39	0.50	0.08	0.00	192.81
SLN-2	15-30	193.39	0.40	0.04	0.00	192.95
SLN-2	30-45	193.39	0.10	0.00	0.00	193.29
SLN-3	0-15	193.39	1.47	0.13	0.00	191.79
SLN-3	15-30	193.39	0.90	0.46	0.00	192.03
SLN-3	30-45	257.85	0.60	0.04	0.00	257.21
BNC-1	0-15	193.39	2.17	0.00	0.00	191.22
BNC-1	15-30	193.39	1.97	0.25	0.00	191.17
BNC-1	30-45	193.39	0.73	0.00	0.00	192.66
BNC-2	0-15	193.39	0.77	0.13	0.00	192.49
BNC-2	15-30	193.39	1.93	1.33	0.00	190.13
BNC-2	30-45	128.93	0.50	0.08	0.00	128.35
BNC-3	0-15	193.39	0.87	0.08	0.00	192.44
BNC-3	15-30	193.39	1.73	0.00	0.00	191.66
BNC-3	30-45	257.85	0.93	0.00	0.00	256.92
BNL-1	0-15	193.39	1.80	0.08	0.00	191.51
BNL-1	15-30	193.39	0.57	0.00	0.00	192.82
BNL-1	30-45	128.93	1.07	0.00	0.00	127.86
BNL-2	0-15	193.39	3.50	0.00	0.00	189.89
BNL-2	15-30	193.39	0.40	0.00	0.00	192.99
BNL-2	30-45	257.85	0.30	0.00	0.00	257.55
BNL-3	0-15	193.39	1.30	0.00	0.00	192.09
BNL-3	15-30	193.39	0.40	0.08	0.00	192.91
BNL-3	30-45	257.85	0.30	0.00	0.00	257.55
PLEN-1	0-15	193.39	1.00	0.00	0.00	192.39
PLEN-1	15-30	193.39	0.37	0.00	0.00	193.02
PLEN-1	30-45	257.85	0.27	0.00	0.00	257.58
PLEN-2	0-15	193.39	0.67	0.00	0.00	192.72
PLEN-2	15-30	193.39	0.33	0.00	23.81	169.25
PLEN-2	30-45	128.93	0.00	0.00	7.68	121.25
PLEN-3	0-15	193.39	0.57	0.00	1.46	191.36
PLEN-3	15-30	193.39	0.47	0.00	0.00	192.92

ANEXO 3. Volumen del suelo e impurezas. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	Volumen (cm ³)				Suelo neto
		Suelo	Raíces	Carboncillos	Piedras	
PLEN-3	30-45	257.85	0.40	0.00	0.00	257.45
PLN-1	0-15	193.39	2.03	0.00	0.00	191.36
PLN-1	15-30	193.39	0.60	0.00	0.00	192.79
PLN-1	30-45	257.85	0.63	0.00	0.00	257.22
PLN-2	0-15	193.39	1.93	0.04	0.00	191.42
PLN-2	15-30	193.39	0.93	0.38	0.00	192.08
PLN-2	30-45	193.39	0.63	0.04	0.00	192.72
PLN-3	0-15	193.39	4.83	0.00	0.00	188.56
PLN-3	15-30	193.39	0.67	0.00	0.00	192.72
PLN-3	30-45	257.85	0.43	0.08	0.00	257.34
PLE-1	0-15	193.39	1.40	0.00	0.00	191.99
PLE-1	15-30	193.39	0.90	0.00	0.00	192.49
PLE-1	30-45	257.85	0.50	0.00	0.00	257.35
PLE-2	0-15	193.39	3.67	0.00	0.00	189.72
PLE-2	15-30	193.39	0.83	0.00	0.00	192.56
PLE-2	30-45	257.85	1.43	0.00	0.00	256.42
PLE-3	0-15	193.39	1.20	0.00	0.00	192.19
PLE-3	15-30	193.39	0.53	0.00	0.00	192.86
PLE-3	30-45	257.85	0.53	0.00	0.00	257.32
PLS-1	0-15	193.39	2.37	1.83	0.00	189.19
PLS-1	15-30	193.39	0.63	0.00	0.00	192.76
PLS-1	30-45	257.85	0.47	0.00	0.00	257.38
PLS-2	0-15	193.39	1.80	0.00	0.00	191.59
PLS-2	15-30	193.39	0.93	0.00	0.00	192.46
PLS-2	30-45	257.85	0.80	0.00	0.00	257.05
PLS-3	0-15	193.39	2.30	0.00	0.00	191.09
PLS-3	15-30	193.39	0.93	0.00	0.00	192.46
PLS-3	30-45	193.39	0.50	0.00	0.00	192.89
PPA-1	0-15	193.39	0.60	0.00	0.00	192.79
PPA-1	15-30	193.39	1.50	0.50	0.00	191.39
PPA-1	30-45	257.85	1.13	0.92	0.00	255.80
PPA-2	0-15	193.39	0.73	0.00	0.00	192.66
PPA-2	15-30	193.39	0.53	0.00	0.00	192.86
PPA-2	30-45	257.85	0.50	0.00	0.00	257.35
PPA-3	0-15	193.39	0.27	0.00	0.00	193.12
PPA-3	15-30	193.39	0.07	0.08	0.00	193.24
PPA-3	30-45	193.39	0.20	0.04	0.00	193.15
PPF-1	0-15	193.39	1.00	0.00	0.00	192.39
PPF-1	15-30	193.39	0.40	0.00	0.00	192.99
PPF-1	30-45	257.85	0.37	0.00	0.00	257.48

ANEXO 3. Volumen del suelo e impurezas. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	Volumen (cm ³)				
		Suelo	Raíces	Carboncillos	Piedras	Suelo neto
PPF-2	0-15	193.39	3.03	0.00	0.00	190.36
PPF-2	15-30	193.39	0.77	0.00	0.00	192.62
PPF-2	30-45	257.85	0.37	0.00	0.00	257.48
PPF-3	0-15	193.39	1.03	0.00	0.00	192.36
PPF-3	15-30	193.39	0.53	0.00	0.00	192.86
PPF-3	30-45	257.85	0.63	0.00	0.00	257.22

ANEXO 4. Densidad aparente del suelo sin impurezas.

UM	Profundidad (cm)	Suelo sin impurezas		
		Peso seco (g)	Volumen (cm ³)	Densidad aparente (g cm ⁻³)
CLEN-1	0-15	97.50	191.19	0.51
CLEN-1	15-30	98.49	191.76	0.51
CLEN-1	30-45	115.26	257.47	0.45
CLEN-2	0-15	148.12	192.11	0.77
CLEN-2	15-30	150.71	192.85	0.78
CLEN-2	30-45	217.72	257.71	0.84
CLEN-3	0-15	125.71	191.89	0.66
CLEN-3	15-30	151.07	191.35	0.79
CLEN-3	30-45	177.20	256.94	0.69
CLN-1	0-15	141.55	189.26	0.75
CLN-1	15-30	175.50	193.16	0.91
CLN-1	30-45	240.40	257.62	0.93
CLN-2	0-15	133.90	191.59	0.70
CLN-2	15-30	89.80	128.29	0.70
CLN-2	30-45	118.49	191.77	0.62
CLN-3	0-15	134.21	191.79	0.70
CLN-3	15-30	134.12	193.09	0.69
CLN-3	30-45	185.50	257.07	0.72
CLE-1	0-15	84.51	192.59	0.44
CLE-1	15-30	90.30	191.79	0.47
CLE-1	30-45	120.93	257.38	0.47
CLE-2	0-15	152.73	192.52	0.79
CLE-2	15-30	174.85	191.52	0.91
CLE-2	30-45	178.32	192.95	0.92
CLE-3	0-15	100.04	191.73	0.52
CLE-3	15-30	108.76	192.16	0.57
CLE-3	30-45	100.66	191.49	0.53
CPA-1	0-15	97.72	192.32	0.51
CPA-1	15-30	88.56	193.09	0.46
CPA-1	30-45	109.06	192.92	0.57
CPA-2	0-15	123.97	192.26	0.64
CPA-2	15-30	120.32	192.82	0.62
CPA-2	30-45	154.99	257.38	0.60
CPA-3	0-15	177.78	192.52	0.92
CPA-3	15-30	184.11	192.82	0.95
CPA-3	30-45	117.21	128.48	0.91
SLEN-1	0-15	165.00	190.89	0.86
SLEN-1	15-30	194.71	192.81	1.01
SLEN-1	30-45	236.53	257.09	0.92
SLEN-2	0-15	159.39	189.96	0.84

ANEXO 4. Densidad aparente del suelo sin impurezas. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	Suelo sin impurezas		
		Peso seco (g)	Volumen (cm ³)	Densidad aparente (g cm ⁻³)
SLN-2	15-30	185.10	192.26	0.96
SLN-2	30-45	229.45	255.54	0.90
SLN-3	0-15	166.34	193.02	0.86
SLN-3	15-30	187.46	192.40	0.97
SLN-3	30-45	242.00	256.38	0.94
SLN-1	0-15	173.54	191.66	0.91
SLN-1	15-30	188.82	192.69	0.98
SLN-1	30-45	194.12	192.82	1.01
SLN-2	0-15	138.39	192.81	0.72
SLN-2	15-30	141.49	192.95	0.73
SLN-2	30-45	179.97	193.29	0.93
SLN-3	0-15	93.31	191.79	0.49
SLN-3	15-30	105.50	192.03	0.55
SLN-3	30-45	123.98	257.21	0.48
BNC-1	0-15	83.53	191.22	0.44
BNC-1	15-30	94.30	191.17	0.49
BNC-1	30-45	101.41	192.66	0.53
BNC-2	0-15	69.73	192.49	0.36
BNC-2	15-30	76.79	190.13	0.40
BNC-2	30-45	63.55	128.35	0.50
BNC-3	0-15	123.66	192.44	0.64
BNC-3	15-30	141.70	191.66	0.74
BNC-3	30-45	211.48	256.92	0.82
BNL-1	0-15	130.92	191.51	0.68
BNL-1	15-30	150.97	192.82	0.78
BNL-1	30-45	87.50	127.86	0.68
BNL-2	0-15	135.28	189.89	0.71
BNL-2	15-30	152.15	192.99	0.79
BNL-2	30-45	190.02	257.55	0.74
BNL-3	0-15	150.74	192.09	0.78
BNL-3	15-30	184.63	192.91	0.96
BNL-3	30-45	260.22	257.55	1.01
PLEN-1	0-15	180.69	192.39	0.94
PLEN-1	15-30	190.62	193.02	0.99
PLEN-1	30-45	233.75	257.58	0.91
PLEN-2	0-15	159.15	192.72	0.83
PLEN-2	15-30	159.98	169.25	0.95
PLEN-2	30-45	139.58	121.25	1.15
PLEN-3	0-15	165.62	191.36	0.87
PLEN-3	15-30	171.76	192.92	0.89

ANEXO 4. Densidad aparente del suelo sin impurezas. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	Suelo sin impurezas		
		Peso seco (g)	Volumen (cm ³)	Densidad aparente (g cm ⁻³)
PLEN-3	30-45	253.69	257.45	0.99
PLN-1	0-15	177.14	191.36	0.93
PLN-1	15-30	177.09	192.79	0.92
PLN-1	30-45	226.81	257.22	0.88
PLN-2	0-15	124.49	191.42	0.65
PLN-2	15-30	134.95	192.08	0.70
PLN-2	30-45	138.16	192.72	0.72
PLN-3	0-15	123.37	188.56	0.65
PLN-3	15-30	152.30	192.72	0.79
PLN-3	30-45	228.99	257.34	0.89
PLE-1	0-15	153.63	191.99	0.80
PLE-1	15-30	155.52	192.49	0.81
PLE-1	30-45	204.47	257.35	0.79
PLE-2	0-15	167.67	189.72	0.88
PLE-2	15-30	166.00	192.56	0.86
PLE-2	30-45	211.91	256.42	0.83
PLE-3	0-15	157.54	192.19	0.82
PLE-3	15-30	169.21	192.86	0.88
PLE-3	30-45	206.72	257.32	0.80
PLS-1	0-15	166.99	189.19	0.88
PLS-1	15-30	163.04	192.76	0.85
PLS-1	30-45	260.02	257.38	1.01
PLS-2	0-15	111.55	191.59	0.58
PLS-2	15-30	103.28	192.46	0.54
PLS-2	30-45	123.79	257.05	0.48
PLS-3	0-15	136.19	191.09	0.71
PLS-3	15-30	118.77	192.46	0.62
PLS-3	30-45	136.64	192.89	0.71
PPA-1	0-15	163.31	192.79	0.85
PPA-1	15-30	119.71	191.39	0.63
PPA-1	30-45	148.46	255.80	0.58
PPA-2	0-15	172.02	192.66	0.89
PPA-2	15-30	178.48	192.86	0.93
PPA-2	30-45	229.78	257.35	0.89
PPA-3	0-15	141.38	193.12	0.73
PPA-3	15-30	150.78	193.24	0.78
PPA-3	30-45	157.02	193.15	0.81
PPF-1	0-15	155.78	192.39	0.81
PPF-1	15-30	181.80	192.99	0.94
PPF-1	30-45	238.92	257.48	0.93

ANEXO 4. Densidad aparente del suelo sin impurezas. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	Suelo sin impurezas		
		Peso seco (g)	Volumen (cm ³)	Densidad aparente (g cm ⁻³)
PPF-2	0-15	130.31	190.36	0.68
PPF-2	15-30	95.99	192.62	0.50
PPF-2	30-45	115.75	257.48	0.45
PPF-3	0-15	161.53	192.36	0.84
PPF-3	15-30	183.08	192.86	0.95
PPF-3	30-45	230.27	257.22	0.90

ANEXO 5. Porcentaje de Carbono Orgánico del Suelo por Walkley & Black.

UM	Profundidad (cm)	FeSO ₄ (mL)		Peso de la muestra empleada (g)	% C Orgánico
		Tratamiento	Testigo		
CLEN-1	0-15	2.00	10.50	0.50	5.97
CLEN-1	15-30	2.30	10.45	0.50	5.72
CLEN-1	30-45	6.30	10.50	0.50	2.95
CLEN-2	0-15	6.20	10.50	0.50	3.02
CLEN-2	15-30	6.60	10.50	0.50	2.74
CLEN-2	30-45	8.25	10.50	0.50	1.58
CLEN-3	0-15	3.80	10.50	0.50	4.70
CLEN-3	15-30	6.65	10.50	0.50	2.70
CLEN-3	30-45	7.20	10.50	0.50	2.32
CLN-1	0-15	6.40	10.80	0.50	3.09
CLN-1	15-30	7.80	10.80	0.50	2.11
CLN-1	30-45	8.10	10.80	0.50	1.90
CLN-2	0-15	2.80	10.50	0.50	5.41
CLN-2	15-30	4.40	10.50	0.50	4.28
CLN-2	30-45	5.10	10.50	0.50	3.79
CLN-3	0-15	4.40	10.70	0.50	4.42
CLN-3	15-30	4.70	10.70	0.50	4.21
CLN-3	30-45	5.90	10.70	0.50	3.37
CLE-1	0-15	6.10	10.45	0.25	6.11
CLE-1	15-30	5.70	10.45	0.25	6.67
CLE-1	30-45	3.85	10.30	0.50	4.53
CLE-2	0-15	5.75	10.50	0.50	3.33
CLE-2	15-30	6.90	10.50	0.50	2.53
CLE-2	30-45	7.40	10.50	0.50	2.18
CLE-3	0-15	5.40	10.45	0.25	7.09
CLE-3	15-30	3.70	10.70	0.50	4.91
CLE-3	30-45	5.40	10.70	0.50	3.72
CPA-1	0-15	3.55	10.45	0.25	9.69
CPA-1	15-30	5.75	10.45	0.25	6.60
CPA-1	30-45	3.90	10.30	0.50	4.49
CPA-2	0-15	4.90	10.45	0.25	7.79
CPA-2	15-30	3.50	10.70	0.50	5.05
CPA-2	30-45	4.80	10.70	0.50	4.14
CPA-3	0-15	6.60	12.00	0.50	3.79
CPA-3	15-30	7.60	12.00	0.50	3.09
CPA-3	30-45	7.60	12.00	0.50	3.09
SLEN-1	0-15	5.40	10.80	0.50	3.79
SLEN-1	15-30	7.90	10.80	0.50	2.04
SLEN-1	30-45	8.30	10.80	0.50	1.76
SLEN-2	0-15	6.10	10.80	0.50	3.30

ANEXO 5. Porcentaje de Carbono Orgánico del Suelo por Walkley & Black. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	FeSO ₄ (mL)		Peso de la muestra empleada (g)	% C Orgánico
		Tratamiento	Testigo		
SLN-2	15-30	8.00	10.80	0.50	1.97
SLN-2	30-45	8.20	10.80	0.50	1.83
SLN-3	0-15	6.00	12.00	0.50	4.21
SLN-3	15-30	8.00	12.00	0.50	2.81
SLN-3	30-45	10.00	12.00	0.50	1.40
SLN-1	0-15	5.40	10.70	0.50	3.72
SLN-1	15-30	8.20	10.70	0.50	1.76
SLN-1	30-45	8.80	10.70	0.50	1.33
SLN-2	0-15	4.20	12.00	0.50	5.48
SLN-2	15-30	6.00	12.00	0.50	4.21
SLN-2	30-45	8.40	12.00	0.50	2.53
SLN-3	0-15	5.00	10.45	0.25	7.65
SLN-3	15-30	6.00	10.45	0.25	6.25
SLN-3	30-45	3.60	10.70	0.50	4.98
BNC-1	0-15	3.10	10.80	0.50	5.41
BNC-1	15-30	4.50	10.80	0.50	4.42
BNC-1	30-45	7.70	10.80	0.50	2.18
BNC-2	0-15	5.20	10.45	0.25	7.37
BNC-2	15-30	5.50	10.45	0.25	6.95
BNC-2	30-45	4.40	10.30	0.50	4.14
BNC-3	0-15	3.90	10.50	0.50	4.63
BNC-3	15-30	5.00	10.50	0.50	3.86
BNC-3	30-45	6.30	10.50	0.50	2.95
BNL-1	0-15	4.15	10.30	0.50	4.32
BNL-1	15-30	8.30	10.30	0.50	1.40
BNL-1	30-45	9.40	10.30	0.50	0.63
BNL-2	0-15	3.15	10.30	0.50	5.02
BNL-2	15-30	5.10	10.30	0.50	3.65
BNL-2	30-45	7.50	10.30	0.50	1.97
BNL-3	0-15	4.55	10.30	0.50	4.04
BNL-3	15-30	7.90	10.30	0.50	1.68
BNL-3	30-45	8.80	10.30	0.50	1.05
PLEN-1	0-15	5.40	10.70	0.50	3.72
PLEN-1	15-30	6.70	10.70	0.50	2.81
PLEN-1	30-45	7.40	10.70	0.50	2.32
PLEN-2	0-15	6.00	10.30	0.50	3.02
PLEN-2	15-30	8.60	10.30	0.50	1.19
PLEN-2	30-45	9.00	10.30	0.50	0.91
PLEN-3	0-15	5.50	10.30	0.50	3.37
PLEN-3	15-30	7.60	10.30	0.50	1.90

ANEXO 5. Porcentaje de Carbono Orgánico del Suelo por Walkley & Black. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	FeSO ₄ (mL)		Peso de la muestra empleada (g)	% C Orgánico
		Tratamiento	Testigo		
PLEN-3	30-45	7.90	10.30	0.50	1.68
PLN-1	0-15	4.60	10.50	0.50	4.14
PLN-1	15-30	6.80	10.50	0.50	2.60
PLN-1	30-45	7.40	10.50	0.50	2.18
PLN-2	0-15	5.75	10.45	0.25	6.60
PLN-2	15-30	5.30	10.50	0.50	3.65
PLN-2	30-45	5.65	10.50	0.50	3.40
PLN-3	0-15	2.30	10.70	0.50	5.90
PLN-3	15-30	5.10	10.70	0.50	3.93
PLN-3	30-45	6.00	10.70	0.50	3.30
PLE-1	0-15	4.10	10.30	0.50	4.35
PLE-1	15-30	5.10	10.30	0.50	3.65
PLE-1	30-45	5.40	10.30	0.50	3.44
PLE-2	0-15	5.30	10.80	0.50	3.86
PLE-2	15-30	6.40	10.80	0.50	3.09
PLE-2	30-45	7.10	10.80	0.50	2.60
PLE-3	0-15	4.20	10.30	0.50	4.28
PLE-3	15-30	5.80	10.30	0.50	3.16
PLE-3	30-45	6.60	10.30	0.50	2.60
PLS-1	0-15	2.00	10.45	0.50	5.93
PLS-1	15-30	5.70	10.70	0.50	3.51
PLS-1	30-45	8.30	10.70	0.50	1.68
PLS-2	0-15	4.55	10.45	0.25	8.28
PLS-2	15-30	4.85	10.50	0.50	3.97
PLS-2	30-45	7.10	10.50	0.50	2.39
PLS-3	0-15	3.20	10.30	0.50	4.98
PLS-3	15-30	7.15	10.30	0.50	2.21
PLS-3	30-45	8.70	10.30	0.50	1.12
PPA-1	0-15	3.00	10.70	0.50	5.41
PPA-1	15-30	6.10	10.45	0.25	6.11
PPA-1	30-45	3.60	10.70	0.50	4.98
PPA-2	0-15	4.80	10.30	0.50	3.86
PPA-2	15-30	5.90	10.30	0.50	3.09
PPA-2	30-45	6.40	10.30	0.50	2.74
PPA-3	0-15	6.40	12.00	0.50	3.93
PPA-3	15-30	7.10	12.00	0.50	3.44
PPA-3	30-45	9.10	12.00	0.50	2.04
PPF-1	0-15	4.80	10.70	0.50	4.14
PPF-1	15-30	6.90	10.70	0.50	2.67
PPF-1	30-45	7.20	10.70	0.50	2.46

ANEXO 5. Porcentaje de Carbono Orgánico del Suelo por Walkley & Black. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	FeSO ₄ (mL)		Peso de la muestra empleada (g)	% C Orgánico
		Tratamiento	Testigo		
PPF-2	0-15	0.80	10.30	0.50	6.67
PPF-2	15-30	5.70	10.30	0.50	3.23
PPF-2	30-45	8.30	10.30	0.50	1.40
PPF-3	0-15	3.80	10.30	0.50	4.56
PPF-3	15-30	5.50	10.30	0.50	3.37
PPF-3	30-45	7.20	10.30	0.50	2.18

ANEXO 6. Contenido de Carbono Orgánico del Suelo.

UM	Profundidad (cm)	Densidad aparente (g cm ⁻³)	% C Orgánico	Contenido de Carbono Orgánico (Mg ha ⁻¹)
CLEN-1	0-15	0.51	5.97	45.67
CLEN-1	15-30	0.51	5.72	43.76
CLEN-1	30-45	0.45	2.95	19.91
CLEN-2	0-15	0.77	3.02	34.88
CLEN-2	15-30	0.78	2.74	32.06
CLEN-2	30-45	0.84	1.58	19.91
CLEN-3	0-15	0.66	4.70	46.53
CLEN-3	15-30	0.79	2.70	32.00
CLEN-3	30-45	0.69	2.32	24.01
CLN-1	0-15	0.75	3.09	34.76
CLN-1	15-30	0.91	2.11	28.80
CLN-1	30-45	0.93	1.90	26.51
CLN-2	0-15	0.70	5.41	56.81
CLN-2	15-30	0.70	4.28	44.94
CLN-2	30-45	0.62	3.79	35.25
CLN-3	0-15	0.70	4.42	46.41
CLN-3	15-30	0.69	4.21	43.57
CLN-3	30-45	0.72	3.37	36.40
CLE-1	0-15	0.44	6.11	40.33
CLE-1	15-30	0.47	6.67	47.02
CLE-1	30-45	0.47	4.53	31.94
CLE-2	0-15	0.79	3.33	39.46
CLE-2	15-30	0.91	2.53	34.53
CLE-2	30-45	0.92	2.18	30.08
CLE-3	0-15	0.52	7.09	55.30
CLE-3	15-30	0.57	4.91	41.98
CLE-3	30-45	0.53	3.72	29.57
CPA-1	0-15	0.51	9.69	74.13
CPA-1	15-30	0.46	6.60	45.54
CPA-1	30-45	0.57	4.49	38.39
CPA-2	0-15	0.64	7.79	74.78
CPA-2	15-30	0.62	5.05	46.97
CPA-2	30-45	0.60	4.14	37.26
CPA-3	0-15	0.92	3.79	52.30
CPA-3	15-30	0.95	3.09	44.03
CPA-3	30-45	0.91	3.09	42.18
SLEN-1	0-15	0.86	3.79	48.89
SLEN-1	15-30	1.01	2.04	30.91
SLEN-1	30-45	0.92	1.76	24.29
SLEN-2	0-15	0.84	3.30	41.58

ANEXO 6. Contenido de Carbono Orgánico del Suelo. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	Densidad aparente (g cm ⁻³)	% C Orgánico	Contenido de Carbono Orgánico (Mg ha ⁻¹)
SLN-2	15-30	0.96	1.97	28.37
SLN-2	30-45	0.90	1.83	24.71
SLN-3	0-15	0.86	4.21	54.31
SLN-3	15-30	0.97	2.81	40.89
SLN-3	30-45	0.94	1.40	19.74
SLN-1	0-15	0.91	3.72	50.78
SLN-1	15-30	0.98	1.76	25.87
SLN-1	30-45	1.01	1.33	20.15
SLN-2	0-15	0.72	5.48	59.18
SLN-2	15-30	0.73	4.21	46.10
SLN-2	30-45	0.93	2.53	35.29
SLN-3	0-15	0.49	7.65	56.23
SLN-3	15-30	0.55	6.25	51.56
SLN-3	30-45	0.48	4.98	35.86
BNC-1	0-15	0.44	5.41	35.71
BNC-1	15-30	0.49	4.42	32.49
BNC-1	30-45	0.53	2.18	17.33
BNC-2	0-15	0.36	7.37	39.80
BNC-2	15-30	0.40	6.95	41.70
BNC-2	30-45	0.50	4.14	31.05
BNC-3	0-15	0.64	4.63	44.45
BNC-3	15-30	0.74	3.86	42.85
BNC-3	30-45	0.82	2.95	36.29
BNL-1	0-15	0.68	4.32	44.06
BNL-1	15-30	0.78	1.40	16.38
BNL-1	30-45	0.68	0.63	6.43
BNL-2	0-15	0.71	5.02	53.46
BNL-2	15-30	0.79	3.65	43.25
BNL-2	30-45	0.74	1.97	21.87
BNL-3	0-15	0.78	4.04	47.27
BNL-3	15-30	0.96	1.68	24.19
BNL-3	30-45	1.01	1.05	15.91
PLEN-1	0-15	0.94	3.72	52.45
PLEN-1	15-30	0.99	2.81	41.73
PLEN-1	30-45	0.91	2.32	31.67
PLEN-2	0-15	0.83	3.02	37.60
PLEN-2	15-30	0.95	1.19	16.96
PLEN-2	30-45	1.15	0.91	15.70
PLEN-3	0-15	0.87	3.37	43.98
PLEN-3	15-30	0.89	1.90	25.37

ANEXO 6. Contenido de Carbono Orgánico del Suelo. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	Densidad aparente (g cm ⁻³)	% C Orgánico	Contenido de Carbono Orgánico (Mg ha ⁻¹)
PLEN-3	30-45	0.99	1.68	24.95
PLN-1	0-15	0.93	4.14	57.75
PLN-1	15-30	0.92	2.60	35.88
PLN-1	30-45	0.88	2.18	28.78
PLN-2	0-15	0.65	6.60	64.35
PLN-2	15-30	0.70	3.65	38.33
PLN-2	30-45	0.72	3.40	36.72
PLN-3	0-15	0.65	5.90	57.53
PLN-3	15-30	0.79	3.93	46.57
PLN-3	30-45	0.89	3.30	44.06
PLE-1	0-15	0.80	4.35	52.20
PLE-1	15-30	0.81	3.65	44.35
PLE-1	30-45	0.79	3.44	40.76
PLE-2	0-15	0.88	3.86	50.95
PLE-2	15-30	0.86	3.09	39.86
PLE-2	30-45	0.83	2.60	32.37
PLE-3	0-15	0.82	4.28	52.64
PLE-3	15-30	0.88	3.16	41.71
PLE-3	30-45	0.80	2.60	31.20
PLS-1	0-15	0.88	5.93	78.28
PLS-1	15-30	0.85	3.51	44.75
PLS-1	30-45	1.01	1.68	25.45
PLS-2	0-15	0.58	8.28	72.04
PLS-2	15-30	0.54	3.97	32.16
PLS-2	30-45	0.48	2.39	17.21
PLS-3	0-15	0.71	4.98	53.04
PLS-3	15-30	0.62	2.21	20.55
PLS-3	30-45	0.71	1.12	11.93
PPA-1	0-15	0.85	5.41	68.98
PPA-1	15-30	0.63	6.11	57.74
PPA-1	30-45	0.58	4.98	43.33
PPA-2	0-15	0.89	3.86	51.53
PPA-2	15-30	0.93	3.09	43.11
PPA-2	30-45	0.89	2.74	36.58
PPA-3	0-15	0.73	3.93	43.03
PPA-3	15-30	0.78	3.44	40.25
PPA-3	30-45	0.81	2.04	24.79
PPF-1	0-15	0.81	4.14	50.30
PPF-1	15-30	0.94	2.67	37.65
PPF-1	30-45	0.93	2.46	34.32

ANEXO 6. Contenido de Carbono Orgánico del Suelo. (Continuación)

UM	Profundidad (cm)	Densidad aparente (g cm ⁻³)	% C Orgánico	Contenido de Carbono Orgánico (Mg ha ⁻¹)
PPF-2	0-15	0.68	6.67	68.03
PPF-2	15-30	0.50	3.23	24.23
PPF-2	30-45	0.45	1.40	9.45
PPF-3	0-15	0.84	4.56	57.46
PPF-3	15-30	0.95	3.37	48.02
PPF-3	30-45	0.90	2.18	29.43

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles.

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
CLEN-1	CLEN-1	4.0	1	25.00	11.11	12.57	3.14	2.01	1	2.38	3.84	16.96
CLEN-1	Inga	10.5	1	25.00	11.11	86.59	21.65	13.88	8	19.05	30.77	55.76
CLEN-1	Chinene	10.5	5	125.00	55.56	86.59	73.78	47.29	6	14.29	23.08	125.93
CLEN-1	Chinene	9.5				70.88						
CLEN-1	Chinene	10.5				86.59						
CLEN-1	Chinene	4.0				12.57						
CLEN-1	Chinene	7.0				38.48						
CLEN-1	Grevillea	13.5	2	50.00	22.22	143.14	57.43	36.81	11	26.19	42.30	101.33
CLEN-1	Grevillea	10.5				86.59						
CLEN-2	Nogal	3.5	1	25.00	50	9.62	2.41	0.67	10	23.81	55.55	106.22
CLEN-2	Inga	42.5	1	25.00	50	1418.63	354.66	99.33	8	19.05	44.45	193.78
CLEN-3	Inga	51.0	2	50.00	18.18	2042.82	2208.93	83.88	8	19.05	28.57	130.63
CLEN-3	Inga	93.0				6792.91						
CLEN-3	Grevillea	16.0	7	175.00	63.64	201.06	413.76	15.71	11	26.19	39.28	118.63
CLEN-3	Grevillea	24.0				452.39						
CLEN-3	Grevillea	17.5				240.53						
CLEN-3	Grevillea	11.5				103.87						
CLEN-3	Grevillea	9.5				70.88						
CLEN-3	Grevillea	22.5				397.61						
CLEN-3	Grevillea	15.5				188.69						
CLEN-3	Higuerilla	5.5	1	25.00	9.09	23.76	5.94	0.23	7	16.67	25.00	34.32
CLEN-3	Sp. 4	5.0	1	25.00	9.09	19.63	4.91	0.19	2	4.76	7.14	16.42
CLN-1	Apomo	24.5	1	25.00	9.09	471.44	117.86	10.54	4	9.52	12.12	31.75
CLN-1	Inga	41.5	2	50.00	18.18	1352.65	481.30	43.05	8	19.05	24.25	85.48
CLN-1	Inga	27.0				572.56						
CLN-1	Nogal	14.5	2	50.00	18.18	165.13	101.42	9.07	10	23.81	30.30	57.55
CLN-1	Nogal	17.5				240.53						
CLN-1	Grevillea	21.5	6	150.00	54.55	363.05	417.39	37.33	11	26.19	33.33	125.21
CLN-1	Grevillea	23.0				415.48						
CLN-1	Grevillea	19.0				283.53						
CLN-1	Grevillea	20.5				330.06						
CLN-1	Grevillea	16.5				213.82						
CLN-1	Grevillea	9.0				63.62						
CLN-2	Aguacate	9.5	1	25.00	8.33	70.88	17.72	1.22	9	21.43	22.50	32.05
CLN-2	Capulín	33.5	1	25.00	8.33	881.41	220.35	15.14	4	9.52	10.00	33.47
CLN-2	Hoja peque	34.0	1	25.00	8.33	907.92	226.98	15.60	6	14.29	15.00	38.93
CLN-2	Liquidámbar	57.5	1	25.00	8.33	2596.72	649.18	44.61	4	9.52	10.00	62.94
CLN-2	Chinene	6.5	1	25.00	8.33	33.18	8.30	0.57	6	14.29	15.00	23.90
CLN-2	Grevillea	16.5	7	175.00	58.33	213.82	332.67	22.86	11	26.19	27.50	108.69
CLN-2	Grevillea	26.5				551.55						
CLN-2	Grevillea	12.5				122.72						
CLN-2	Grevillea	14.0				153.94						
CLN-2	Grevillea	12.5				122.72						
CLN-2	Grevillea	13.0				132.73						
CLN-2	Grevillea	6.5				33.18						

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
CLN-3	Capulín	40.0	1	25.00	10.00	1256.64	314.16	16.00	4	9.52	15.38	41.38
CLN-3	CLN-SP	65.0	1	25.00	10.00	3318.31	829.58	42.24	1	2.38	3.84	56.08
CLN-3	Nogal	5.0	2	50.00	20.00	19.63	457.30	23.29	10	23.81	38.47	81.76
CLN-3	Nogal	48.0				1809.56						
CLN-3	Grevillea	20.5	6	150.00	60.00	330.06	362.71	18.47	11	26.19	42.31	120.78
CLN-3	Grevillea	24.5				471.44						
CLN-3	Grevillea	12.5				122.72						
CLN-3	Grevillea	14.0				153.94						
CLN-3	Grevillea	11.5				103.87						
CLN-3	Grevillea	18.5				268.80						
CLE-1	Aguacate	8.5	1	25.00	6.67	56.75	14.19	1.86	9	21.43	18.37	26.90
CLE-1	Apomo	26.5	1	25.00	6.67	551.55	137.89	18.09	4	9.52	8.16	32.92
CLE-1	Fresno	9.5	1	25.00	6.67	70.88	17.72	2.33	3	7.14	6.12	15.12
CLE-1	Guayabillo	13.5	1	25.00	6.67	143.14	35.79	4.70	4	9.52	8.16	19.53
CLE-1	Higuerilla	17.5	2	50.00	13.33	240.53	65.04	8.53	7	16.67	14.29	36.15
CLE-1	Higuerilla	5.0				19.63						
CLE-1	Nogal	20.0	3	75.00	20.00	314.16	463.88	60.87	10	23.81	20.41	101.28
CLE-1	Nogal	26.5				551.55						
CLE-1	Nogal	35.5				989.80						
CLE-1	Grevillea	4.0	5	125.00	33.33	12.57	17.97	2.36	11	26.19	22.45	58.14
CLE-1	Grevillea	4.0				12.57						
CLE-1	Grevillea	3.0				7.07						
CLE-1	Grevillea	4.5				15.90						
CLE-1	Grevillea	5.5				23.76						
CLE-1	Sp. CLE-1	7.0	1	25.00	6.67	38.48	9.62	1.26	1	2.38	2.04	9.97
CLE-2	Inga	6.5	2	50.00	11.76	33.18	916.22	89.53	8	19.05	29.63	130.92
CLE-2	Inga	68.0				3631.68						
CLE-2	Grevillea	4.5	9	225.00	52.94	15.90	38.48	3.76	11	26.19	40.74	97.44
CLE-2	Grevillea	3.5				9.62						
CLE-2	Grevillea	3.5				9.62						
CLE-2	Grevillea	3.0				7.07						
CLE-2	Grevillea	4.5				15.90						
CLE-2	Grevillea	5.0				19.63						
CLE-2	Grevillea	6.0				28.27						
CLE-2	Grevillea	6.0				28.27						
CLE-2	Grevillea	5.0				19.63						
CLE-2	Higuerilla	9.0	5	125.00	29.41	63.62	50.91	4.97	7	16.67	25.93	60.31
CLE-2	Higuerilla	7.5				44.18						
CLE-2	Higuerilla	4.0				12.57						
CLE-2	Higuerilla	5.0				19.63						
CLE-2	Higuerilla	9.0				63.62						
CLE-2	Sp. 7	9.5	1	25.00	5.88	70.88	17.72	1.73	1	2.38	3.70	11.31
CLE-3	Aguacate	35.5	3	75.00	20.00	989.80	757.96	42.02	9	21.43	23.68	85.70
CLE-3	Aguacate	50.0				1963.50						
CLE-3	Aguacate	10.0				78.54						

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
CLE-3	Grevillea	13.5	5	125.00	33.33	143.14	303.66	16.83	11	26.19	28.95	79.11
CLE-3	Grevillea	21.0				346.36						
CLE-3	Grevillea	17.5				240.53						
CLE-3	Grevillea	19.0				283.53						
CLE-3	Grevillea	16.0				201.06						
CLE-3	Inga	37.6	4	100.00	26.67	1110.36	394.22	21.85	8	19.05	21.05	69.57
CLE-3	Inga	12.0				113.10						
CLE-3	Inga	15.0				176.71						
CLE-3	Inga	15.0				176.71						
CLE-3	Sp. 4	6.5	1	25.00	6.67	33.18	8.30	0.46	2	4.76	5.26	12.39
CLE-3	Sp. 6	40.5	1	25.00	6.67	1288.25	322.06	17.85	1	2.38	2.63	27.15
CLE-3	Higuerilla	9.5	1	25.00	6.67	70.88	17.72	0.98	7	16.67	18.42	26.07
CPA-1	Apomo	23.5	10	250.00	45.45	433.74	556.70	34.90	4	9.52	15.99	96.34
CPA-1	Apomo	13.0				132.73						
CPA-1	Apomo	28.5				637.94						
CPA-1	Apomo	22.5				397.61						
CPA-1	Apomo	9.5				70.88						
CPA-1	Apomo	12.5				122.72						
CPA-1	Apomo	14.5				165.13						
CPA-1	Apomo	8.5				56.75						
CPA-1	Apomo	10.5				86.59						
CPA-1	Apomo	12.5				122.72						
CPA-1	Capulín	39.5	1	25.00	4.55	1225.42	306.36	19.21	4	9.52	15.99	39.75
CPA-1	Desc	24.5	2	50.00	9.09	471.44	159.14	9.98	2	4.76	8.00	27.07
CPA-1	Desc	14.5				165.13						
CPA-1	Desc. 3	17.0	1	25.00	4.55	226.98	56.75	3.56	1	2.38	4.00	12.11
CPA-1	Desc. 4	16.0	1	25.00	4.55	201.06	50.27	3.15	1	2.38	4.00	11.70
CPA-1	Higuerilla	3.5	3	75.00	13.64	9.62	10.46	0.66	7	16.67	28.01	42.31
CPA-1	Higuerilla	4.0				12.57						
CPA-1	Higuerilla	5.0				19.63						
CPA-1	Hoja pequ	32.5	4	100.00	18.18	829.58	455.49	28.55	6	14.29	24.01	70.74
CPA-1	Hoja pequ	13.5				143.14						
CPA-1	Hoja pequ	23.0				415.48						
CPA-1	Hoja pequ	23.5				433.74						
CPA-2	Capulín	65.5	1	25.00	10.00	3369.55	842.39	25.50	4	9.52	9.09	44.59
CPA-2	Desc	28.0	1	25.00	10.00	615.75	153.94	4.66	2	4.76	4.54	19.20
CPA-2	Desc. 2	23.5	2	50.00	20.00	433.74	199.20	6.03	1	2.38	2.27	28.30
CPA-2	Desc. 2	21.5				363.05						
CPA-2	Guayaba	17.5	1	25.00	10.00	240.53	60.13	1.82	4	9.52	9.09	20.91
CPA-2	Higuerilla	4.5	1	25.00	10.00	15.90	3.98	0.12	7	16.67	15.91	26.03
CPA-2	Hoja											
CPA-2	peque	46.5	1	25.00	10.00	1698.23	424.56	12.85	6	14.29	13.64	36.49
CPA-2	Chinene	86.0	1	25.00	10.00	5808.80	1452.20	43.95	6	14.29	13.64	67.59
CPA-2	Nogal	18.0	1	25.00	10.00	254.47	63.62	1.93	10	23.81	22.73	34.66
CPA-2	Encino	23.0	1	25.00	10.00	415.48	103.87	3.14	4	9.52	9.09	22.23

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
CPA-3	Higuerilla	5.5	1	25.00	2.70	23.76	5.94	0.25	7	16.67	28.01	30.96
CPA-3	Laurel	7.0	1	25.00	2.70	38.48	9.62	0.41	5	11.90	19.99	23.10
CPA-3	Plátano	20.0	26	650.00	70.27	314.16	1556.12	65.88	1	2.38	4.00	140.15
CPA-3	Plátano	12.0				113.10						
CPA-3	Plátano	13.5				143.14						
CPA-3	Plátano	18.5				268.80						
CPA-3	Plátano	19.0				283.53						
CPA-3	Plátano	12.0				113.10						
CPA-3	Plátano	19.0				283.53						
CPA-3	Plátano	18.0				254.47						
CPA-3	Plátano	20.0				314.16						
CPA-3	Plátano	17.0				226.98						
CPA-3	Plátano	21.0				346.36						
CPA-3	Plátano	20.5				330.06						
CPA-3	Plátano	19.0				283.53						
CPA-3	Plátano	19.5				298.65						
CPA-3	Plátano	21.0				346.36						
CPA-3	Plátano	20.0				314.16						
CPA-3	Plátano	12.5				122.72						
CPA-3	Plátano	21.5				363.05						
CPA-3	Plátano	17.5				240.53						
CPA-3	Plátano	14.0				153.94						
CPA-3	Plátano	23.0				415.48						
CPA-3	Plátano	9.5				70.88						
CPA-3	Plátano	12.0				113.10						
CPA-3	Plátano	17.0				226.98						
CPA-3	Plátano	15.5				188.69						
CPA-3	Plátano	11.0				95.03						
CPA-3	Grevillea	38.5	8	200.00	21.62	1164.16	784.57	33.21	11	26.19	44.00	98.83
CPA-3	Grevillea	45.5				1625.97						
CPA-3	Grevillea	9.5				70.88						
CPA-3	Grevillea	7.0				38.48						
CPA-3	Grevillea	16.0				201.06						
CPA-3	Grevillea	4.0				12.57						
CPA-3	Grevillea	4.0				12.57						
CPA-3	Grevillea	4.0				12.57						
CPA-3	Sp. x	5.5	1	25.00	2.70	23.76	5.94	0.25	1	2.38	4.00	6.95
SLEN-1	Aguacate	8.5	1	25.00	11.11	56.75	14.19	5.42	9	21.43	26.47	43.00
SLEN-1	Inga	5.5	2	50.00	22.22	23.76	11.88	4.54	8	19.05	23.53	50.29
SLEN-1	Inga	5.5				23.76						
SLEN-1	Macadamia	19.5	3	75.00	33.33	298.65	175.29	66.94	7	16.67	20.59	120.86
SLEN-1	Macadamia	16.5				213.82						
SLEN-1	Macadamia	15.5				188.69						
SLEN-1	Nogal	14.5	3	75.00	33.33	165.13	60.52	23.11	10	23.81	29.41	85.85
SLEN-1	Nogal	7.0				38.48						
SLEN-1	Nogal	7.0				38.48						

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
SLN-2	Aguacate	18.5	1	25.00	10.00	268.80	67.20	13.68	9	21.43	23.08	46.76
SLN-2	Macadamia	15.0	4	100.00	40.00	176.71	333.70	67.91	7	16.67	17.95	125.86
SLN-2	Macadamia	32.0				804.25						
SLN-2	Macadamia	14.5				165.13						
SLN-2	Macadamia	15.5				188.69						
SLN-2	Nogal	12.5	1	25.00	10.00	122.72	30.68	6.24	10	23.81	25.64	41.88
SLN-2	Raro	4.5	1	25.00	10.00	15.90	3.98	0.81	1	2.38	2.56	13.37
SLN-2	Raro 2	4.0	2	50.00	20.00	12.57	5.55	1.13	1	2.38	2.56	23.69
SLN-2	Raro 2	3.5				9.62						
SLN-2	Grevillea	16.0	1	25.00	10.00	201.06	50.27	10.23	11	26.19	28.20	48.43
SLN-3	Aguacate	18.0	2	50	25	254.47	94.30	35.82	9	21.4	50	110.8
SLN-3	Aguacate	12.5				122.72						
SLN-3	Aguacatillo	8.5	1	25	12.5	56.75	14.19	5.39	1	2.38	5.55	23.44
SLN-3	Macadamia	23.0	4	100	50	415.48	151.65	57.60	7	16.7	38.89	146.49
SLN-3	Macadamia	8.5				56.75						
SLN-3	Macadamia	10.5				86.59						
SLN-3	Macadamia	7.8				47.78						
SLN-3	SLN	4.0	1	25	12.5	12.57	3.14	1.19	1	2.38	5.55	19.24
SLN-1	Con flor	26.0	1	25	7.14	530.93	132.73	26.28	1	2.38	3.22	36.64
SLN-1	Durazno	3.0	4	100	28.57	7.07	4.18	0.83	1	2.38	3.22	32.62
SLN-1	Durazno	1.5				1.77						
SLN-1	Durazno	3.0				7.07						
SLN-1	Durazno	1.0				0.79						
SLN-1	Guayaba	22.5	2	50	14.29	397.61	135.19	26.77	4	9.52	12.90	53.96
SLN-1	Guayaba	13.5				143.14						
SLN-1	Hoja peque	15.0	1	25	7.14	176.71	44.18	8.75	6	14.29	19.36	35.25
SLN-1	Macadamia	15.0	1	25	7.14	176.71	44.18	8.75	7	16.67	22.59	38.48
SLN-1	SLN	20.5	1	25	7.14	330.06	82.52	16.34	1	2.38	3.22	26.70
SLN-1	Grevillea	13.0	4	100	28.57	132.73	62.10	12.30	11	26.19	35.48	76.35
SLN-1	Grevillea	9.0				63.62						
SLN-1	Grevillea	5.5				23.76						
SLN-1	Grevillea	6.0				28.27						
SLN-2	Aguacate	5.5	1	25	11.11	23.76	5.94	0.79	9	21.43	34.61	46.51
SLN-2	Inga	5.3	1	25	11.11	22.06	5.52	0.73	8	19.05	30.77	42.61
SLN-2	Leguminosa	28.0	1	25	11.11	615.75	153.94	20.39	2	4.76	7.69	39.19
SLN-2	Macadamia	9.5	6	150	66.67	70.88	589.44	78.09	7	16.67	26.93	171.69
SLN-2	Macadamia	30.5				730.62						
SLN-2	Macadamia	39.5				1225.42						
SLN-2	Macadamia	12.0				113.10						
SLN-2	Macadamia	11.0				95.03						
SLN-2	Macadamia	12.5				122.72						
SLN-3	Aguacate	15.0	3	75	33.33	176.71	827.22	58.10	9	21.43	52.94	144.37
SLN-3	Aguacate	12.0				113.10						
SLN-3	Aguacate	62.0				3019.07						
SLN-3	Casuarina	44.0	1	25	11.11	1520.53	380.13	26.70	1	2.38	5.88	43.69

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
SLN-3	Macadamia	16.5	5	125	55.56	213.82	216.38	15.20	7	16.67	41.18	111.94
SLN-3	Macadamia	19.5				298.65						
SLN-3	Macadamia	6.5				33.18						
SLN-3	Macadamia	15.0				176.71						
SLN-3	Macadamia	13.5				143.14						
BNC-1	Árbol G	67.0	1	25	1.18	3525.65	881.41	24.88	1	2.38	3.12	29.18
BNC-1	Ceiba	4.0	1	25	1.18	12.57	3.14	0.09	1	2.38	3.12	4.39
BNC-1	Chinene	32.0	1	25	1.18	804.25	201.06	5.67	6	14.29	18.76	25.61
BNC-1	Helecho arb	13.5	1	25	1.18	143.14	35.79	1.01	1	2.38	3.12	5.31
BNC-1	Encino	28.0	9	225	10.59	615.75	766.60	21.64	4	9.52	12.50	44.73
BNC-1	Encino	15.5				188.69						
BNC-1	Encino	12.0				113.10						
BNC-1	Encino	22.0				380.13						
BNC-1	Encino	30.0				706.86						
BNC-1	Encino	18.0				254.47						
BNC-1	Encino	14.0				153.94						
BNC-1	Encino	16.0				201.06						
BNC-1	Encino	24.0				452.39						
BNC-1	Guaya +-	6.0	20	500	23.53	28.27	274.84	7.76	2	4.76	6.25	37.54
BNC-1	Guaya +-	4.5				15.90						
BNC-1	Guaya +-	8.5				56.75						
BNC-1	Guaya +-	11.0				95.03						
BNC-1	Guaya +-	10.0				78.54						
BNC-1	Guaya +-	8.5				56.75						
BNC-1	Guaya +-	5.5				23.76						
BNC-1	Guaya +-	9.5				70.88						
BNC-1	Guaya +-	10.0				78.54						
BNC-1	Guaya +-	7.5				44.18						
BNC-1	Guaya +-	8.0				50.27						
BNC-1	Guaya +-	7.5				44.18						
BNC-1	Guaya +-	7.5				44.18						
BNC-1	Guaya +-	5.5				23.76						
BNC-1	Guaya +-	7.5				44.18						
BNC-1	Guaya +-	11.0				95.03						
BNC-1	Guaya +-	6.0				28.27						
BNC-1	Guaya +-	10.0				78.54						
BNC-1	Guaya +-	13.0				132.73						
BNC-1	Guaya +-	3.5				9.62						
BNC-1	Guayabillo	5.0	42	1050	49.41	19.63	176.41	4.98	4	9.52	12.50	66.89
BNC-1	Guayabillo	4.5				15.90						
BNC-1	Guayabillo	11.0				95.03						
BNC-1	Guayabillo	4.0				12.57						
BNC-1	Guayabillo	5.0				19.63						
BNC-1	Guayabillo	8.0				50.27						
BNC-1	Guayabillo	5.0				19.63						

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
BNC-1	Guayabillo	4.5				15.90						
BNC-1	Guayabillo	4.5				15.90						
BNC-1	Guayabillo	6.0				28.27						
BNC-1	Guayabillo	6.5				33.18						
BNC-1	Guayabillo	2.5				4.91						
BNC-1	Guayabillo	4.5				15.90						
BNC-1	Guayabillo	4.5				15.90						
BNC-1	Guayabillo	4.5				15.90						
BNC-1	Guayabillo	4.0				12.57						
BNC-1	Guayabillo	5.0				19.63						
BNC-1	Guayabillo	2.5				4.91						
BNC-1	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-1	Guayabillo	5.5				23.76						
BNC-1	Guayabillo	2.5				4.91						
BNC-1	Guayabillo	3.0				7.07						
BNC-1	Guayabillo	4.0				12.57						
BNC-1	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-1	Guayabillo	5.0				19.63						
BNC-1	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-1	Guayabillo	6.0				28.27						
BNC-1	Guayabillo	3.0				7.07						
BNC-1	Guayabillo	3.0				7.07						
BNC-1	Guayabillo	2.5				4.91						
BNC-1	Guayabillo	4.0				12.57						
BNC-1	Guayabillo	4.5				15.90						
BNC-1	Guayabillo	4.0				12.57						
BNC-1	Guayabillo	5.0				19.63						
BNC-1	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-1	Guayabillo	5.0				19.63						
BNC-1	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-1	Guayabillo	4.0				12.57						
BNC-1	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-1	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-1	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-1	Guayabillo	2.5				4.91						
BNC-1	Laurel	6.0	5	125	5.88	28.27	89.09	2.51	5	11.90	15.62	24.01
BNC-1	Laurel	10.5				86.59						
BNC-1	Laurel	11.5				103.87						
BNC-1	Laurel	13.0				132.73						
BNC-1	Laurel	2.5				4.91						
BNC-1	Liquidámbar	18.0	1	25	1.18	254.47	63.62	1.80	4	9.52	12.50	15.48
BNC-1	Muerto	55.0	4	100	4.71	2375.83	1051.11	29.67	4	9.52	12.50	46.88
BNC-1	Muerto	6.0				28.27						
BNC-1	Muerto	47.5				1772.05						
BNC-1	Muerto	6.0				28.27						

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
BNC-2	Árbol 1	42.0	1	25	1.06	1385.44	346.36	8.50	1	2.38	3.23	12.79
BNC-2	Chinene	11.0	1	25	1.06	95.03	23.76	0.58	6	14.29	19.37	21.01
BNC-2	Encino	18.5	3	75	3.19	268.80	228.26	5.60	4	9.52	12.90	21.69
BNC-2	Encino	20.5				330.06						
BNC-2	Encino	20.0				314.16						
BNC-2	Guaya +-	3.0	18	450	19.15	7.07	225.70	5.54	2	4.76	6.45	31.14
BNC-2	Guaya +-	9.5				70.88						
BNC-2	Guaya +-	10.0				78.54						
BNC-2	Guaya +-	8.0				50.27						
BNC-2	Guaya +-	12.0				113.10						
BNC-2	Guaya +-	13.0				132.73						
BNC-2	Guaya +-	5.0				19.63						
BNC-2	Guaya +-	4.5				15.90						
BNC-2	Guaya +-	9.0				63.62						
BNC-2	Guaya +-	5.0				19.63						
BNC-2	Guaya +-	13.0				132.73						
BNC-2	Guaya +-	3.5				9.62						
BNC-2	Guaya +-	3.0				7.07						
BNC-2	Guaya +-	3.0				7.07						
BNC-2	Guaya +-	8.0				50.27						
BNC-2	Guaya +-	7.5				44.18						
BNC-2	Guaya +-	3.5				9.62						
BNC-2	Guaya +-	9.5				70.88						
BNC-2	Guayabillo	3.5	57	1425	60.64	9.62	322.74	7.92	4	9.52	12.90	81.46
BNC-2	Guayabillo	5.5				23.76						
BNC-2	Guayabillo	7.0				38.48						
BNC-2	Guayabillo	6.0				28.27						
BNC-2	Guayabillo	4.0				12.57						
BNC-2	Guayabillo	3.0				7.07						
BNC-2	Guayabillo	10.0				78.54						
BNC-2	Guayabillo	6.0				28.27						
BNC-2	Guayabillo	3.0				7.07						
BNC-2	Guayabillo	6.5				33.18						
BNC-2	Guayabillo	3.0				7.07						
BNC-2	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-2	Guayabillo	5.0				19.63						
BNC-2	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-2	Guayabillo	5.0				19.63						
BNC-2	Guayabillo	2.5				4.91						
BNC-2	Guayabillo	5.0				19.63						
BNC-2	Guayabillo	8.5				56.75						
BNC-2	Guayabillo	3.0				7.07						
BNC-2	Guayabillo	5.5				23.76						
BNC-2	Guayabillo	2.5				4.91						
BNC-2	Guayabillo	3.0				7.07						

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
BNC-2	Guayabillo	6.5				33.18						
BNC-2	Guayabillo	5.0				19.63						
BNC-2	Guayabillo	7.0				38.48						
BNC-2	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-2	Guayabillo	4.0				12.57						
BNC-2	Guayabillo	4.5				15.90						
BNC-2	Guayabillo	4.5				15.90						
BNC-2	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-2	Guayabillo	4.5				15.90						
BNC-2	Guayabillo	13.5				143.14						
BNC-2	Guayabillo	6.0				28.27						
BNC-2	Guayabillo	7.5				44.18						
BNC-2	Guayabillo	2.5				4.91						
BNC-2	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-2	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-2	Guayabillo	5.0				19.63						
BNC-2	Guayabillo	5.5				23.76						
BNC-2	Guayabillo	6.5				33.18						
BNC-2	Guayabillo	3.0				7.07						
BNC-2	Guayabillo	4.0				12.57						
BNC-2	Guayabillo	4.0				12.57						
BNC-2	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-2	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-2	Guayabillo	8.0				50.27						
BNC-2	Guayabillo	6.5				33.18						
BNC-2	Guayabillo	4.0				12.57						
BNC-2	Guayabillo	4.0				12.57						
BNC-2	Guayabillo	5.0				19.63						
BNC-2	Guayabillo	4.0				12.57						
BNC-2	Guayabillo	4.5				15.90						
BNC-2	Guayabillo	7.5				44.18						
BNC-2	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-2	Guayabillo	3.5				9.62						
BNC-2	Guayabillo	2.5				4.91						
BNC-2	Guayabillo	9.5				70.88						
BNC-2	Laurel	19.0	1	25	1.06	283.53	70.88	1.74	5	11.90	16.13	18.93
BNC-2	Laurelito	5.5	1	25	1.06	23.76	5.94	0.15	1	2.38	3.23	4.44
BNC-2	Liquidámbar	50.0	8	200	8.51	1963.50	2719.05	66.74	4	9.52	12.90	88.15
BNC-2	Liquidámbar	36.0				1017.88						
BNC-2	Liquidámbar	34.0				907.92						
BNC-2	Liquidámbar	46.0				1661.90						
BNC-2	Liquidámbar	50.0				1963.50						
BNC-2	Liquidámbar	36.0				1017.88						
BNC-2	Liquidámbar	50.0				1963.50						
BNC-2	Liquidámbar	22.0				380.13						

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
BNC-2	Muerto	24.0	4	100	4.26	452.39	131.26	3.22	4	9.52	12.90	20.38
BNC-2	Muerto	4.5				15.90						
BNC-2	Muerto	7.5				44.18						
BNC-2	Muerto	4.0				12.57						
BNC-3	SP-B1	4.5	1	25	1.67	15.90	3.98	0.08	1	2.38	2.50	4.25
BNC-3	SP-B2	3.5	1	25	1.67	9.62	2.41	0.05	1	2.38	2.50	4.22
BNC-3	Aguacate	17.5	7	175	11.67	240.53	336.84	6.82	9	21.43	22.51	41.00
BNC-3	Aguacate	18.0				254.47						
BNC-3	Aguacate	14.0				153.94						
BNC-3	Aguacate	7.5				44.18						
BNC-3	Aguacate	22.0				380.13						
BNC-3	Aguacate	5.0				19.63						
BNC-3	Aguacate	18.0				254.47						
BNC-3	Alamo	100.0	2	50	3.33	7853.98	2071.93	41.93	1	2.38	2.50	47.76
BNC-3	Alamo	23.5				433.74						
BNC-3	Apomo	5.0	2	50	3.33	19.63	6.14	0.12	4	9.52	10.00	13.45
BNC-3	Apomo	2.5				4.91						
BNC-3	Cupressus	9.0	1	25	1.67	63.62	15.91	0.32	1	2.38	2.50	4.49
BNC-3	Gordoncillo	4.0	6	150	10.00	12.57	25.87	0.52	1	2.38	2.50	13.02
BNC-3	Gordoncillo	5.0				19.63						
BNC-3	Gordoncillo	4.5				15.90						
BNC-3	Gordoncillo	3.5				9.62						
BNC-3	Gordoncillo	6.5				33.18						
BNC-3	Gordoncillo	4.0				12.57						
BNC-3	Guayabillo	7.5	2	50	3.33	44.18	12.81	0.26	4	9.52	10.00	13.59
BNC-3	Guayabillo	3.0				7.07						
BNC-3	Hoja ancha	70.0	1	25	1.67	3848.45	962.11	19.47	1	2.38	2.50	23.64
BNC-3	Nogal	10.0	6	150	10.00	78.54	889.85	18.01	10	23.81	25.01	53.02
BNC-3	Nogal	5.0				19.63						
BNC-3	Nogal	27.0				572.56						
BNC-3	Nogal	5.0				19.63						
BNC-3	Nogal	38.0				1134.11						
BNC-3	Nogal	47.0				1734.94						
BNC-3	SP-B3	4.0	2	50	3.33	12.57	11.44	0.23	1	2.38	2.50	6.06
BNC-3	SP-B3	6.5				33.18						
BNC-3	SP-B4	7.0	18	450	30.00	38.48	475.61	9.62	1	2.38	2.50	42.12
BNC-3	SP-B4	6.5				33.18						
BNC-3	SP-B4	12.5				122.72						
BNC-3	SP-B4	8.5				56.75						
BNC-3	SP-B4	15.0				176.71						
BNC-3	SP-B4	13.0				132.73						
BNC-3	SP-B4	7.5				44.18						
BNC-3	SP-B4	15.0				176.71						
BNC-3	SP-B4	6.0				28.27						
BNC-3	SP-B4	11.5				103.87						

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
BNC-3	SP-B4	24.0				452.39						
BNC-3	SP-B4	5.5				23.76						
BNC-3	SP-B4	7.5				44.18						
BNC-3	SP-B4	9.0				63.62						
BNC-3	SP-B4	6.0				28.27						
BNC-3	SP-B4	3.0				7.07						
BNC-3	SP-B4	9.5				70.88						
BNC-3	SP-B4	19.5				298.65						
BNC-3	SP-B5	6.0	1	25	1.67	28.27	7.07	0.14	1	2.38	2.50	4.31
BNC-3	SP-B6	19.0	1	25	1.67	283.53	70.88	1.43	1	2.38	2.50	5.60
BNC-3	SP-B7	7.0	2	50	3.33	38.48	12.76	0.26	1	2.38	2.50	6.09
BNC-3	SP-B7	4.0				12.57						
BNC-3	SP-B8	9.5	1	25	1.67	70.88	17.72	0.36	1	2.38	2.50	4.53
BNC-3	SP-B9	5.5	6	150	10.00	23.76	18.21	0.37	1	2.38	2.50	12.87
BNC-3	SP-B9	5.0				19.63						
BNC-3	SP-B9	3.0				7.07						
BNC-3	SP-B9	2.0				3.14						
BNC-3	SP-B9	3.5				9.62						
BNC-3	SP-B9	3.5				9.62						
BNL-1	BNL	8.5	2	50	3.28	56.75	26.76	0.56	1	2.38	4.17	8.01
BNL-1	BNL	8.0				50.27						
BNL-1	Guayaba	8.0	2	50	3.28	50.27	36.33	0.76	4	9.52	16.66	20.70
BNL-1	Guayaba	11.0				95.03						
BNL-1	Laurel	29.0	49	1225	80.33	660.52	4521.98	94.66	5	11.90	20.83	195.82
BNL-1	Laurel	36.5				1046.35						
BNL-1	Laurel	11.5				103.87						
BNL-1	Laurel	22.0				380.13						
BNL-1	Laurel	6.0				28.27						
BNL-1	Laurel	28.0				615.75						
BNL-1	Laurel	7.0				38.48						
BNL-1	Laurel	35.5				989.80						
BNL-1	Laurel	28.0				615.75						
BNL-1	Laurel	14.0				153.94						
BNL-1	Laurel	15.0				176.71						
BNL-1	Laurel	20.0				314.16						
BNL-1	Laurel	6.5				33.18						
BNL-1	Laurel	12.5				122.72						
BNL-1	Laurel	17.5				240.53						
BNL-1	Laurel	12.5				122.72						
BNL-1	Laurel	34.0				907.92						
BNL-1	Laurel	11.5				103.87						
BNL-1	Laurel	30.0				706.86						
BNL-1	Laurel	14.5				165.13						
BNL-1	Laurel	35.0				962.11						
BNL-1	Laurel	33.0				855.30						

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
BNL-1	Laurel	14.0				153.94						
BNL-1	Laurel	23.0				415.48						
BNL-1	Laurel	35.0				962.11						
BNL-1	Laurel	17.0				226.98						
BNL-1	Laurel	17.0				226.98						
BNL-1	Laurel	12.5				122.72						
BNL-1	Laurel	17.0				226.98						
BNL-1	Laurel	15.0				176.71						
BNL-1	Laurel	8.0				50.27						
BNL-1	Laurel	25.0				490.87						
BNL-1	Laurel	10.0				78.54						
BNL-1	Laurel	15.0				176.71						
BNL-1	Laurel	11.0				95.03						
BNL-1	Laurel	12.0				113.10						
BNL-1	Laurel	23.0				415.48						
BNL-1	Laurel	10.0				78.54						
BNL-1	Laurel	9.5				70.88						
BNL-1	Laurel	15.0				176.71						
BNL-1	Laurel	15.0				176.71						
BNL-1	Laurel	16.0				201.06						
BNL-1	Laurel	33.0				855.30						
BNL-1	Laurel	13.0				132.73						
BNL-1	Laurel	33.0				855.30						
BNL-1	Laurel	26.5				551.55						
BNL-1	Laurel	30.0				706.86						
BNL-1	Laurel	32.5				829.58						
BNL-1	Laurel	15.0				176.71						
BNL-1	Muerto	7.0	6	150	9.84	38.48	124.34	2.60	4	9.52	16.66	29.10
BNL-1	Muerto	9.0				63.62						
BNL-1	Muerto	14.0				153.94						
BNL-1	Muerto	12.0				113.10						
BNL-1	Muerto	6.5				33.18						
BNL-1	Muerto	11.0				95.03						
BNL-1	Nogal	17.0	2	50	3.28	226.98	67.79	1.42	10	23.81	41.68	46.38
BNL-1	Nogal	7.5				44.18						
BNL-2	BNL2	5.0	1	25	1.75	19.63	4.91	0.18	1	2.38	3.33	5.26
BNL-2	BNL3	3.0	1	25	1.75	7.07	1.77	0.06	1	2.38	3.33	5.14
BNL-2	BNL4	5.0	1	25	1.75	19.63	4.91	0.18	1	2.38	3.33	5.26
BNL-2	BNL5	6.0	1	25	1.75	28.27	7.07	0.25	1	2.38	3.33	5.33
BNL-2	BNL6	4.0	1	25	1.75	12.57	3.14	0.11	1	2.38	3.33	5.19
BNL-2	Chinene	18.0	27	675	47.37	254.47	2105.70	75.61	6	14.29	20.01	142.99
BNL-2	Chinene	34.5				934.82						
BNL-2	Chinene	13.0				132.73						
BNL-2	Chinene	18.0				254.47						
BNL-2	Chinene	22.5				397.61						

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
BNL-2	Chinene	19.0				283.53						
BNL-2	Chinene	18.5				268.80						
BNL-2	Chinene	21.0				346.36						
BNL-2	Chinene	19.0				283.53						
BNL-2	Chinene	22.0				380.13						
BNL-2	Chinene	13.5				143.14						
BNL-2	Chinene	21.0				346.36						
BNL-2	Chinene	17.0				226.98						
BNL-2	Chinene	19.0				283.53						
BNL-2	Chinene	4.5				15.90						
BNL-2	Chinene	5.5				23.76						
BNL-2	Chinene	20.5				330.06						
BNL-2	Chinene	32.5				829.58						
BNL-2	Chinene	15.0				176.71						
BNL-2	Chinene	4.0				12.57						
BNL-2	Chinene	24.0				452.39						
BNL-2	Chinene	21.0				346.36						
BNL-2	Chinene	15.0				176.71						
BNL-2	Chinene	24.0				452.39						
BNL-2	Chinene	25.5				510.71						
BNL-2	Chinene	26.0				530.93						
BNL-2	Chinene	6.0				28.27						
BNL-2	Encino	8.0	3	75	5.26	50.27	83.98	3.02	4	9.52	13.33	21.61
BNL-2	Encino	18.0				254.47						
BNL-2	Encino	6.3				31.17						
BNL-2	Hoja peque	14.5	6	150	10.53	165.13	303.95	10.91	6	14.29	20.01	41.45
BNL-2	Hoja peque	4.5				15.90						
BNL-2	Hoja peque	14.5				165.13						
BNL-2	Hoja peque	21.0				346.36						
BNL-2	Hoja peque	18.5				268.80						
BNL-2	Hoja peque	18.0				254.47						
BNL-2	Laurel	14.5	11	275	19.30	165.13	200.62	7.20	5	11.90	16.66	43.16
BNL-2	Laurel	6.0				28.27						
BNL-2	Laurel	8.5				56.75						
BNL-2	Laurel	9.0				63.62						
BNL-2	Laurel	17.5				240.53						
BNL-2	Laurel	5.5				23.76						
BNL-2	Laurel	5.5				23.76						
BNL-2	Laurel	4.5				15.90						
BNL-2	Laurel	10.5				86.59						
BNL-2	Laurel	5.0				19.63						
BNL-2	Laurel	10.0				78.54						
BNL-2	Muerto	7.5	5	125	8.77	44.18	69.07	2.48	4	9.52	13.33	24.58
BNL-2	Muerto	15.0				176.71						
BNL-2	Muerto	3.5				9.62						

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, Fr=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/ sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
BNL-2	Muerto	6.5				33.18						
BNL-2	Muerto	4.0				12.57						
BNL-3	Fresno	12.0	5	125	55.56	113.10	1968.85	65.38	3	7.14	18.75	139.69
BNL-3	Fresno	6.0				28.27						
BNL-3	Fresno	41.5				1352.65						
BNL-3	Fresno	90.0				6361.73						
BNL-3	Fresno	5.0				19.63						
BNL-3	Leguminosa	45.0	1	25	11.11	1590.43	397.61	13.20	2	4.76	12.50	36.81
BNL-3	Liquidámbar	39.0	2	50	22.22	1194.59	636.81	21.15	4	9.52	24.99	68.36
BNL-3	Liquidámbar	41.5				1352.65						
BNL-3	Macadamia	6.5	1	25	11.11	33.18	8.30	0.28	7	16.67	43.76	55.15
PLEN-1	PLEN-SP	8.0	2	50	100.00	50.27	45.75	100.00	1	2.38	100.00	300.00
PLEN-1	PLEN-SP	13.0				132.73						
PLEN-2	Fresno	23.5	3	75	60.00	433.74	135.19	48.15	3	7.14	23.07	131.22
PLEN-2	Fresno	8.0				50.27						
PLEN-2	Fresno	8.5				56.75						
PLEN-2	Nogal	19.0	2	50	40.00	283.53	145.55	51.85	10	23.81	76.93	168.78
PLEN-2	Nogal	19.5				298.65						
PLEN-3	Huizache	10.5	1	25	100.00	86.59	21.65	100.00	4	9.52	100.00	300.00
PLN-1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PLN-2	PLN	12.5	4	100	66.67	122.72	47.66	71.49	1	2.38	50.00	188.16
PLN-2	PLN	5.5				23.76						
PLN-2	PLN	6.0				28.27						
PLN-2	PLN	4.5				15.90						
PLN-2	Erythrina	7.8	2	50	33.33	47.78	19.01	28.51	1	2.38	50.00	111.84
PLN-2	Erythrina	6.0				28.27						
PLN-3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PLE-1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PLE-2	Huizache	40.5	1	25	100.00	1288.25	322.06	100.00	4	9.52	100.00	300.00
PLE-3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PLS-1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PLS-2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PLS-3	Huizache	41.5	1	25	100.00	1352.65	338.16	100.00	4	9.52	100.00	300.00
PPA-1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PPA-2	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PPA-3	Frutal	5.5	6	150	100.00	23.76	24.85	100.00	1	2.38	100.00	300.00
PPA-3	Frutal	4.5				15.90						
PPA-3	Frutal	4.6				16.62						
PPA-3	Frutal	3.5				9.62						
PPA-3	Frutal	5.0				19.63						
PPA-3	Frutal	4.2				13.85						
PPF-1	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
PPF-2	Guayaba	8.0	1	25	12.50	50.27	12.57	3.02	4	9.52	28.56	44.08
PPF-2	Hoja peque	7.0	5	125	62.50	38.48	132.19	31.72	6	14.29	42.87	137.09
PPF-2	Hoja peque	12.0				113.10						

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 7. Índice de Valor de Importancia de los árboles. (Continuación)

UM	Especie	DN	NI	De/sp	De _r	AB	Do/sp	Do _r	UM sp	F/sp	F _r	IVI
PPF-2	Hoja pequ	7.5				44.18						
PPF-2	Hoja pequ	10.0				78.54						
PPF-2	Hoja pequ	18.0				254.47						
PPF-2	Huizache	19.0	2	50	25.00	283.53	271.95	65.26	4	9.52	28.56	118.82
PPF-2	Huizache	32.0				804.25						
PPF-3	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

DN=Diámetro Normal, NI=Número de Individuos, De/sp=Densidad por especie, De_r=Densidad relativa, AB=Área Basal, Do/sp=Dominancia por especie, Do_r=Dominancia relativa, UM sp=Unidades de Muestreo en que está presente la especie, F/sp=Frecuencia por especie, F_r=Frecuencia relativa, IVI=Índice de Valor de Importancia.

ANEXO 8. Biomasa y Carbono en árboles de los Sistemas Agroforestales.

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)					Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. 1	Ec. 2	Ec. 3	Ec. 4	Ec. 5		
CLEN-1	CLEN-1	4.0	3.19					0.080	0.040
CLEN-1	Inga	10.5		30.00				0.750	0.375
CLEN-1	Chinene	10.5	27.30					0.683	0.342
CLEN-1	Chinene	9.5	21.85					0.546	0.273
CLEN-1	Chinene	10.5	27.30					0.683	0.342
CLEN-1	Chinene	4.0	3.19					0.080	0.040
CLEN-1	Chinene	7.0	11.08					0.277	0.139
CLEN-1	Grevillea	13.5	47.72					1.193	0.597
CLEN-1	Grevillea	10.5	27.30					0.683	0.342
CLEN-2	Nogal	3.5	2.37					0.059	0.03
CLEN-2	Inga	42.5		765.56				19.139	9.57
CLEN-3	Inga	51.0		1167.99				29.200	14.6
CLEN-3	Inga	93.0		4698.67				117.467	58.734
CLEN-3	Grevillea	16.0	69.62					1.741	0.871
CLEN-3	Grevillea	24.0	171.48					4.287	2.144
CLEN-3	Grevillea	17.5	84.97					2.124	1.062
CLEN-3	Grevillea	11.5	33.41					0.835	0.418
CLEN-3	Grevillea	9.5	21.85					0.546	0.273
CLEN-3	Grevillea	22.5	148.56					3.714	1.857
CLEN-3	Grevillea	15.5	64.88					1.622	0.811
CLEN-3	Higuerilla	5.5	6.48					0.162	0.081
CLEN-3	Sp. 4	5.0	5.25					0.131	0.066
CLN-1	Apomo	24.5	179.52					4.488	2.244
CLN-1	Inga	41.5		724.47				18.112	9.056
CLN-1	Inga	27.0		267.59				6.690	3.345
CLN-1	Nogal	14.5	55.94					1.399	0.7
CLN-1	Nogal	17.5	84.97					2.124	1.062
CLN-1	Grevillea	21.5	134.28					3.357	1.679
CLN-1	Grevillea	23.0	156					3.900	1.95
CLN-1	Grevillea	19.0	102.02					2.551	1.276
CLN-1	Grevillea	20.5	120.79					3.020	1.51
CLN-1	Grevillea	16.5	74.55					1.864	0.932
CLN-1	Grevillea	9.0	19.38					0.485	0.243
CLN-2	Aguacate	9.5	21.85					0.546	0.273
CLN-2	Capulín	33.5	359.89					8.997	4.499
CLN-2	Hoja pequeñ	34.0	371.94					9.299	4.65
CLN-2	Liquidámbar	57.5			1794.57			44.864	22.432
CLN-2	Chinene	6.5	9.4					0.235	0.118
CLN-2	Grevillea	16.5	74.55					1.864	0.932
CLN-2	Grevillea	26.5	213.73					5.343	2.672
CLN-2	Grevillea	12.5	40.22					1.006	0.503
CLN-2	Grevillea	14.0	51.74					1.294	0.647
CLN-2	Grevillea	12.5	40.22					1.006	0.503
CLN-2	Grevillea	13.0	43.88					1.097	0.549
CLN-2	Grevillea	6.5	9.4					0.235	0.118

Ec. 1 = $10^{(-0.834+(2.223*\text{LOG}_{10}(\text{DN}))}$, Ec. 2 = $10^{(-0.889+(2.317*\text{LOG}_{10}(\text{DN}))}$,

Ec. 3 = $(0.1803)*((\text{DN})^{2.272})$, Ec. 4 = $(0.308)*((\text{DN})^{2.1323})$, Ec. 5 = $(0.03)*((\text{DN})^{2.13})$

ANEXO 8. Biomasa y Carbono en árboles de los Sistemas Agroforestales. (Continuación)

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)					Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. 1	Ec. 2	Ec. 3	Ec. 4	Ec. 5		
CLN-3	Capulín	40.0	533.8					13.345	6.673
CLN-3	CLN-SP	65.0	1570.8					39.269	19.635
CLN-3	Nogal	5.0	5.25					0.131	0.066
CLN-3	Nogal	48.0	800.57					20.014	10.007
CLN-3	Grevillea	20.5	120.79					3.020	1.51
CLN-3	Grevillea	24.5	179.52					4.488	2.244
CLN-3	Grevillea	12.5	40.22					1.006	0.503
CLN-3	Grevillea	14.0	51.74					1.294	0.647
CLN-3	Grevillea	11.5	33.41					0.835	0.418
CLN-3	Grevillea	18.5	96.14					2.404	1.202
CLE-1	Aguacate	8.5	17.06					0.427	0.214
CLE-1	Apomo	26.5	213.73					5.343	2.672
CLE-1	Fresno	9.5	21.85					0.546	0.273
CLE-1	Guayabillo	13.5	47.72					1.193	0.597
CLE-1	Higuerilla	17.5	84.97					2.124	1.062
CLE-1	Higuerilla	5.0	5.25					0.131	0.066
CLE-1	Nogal	20.0	114.34					2.859	1.43
CLE-1	Nogal	26.5	213.73					5.343	2.672
CLE-1	Nogal	35.5	409.41					10.235	5.118
CLE-1	Grevillea	4.0	3.19					0.080	0.04
CLE-1	Grevillea	4.0	3.19					0.080	0.04
CLE-1	Grevillea	3.0	1.69					0.042	0.021
CLE-1	Grevillea	4.5	4.15					0.104	0.052
CLE-1	Grevillea	5.5	6.48					0.162	0.081
CLE-1	Sp. CLE-1	7.0	11.08					0.277	0.139
CLE-2	Inga	6.5		9.87				0.247	0.124
CLE-2	Inga	68.0		2274.69				56.867	28.434
CLE-2	Grevillea	4.5	4.15					0.104	0.052
CLE-2	Grevillea	3.5	2.37					0.059	0.03
CLE-2	Grevillea	3.5	2.37					0.059	0.03
CLE-2	Grevillea	3.0	1.69					0.042	0.021
CLE-2	Grevillea	4.5	4.15					0.104	0.052
CLE-2	Grevillea	5.0	5.25					0.131	0.066
CLE-2	Grevillea	6.0	7.87					0.197	0.099
CLE-2	Grevillea	6.0	7.87					0.197	0.099
CLE-2	Grevillea	5.0	5.25					0.131	0.066
CLE-2	Higuerilla	9.0	19.38					0.485	0.243
CLE-2	Higuerilla	7.5	12.92					0.323	0.162
CLE-2	Higuerilla	4.0	3.19					0.080	0.04
CLE-2	Higuerilla	5.0	5.25					0.131	0.066
CLE-2	Higuerilla	9.0	19.38					0.485	0.243
CLE-2	Sp. 7	9.5	21.85					0.546	0.273
CLE-3	Aguacate	35.5	409.41					10.235	5.118
CLE-3	Aguacate	50.0	876.62					21.916	10.958
CLE-3	Aguacate	10.0	24.49					0.612	0.306

Ec. 1 = $10^{(-0.834+(2.223*\text{LOG}_{10}(\text{DN}))}$), Ec. 2 = $10^{(-0.889+(2.317*\text{LOG}_{10}(\text{DN}))}$),

Ec. 3 = $(0.1803)*((\text{DN})^{2.272})$, Ec. 4 = $(0.308)*((\text{DN})^{2.1323})$, Ec. 5 = $(0.03)*((\text{DN})^{2.13})$

ANEXO 8. Biomasa y Carbono en árboles de los Sistemas Agroforestales. (Continuación)

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)					Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. 1	Ec. 2	Ec. 3	Ec. 4	Ec. 5		
CLE-3	Grevillea	13.5	47.72					1.193	0.597
CLE-3	Grevillea	21.0	127.44					3.186	1.593
CLE-3	Grevillea	17.5	84.97					2.124	1.062
CLE-3	Grevillea	19.0	102.02					2.551	1.276
CLE-3	Grevillea	16.0	69.62					1.741	0.871
CLE-3	Inga	37.6		576.38				14.410	7.205
CLE-3	Inga	12.0		40.88				1.022	0.511
CLE-3	Inga	15.0		68.55				1.714	0.857
CLE-3	Inga	15.0		68.55				1.714	0.857
CLE-3	Sp. 4	6.5	9.4					0.235	0.118
CLE-3	Sp. 6	40.5	548.75					13.719	6.86
CLE-3	Higuerilla	9.5	21.85					0.546	0.273
CPA-1	Apomo	23.5	163.64					4.091	2.046
CPA-1	Apomo	13.0	43.88					1.097	0.549
CPA-1	Apomo	28.5	251.26					6.282	3.141
CPA-1	Apomo	22.5	148.56					3.714	1.857
CPA-1	Apomo	9.5	21.85					0.546	0.273
CPA-1	Apomo	12.5	40.22					1.006	0.503
CPA-1	Apomo	14.5	55.94					1.399	0.7
CPA-1	Apomo	8.5	17.06					0.427	0.214
CPA-1	Apomo	10.5	27.3					0.683	0.342
CPA-1	Apomo	12.5	40.22					1.006	0.503
CPA-1	Capulín	39.5	519.08					12.977	6.489
CPA-1	Desc	24.5	179.52					4.488	2.244
CPA-1	Desc	14.5	55.94					1.399	0.7
CPA-1	Desc. 3	17.0	79.67					1.992	0.996
CPA-1	Desc. 4	16.0	69.62					1.741	0.871
CPA-1	Higuerilla	3.5	2.37					0.059	0.03
CPA-1	Higuerilla	4.0	3.19					0.080	0.04
CPA-1	Higuerilla	5.0	5.25					0.131	0.066
CPA-1	Hoja pequeñ	32.5	336.45					8.411	4.206
CPA-1	Hoja pequeñ	13.5	47.72					1.193	0.597
CPA-1	Hoja pequeñ	23.0	156					3.900	1.95
CPA-1	Hoja pequeñ	23.5	163.64					4.091	2.046
CPA-2	Capulín	65.5	1597.7					39.943	19.972
CPA-2	Desc	28.0	241.56					6.039	3.02
CPA-2	Desc. 2	23.5	163.64					4.091	2.046
CPA-2	Desc. 2	21.5	134.28					3.357	1.679
CPA-2	Guayaba	17.5	84.97					2.124	1.062
CPA-2	Higuerilla	4.5	4.15					0.104	0.052
CPA-2	Hoja pequeñ	46.5	746.02					18.651	9.326
CPA-2	Chinene	86.0	2926.8					73.170	36.585
CPA-2	Nogal	18.0	90.46					2.262	1.131
CPA-2	Encino	23.0				246.70		6.168	3.084

Ec. 1 = $10^{(-0.834+(2.223*\text{LOG}_{10}(\text{DN}))}$, Ec. 2 = $10^{(-0.889+(2.317*\text{LOG}_{10}(\text{DN}))}$,

Ec. 3 = $(0.1803)*((\text{DN})^{2.272})$, Ec. 4 = $(0.308)*((\text{DN})^{2.1323})$, Ec. 5 = $(0.03)*((\text{DN})^{2.13})$

ANEXO 8. Biomasa y Carbono en árboles de los Sistemas Agroforestales. (Continuación)

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)					Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. 1	Ec. 2	Ec. 3	Ec. 4	Ec. 5		
CPA-3	Higuerilla	5.5	6.48					0.162	0.081
CPA-3	Laurel	7.0	11.08					0.277	0.139
CPA-3	Plátano	20.0					17.7	0.443	0.222
CPA-3	Plátano	12.0					5.97	0.149	0.075
CPA-3	Plátano	13.5					7.67	0.192	0.096
CPA-3	Plátano	18.5					15	0.375	0.188
CPA-3	Plátano	19.0					15.9	0.397	0.199
CPA-3	Plátano	12.0					5.97	0.149	0.075
CPA-3	Plátano	19.0					15.9	0.397	0.199
CPA-3	Plátano	18.0					14.2	0.354	0.177
CPA-3	Plátano	20.0					17.7	0.443	0.222
CPA-3	Plátano	17.0					12.5	0.313	0.157
CPA-3	Plátano	21.0					19.7	0.491	0.246
CPA-3	Plátano	20.5					18.7	0.467	0.234
CPA-3	Plátano	19.0					15.9	0.397	0.199
CPA-3	Plátano	19.5					16.8	0.420	0.21
CPA-3	Plátano	21.0					19.7	0.491	0.246
CPA-3	Plátano	20.0					17.7	0.443	0.222
CPA-3	Plátano	12.5					6.51	0.163	0.082
CPA-3	Plátano	21.5					20.7	0.517	0.259
CPA-3	Plátano	17.5					13.3	0.333	0.167
CPA-3	Plátano	14.0					8.29	0.207	0.104
CPA-3	Plátano	23.0					23.9	0.597	0.299
CPA-3	Plátano	9.5					3.63	0.091	0.046
CPA-3	Plátano	12.0					5.97	0.149	0.075
CPA-3	Plátano	17.0					12.5	0.313	0.157
CPA-3	Plátano	15.5					10.3	0.257	0.129
CPA-3	Plátano	11.0					4.96	0.124	0.062
CPA-3	Grevillea	38.5	490.32					12.258	6.129
CPA-3	Grevillea	45.5	710.82					17.771	8.886
CPA-3	Grevillea	9.5	21.85					0.546	0.273
CPA-3	Grevillea	7.0	11.08					0.277	0.139
CPA-3	Grevillea	16.0	69.62					1.741	0.871
CPA-3	Grevillea	4.0	3.19					0.080	0.04
CPA-3	Grevillea	4.0	3.19					0.080	0.04
CPA-3	Grevillea	4.0	3.19					0.080	0.04
CPA-3	Sp. x	5.5	6.48					0.162	0.081
SLEN-1	Aguacate	8.5	17.06					0.427	0.214
SLEN-1	Inga	5.5		6.71				0.168	0.084
SLEN-1	Inga	5.5		6.71				0.168	0.084
SLEN-1	Macadamia	19.5	108.08					2.702	1.351
SLEN-1	Macadamia	16.5	74.55					1.864	0.932
SLEN-1	Macadamia	15.5	64.88					1.622	0.811
SLEN-1	Nogal	14.5	55.94					1.399	0.7
SLEN-1	Nogal	7.0	11.08					0.277	0.139
SLEN-1	Nogal	7.0	11.08					0.277	0.139

Ec. 1 = $10^{(-0.834 + (2.223 \cdot \text{LOG}_{10}(\text{DN})))}$, Ec. 2 = $10^{(-0.889 + (2.317 \cdot \text{LOG}_{10}(\text{DN})))}$, Ec. 3 = $(0.1803) \cdot ((\text{DN})^{2.272})$,
Ec. 4 = $(0.308) \cdot ((\text{DN})^{2.1323})$, Ec. 5 = $(0.03) \cdot ((\text{DN})^{2.13})$

ANEXO 8. Biomasa y Carbono en árboles de los Sistemas Agroforestales. (Continuación)

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)					Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. 1	Ec. 2	Ec. 3	Ec. 4	Ec. 5		
SLN-2	Aguacate	18.5	96.14					2.404	1.202
SLN-2	Macadamia	15.0	60.32					1.508	0.754
SLN-2	Macadamia	32.0	325.05					8.126	4.063
SLN-2	Macadamia	14.5	55.94					1.399	0.7
SLN-2	Macadamia	15.5	64.88					1.622	0.811
SLN-2	Nogal	12.5	40.22					1.006	0.503
SLN-2	Raro	4.5	4.15					0.104	0.052
SLN-2	Raro 2	4.0	3.19					0.080	0.04
SLN-2	Raro 2	3.5	2.37					0.059	0.03
SLN-2	Grevillea	16.0	69.62					1.741	0.871
SLN-3	Aguacate	18.0	90.46					2.262	1.131
SLN-3	Aguacate	12.5	40.22					1.006	0.503
SLN-3	Aguacatillo	8.5	17.06					0.427	0.214
SLN-3	Macadamia	23.0	156					3.900	1.95
SLN-3	Macadamia	8.5	17.06					0.427	0.214
SLN-3	Macadamia	10.5	27.3					0.683	0.342
SLN-3	Macadamia	7.8	14.1					0.353	0.177
SLN-3	SLN	4.0	3.19					0.080	0.04
SLN-1	Con flor	26.0	204.87					5.122	2.561
SLN-1	Durazno	3.0	1.69					0.042	0.021
SLN-1	Durazno	1.5	0.36					0.009	0.005
SLN-1	Durazno	3.0	1.69					0.042	0.021
SLN-1	Durazno	1.0	0.15					0.004	0.002
SLN-1	Guayaba	22.5	148.56					3.714	1.857
SLN-1	Guayaba	13.5	47.72					1.193	0.597
SLN-1	Hoja peque	15.0	60.32					1.508	0.754
SLN-1	Macadamia	15.0	60.32					1.508	0.754
SLN-1	SLN	20.5	120.79					3.020	1.51
SLN-1	Grevillea	13.0	43.88					1.097	0.549
SLN-1	Grevillea	9.0	19.38					0.485	0.243
SLN-1	Grevillea	5.5	6.48					0.162	0.081
SLN-1	Grevillea	6.0	7.87					0.197	0.099
SLN-2	Aguacate	5.5	6.48					0.162	0.081
SLN-2	Inga	5.3		6.15				0.154	0.077
SLN-2	Leguminosa	28.0	241.56					6.039	3.02
SLN-2	Macadamia	9.5	21.85					0.546	0.273
SLN-2	Macadamia	30.5	292.15					7.304	3.652
SLN-2	Macadamia	39.5	519.08					12.977	6.489
SLN-2	Macadamia	12.0	36.73					0.918	0.459
SLN-2	Macadamia	11.0	30.27					0.757	0.379
SLN-2	Macadamia	12.5	40.22					1.006	0.503
SLN-3	Aguacate	15.0	60.32					1.508	0.754
SLN-3	Aguacate	12.0	36.73					0.918	0.459
SLN-3	Aguacate	62.0	1414.1					35.353	17.677
SLN-3	Casuarina	44.0	659.77					16.494	8.247

Ec. 1 = $10^{(-0.834+(2.223*\text{LOG10}(\text{DN}))}$, Ec. 2 = $10^{(-0.889+(2.317*\text{LOG10}(\text{DN}))}$,

Ec. 3 = $(0.1803)*((\text{DN})^{2.272})$, Ec. 4 = $(0.308)*((\text{DN})^{2.1323})$, Ec. 5 = $(0.03)*((\text{DN})^{2.13})$

ANEXO 8. Biomasa y Carbono en árboles de los Sistemas Agroforestales. (Continuación)

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)					Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. 1	Ec. 2	Ec. 3	Ec. 4	Ec. 5		
SLN-3	Macadamia	16.5	74.55					1.864	0.932
SLN-3	Macadamia	19.5	108.08					2.702	1.351
SLN-3	Macadamia	6.5	9.4					0.235	0.118
SLN-3	Macadamia	15.0	60.32					1.508	0.754
SLN-3	Macadamia	13.5	47.72					1.193	0.597

Ec. 1 = $10^{(-0.834+(2.223*\text{LOG}_{10}(\text{DN}))}$, Ec. 2 = $10^{(-0.889+(2.317*\text{LOG}_{10}(\text{DN}))}$,

Ec. 3 = $(0.1803)*((\text{DN})^{2.272})$, Ec. 4 = $(0.308)*((\text{DN})^{2.1323})$, Ec. 5 = $(0.03)*((\text{DN})^{2.13})$

ANEXO 9. Biomasa y Carbono en árboles del Bosque de Niebla.

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)				Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. BN	Chinenne	Liquidambar	Quercus		
BNC-1	Árbol G	67.0	4807.64				120.191	60.096
BNC-1	Ceiba	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-1	Chinenne	32.0	764.71				19.118	9.559
BNC-1	Helecho arbores	13.5	86.77				2.169	1.085
BNC-1	Encino	28.0				375.25	9.381	4.691
BNC-1	Encino	15.5				106.34	2.659	1.33
BNC-1	Encino	12.0				61.62	1.541	0.771
BNC-1	Encino	22.0				224.39	5.610	2.805
BNC-1	Encino	30.0				434.73	10.868	5.434
BNC-1	Encino	18.0				146.27	3.657	1.829
BNC-1	Encino	14.0				85.59	2.140	1.07
BNC-1	Encino	16.0				113.79	2.845	1.423
BNC-1	Encino	24.0				270.13	6.753	3.377
BNC-1	Guaya +-	6.0	10.91				0.273	0.137
BNC-1	Guaya +-	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-1	Guaya +-	8.5	26.68				0.667	0.334
BNC-1	Guaya +-	11.0	51.54				1.289	0.645
BNC-1	Guaya +-	10.0	40.42				1.011	0.506
BNC-1	Guaya +-	8.5	26.68				0.667	0.334
BNC-1	Guaya +-	5.5	8.72				0.218	0.109
BNC-1	Guaya +-	9.5	35.45				0.886	0.443
BNC-1	Guaya +-	10.0	40.42				1.011	0.506
BNC-1	Guaya +-	7.5	19.36				0.484	0.242
BNC-1	Guaya +-	8.0	22.84				0.571	0.286
BNC-1	Guaya +-	7.5	19.36				0.484	0.242
BNC-1	Guaya +-	7.5	19.36				0.484	0.242
BNC-1	Guaya +-	5.5	8.72				0.218	0.109
BNC-1	Guaya +-	7.5	19.36				0.484	0.242
BNC-1	Guaya +-	11.0	51.54				1.289	0.645
BNC-1	Guaya +-	6.0	10.91				0.273	0.137
BNC-1	Guaya +-	10.0	40.42				1.011	0.506
BNC-1	Guaya +-	13.0	78.84				1.971	0.986
BNC-1	Guaya +-	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-1	Guayabillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-1	Guayabillo	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-1	Guayabillo	11.0	51.54				1.289	0.645
BNC-1	Guayabillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-1	Guayabillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-1	Guayabillo	8.0	22.84				0.571	0.286
BNC-1	Guayabillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-1	Guayabillo	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-1	Guayabillo	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-1	Guayabillo	6.0	10.91				0.273	0.137
BNC-1	Guayabillo	6.5	13.41				0.335	0.168
BNC-1	Guayabillo	2.5	1.13				0.028	0.014
BNC-1	Guayabillo	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-1	Guayabillo	4.5	5.2				0.130	0.065

ANEXO 9. Biomasa y Carbono en árboles del Bosque de Niebla. (Continuación)

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)				Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. BN	Chinenne	Liquidambar	Quercus		
BNC-1	Guayabillo	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-1	Guayabillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-1	Guayabillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-1	Guayabillo	2.5	1.13				0.028	0.014
BNC-1	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-1	Guayabillo	5.5	8.72				0.218	0.109
BNC-1	Guayabillo	2.5	1.13				0.028	0.014
BNC-1	Guayabillo	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-1	Guayabillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-1	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-1	Guayabillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-1	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-1	Guayabillo	6.0	10.91				0.273	0.137
BNC-1	Guayabillo	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-1	Guayabillo	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-1	Guayabillo	2.5	1.13				0.028	0.014
BNC-1	Guayabillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-1	Guayabillo	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-1	Guayabillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-1	Guayabillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-1	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-1	Guayabillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-1	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-1	Guayabillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-1	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-1	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-1	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-1	Guayabillo	2.5	1.13				0.028	0.014
BNC-1	Laurel	6.0	10.91				0.273	0.137
BNC-1	Laurel	10.5	45.77				1.144	0.572
BNC-1	Laurel	11.5	57.71				1.443	0.722
BNC-1	Laurel	13.0	78.84				1.971	0.986
BNC-1	Laurel	2.5	1.13				0.028	0.014
BNC-1	Liquidámbur	18.0			128.23		3.206	1.603
BNC-1	Muerto	55.0	2948.91				73.723	36.862
BNC-1	Muerto	6.0	10.91				0.273	0.137
BNC-1	Muerto	47.5	2048.91				51.223	25.612
BNC-1	Muerto	6.0	10.91				0.273	0.137
BNC-2	Árbol 1	42.0	1508.26				37.707	18.854
BNC-2	Chinene	11.0		30.27			0.757	0.379
BNC-2	Encino	18.5				155.07	3.877	1.939
BNC-2	Encino	20.5				193.02	4.826	2.413
BNC-2	Encino	20.0				183.12	4.578	2.289
BNC-2	Guaya +-	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-2	Guaya +-	9.5	35.45				0.886	0.443
BNC-2	Guaya +-	10.0	40.42				1.011	0.506
BNC-2	Guaya +-	8.0	22.84				0.571	0.286

ANEXO 9. Biomasa y Carbono en árboles del Bosque de Niebla. (Continuación)

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)				Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. BN	Chinenne	Liquidambar	Quercus		
BNC-2	Guaya +-	12.0	64.32				1.608	0.804
BNC-2	Guaya +-	13.0	78.84				1.971	0.986
BNC-2	Guaya +-	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-2	Guaya +-	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-2	Guaya +-	9.0	30.88				0.772	0.386
BNC-2	Guaya +-	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-2	Guaya +-	13.0	78.84				1.971	0.986
BNC-2	Guaya +-	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-2	Guaya +-	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-2	Guaya +-	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-2	Guaya +-	8.0	22.84				0.571	0.286
BNC-2	Guaya +-	7.5	19.36				0.484	0.242
BNC-2	Guaya +-	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-2	Guaya +-	9.5	35.45				0.886	0.443
BNC-2	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-2	Guayabillo	5.5	8.72				0.218	0.109
BNC-2	Guayabillo	7.0	16.22				0.406	0.203
BNC-2	Guayabillo	6.0	10.91				0.273	0.137
BNC-2	Guayabillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-2	Guayabillo	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-2	Guayabillo	10.0	40.42				1.011	0.506
BNC-2	Guayabillo	6.0	10.91				0.273	0.137
BNC-2	Guayabillo	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-2	Guayabillo	6.5	13.41				0.335	0.168
BNC-2	Guayabillo	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-2	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-2	Guayabillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-2	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-2	Guayabillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-2	Guayabillo	2.5	1.13				0.028	0.014
BNC-2	Guayabillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-2	Guayabillo	8.5	26.68				0.667	0.334
BNC-2	Guayabillo	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-2	Guayabillo	5.5	8.72				0.218	0.109
BNC-2	Guayabillo	2.5	1.13				0.028	0.014
BNC-2	Guayabillo	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-2	Guayabillo	6.5	13.41				0.335	0.168
BNC-2	Guayabillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-2	Guayabillo	7.0	16.22				0.406	0.203
BNC-2	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-2	Guayabillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-2	Guayabillo	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-2	Guayabillo	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-2	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-2	Guayabillo	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-2	Guayabillo	13.5	86.77				2.169	1.085
BNC-2	Guayabillo	6.0	10.91				0.273	0.137

ANEXO 9. Biomasa y Carbono en árboles del Bosque de Niebla. (Continuación)

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)				Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. BN	Chinenne	Liquidambar	Quercus		
BNC-2	Guayabillo	7.5	19.36				0.484	0.242
BNC-2	Guayabillo	2.5	1.13				0.028	0.014
BNC-2	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-2	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-2	Guayabillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-2	Guayabillo	5.5	8.72				0.218	0.109
BNC-2	Guayabillo	6.5	13.41				0.335	0.168
BNC-2	Guayabillo	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-2	Guayabillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-2	Guayabillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-2	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-2	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-2	Guayabillo	8.0	22.84				0.571	0.286
BNC-2	Guayabillo	6.5	13.41				0.335	0.168
BNC-2	Guayabillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-2	Guayabillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-2	Guayabillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-2	Guayabillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-2	Guayabillo	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-2	Guayabillo	7.5	19.36				0.484	0.242
BNC-2	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-2	Guayabillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-2	Guayabillo	2.5	1.13				0.028	0.014
BNC-2	Guayabillo	9.5	35.45				0.886	0.443
BNC-2	Laurel	19.0	206.18				5.155	2.578
BNC-2	Laurelito	5.5	8.72				0.218	0.109
BNC-2	Liquidámbar	50.0			1306.34		32.659	16.33
BNC-2	Liquidámbar	36.0			619.32		15.483	7.742
BNC-2	Liquidámbar	34.0			543.90		13.598	6.799
BNC-2	Liquidámbar	46.0			1080.89		27.022	13.511
BNC-2	Liquidámbar	50.0			1306.34		32.659	16.33
BNC-2	Liquidámbar	36.0			619.32		15.483	7.742
BNC-2	Liquidámbar	50.0			1306.34		32.659	16.33
BNC-2	Liquidámbar	22.0			202.29		5.057	2.529
BNC-2	Muerto	24.0	371.51				9.288	4.644
BNC-2	Muerto	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-2	Muerto	7.5	19.36				0.484	0.242
BNC-2	Muerto	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-3	SP-B1	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-3	SP-B2	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-3	Aguacate	17.5	167.49				4.187	2.094
BNC-3	Aguacate	18.0	179.86				4.497	2.249
BNC-3	Aguacate	14.0	95.16				2.379	1.19
BNC-3	Aguacate	7.5	19.36				0.484	0.242
BNC-3	Aguacate	22.0	298.43				7.461	3.731
BNC-3	Aguacate	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-3	Aguacate	18.0	179.86				4.497	2.249

ANEXO 9. Biomasa y Carbono en árboles del Bosque de Niebla. (Continuación)

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)				Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. BN	Chinenne	Liquidambar	Quercus		
BNC-3	Alamo	100.0	12896.8				322.421	161.211
BNC-3	Alamo	23.5	352.34				8.809	4.405
BNC-3	Apomo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-3	Apomo	2.5	1.13				0.028	0.014
BNC-3	Cupressus	9.0	30.88				0.772	0.386
BNC-3	Gordoncillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-3	Gordoncillo	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-3	Gordoncillo	4.5	5.2				0.130	0.065
BNC-3	Gordoncillo	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-3	Gordoncillo	6.5	13.41				0.335	0.168
BNC-3	Gordoncillo	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-3	Guayabillo	7.5	19.36				0.484	0.242
BNC-3	Guayabillo	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-3	Hoja ancha	70.0	5357.32				133.933	66.967
BNC-3	Nogal	10.0	40.42				1.011	0.506
BNC-3	Nogal	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-3	Nogal	27.0	499.48				12.487	6.244
BNC-3	Nogal	5.0	6.82				0.171	0.086
BNC-3	Nogal	38.0	1175.08				29.377	14.689
BNC-3	Nogal	47.0	1995.69				49.892	24.946
BNC-3	SP-B3	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-3	SP-B3	6.5	13.41				0.335	0.168
BNC-3	SP-B4	7.0	16.22				0.406	0.203
BNC-3	SP-B4	6.5	13.41				0.335	0.168
BNC-3	SP-B4	12.5	71.36				1.784	0.892
BNC-3	SP-B4	8.5	26.68				0.667	0.334
BNC-3	SP-B4	15.0	113.37				2.834	1.417
BNC-3	SP-B4	13.0	78.84				1.971	0.986
BNC-3	SP-B4	7.5	19.36				0.484	0.242
BNC-3	SP-B4	15.0	113.37				2.834	1.417
BNC-3	SP-B4	6.0	10.91				0.273	0.137
BNC-3	SP-B4	11.5	57.71				1.443	0.722
BNC-3	SP-B4	24.0	371.51				9.288	4.644
BNC-3	SP-B4	5.5	8.72				0.218	0.109
BNC-3	SP-B4	7.5	19.36				0.484	0.242
BNC-3	SP-B4	9.0	30.88				0.772	0.386
BNC-3	SP-B4	6.0	10.91				0.273	0.137
BNC-3	SP-B4	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-3	SP-B4	9.5	35.45				0.886	0.443
BNC-3	SP-B4	19.5	220.16				5.504	2.752
BNC-3	SP-B5	6.0	10.91				0.273	0.137
BNC-3	SP-B6	19.0	206.18				5.155	2.578
BNC-3	SP-B7	7.0	16.22				0.406	0.203
BNC-3	SP-B7	4.0	3.83				0.096	0.048
BNC-3	SP-B8	9.5	35.45				0.886	0.443
BNC-3	SP-B9	5.5	8.72				0.218	0.109
BNC-3	SP-B9	5.0	6.82				0.171	0.086

ANEXO 9. Biomasa y Carbono en árboles del Bosque de Niebla. (Continuación)

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)				Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. BN	Chinenne	Liquidambar	Quercus		
BNC-3	SP-B9	3.0	1.81				0.045	0.023
BNC-3	SP-B9	2.0	0.63				0.016	0.008
BNC-3	SP-B9	3.5	2.71				0.068	0.034
BNC-3	SP-B9	3.5	2.71				0.068	0.034
BNL-1	BNL	8.5	26.68				0.667	0.334
BNL-1	BNL	8.0	22.84				0.571	0.286
BNL-1	Guayaba	8.0	22.84				0.571	0.286
BNL-1	Guayaba	11.0	51.54				1.289	0.645
BNL-1	Laurel	29.0	597.56				14.939	7.47
BNL-1	Laurel	36.5	1062.66				26.567	13.284
BNL-1	Laurel	11.5	57.71				1.443	0.722
BNL-1	Laurel	22.0	298.43				7.461	3.731
BNL-1	Laurel	6.0	10.91				0.273	0.137
BNL-1	Laurel	28.0	547.21				13.680	6.84
BNL-1	Laurel	7.0	16.22				0.406	0.203
BNL-1	Laurel	35.5	991.4				24.785	12.393
BNL-1	Laurel	28.0	547.21				13.680	6.84
BNL-1	Laurel	14.0	95.16				2.379	1.19
BNL-1	Laurel	15.0	113.37				2.834	1.417
BNL-1	Laurel	20.0	234.68				5.867	2.934
BNL-1	Laurel	6.5	13.41				0.335	0.168
BNL-1	Laurel	12.5	71.36				1.784	0.892
BNL-1	Laurel	17.5	167.49				4.187	2.094
BNL-1	Laurel	12.5	71.36				1.784	0.892
BNL-1	Laurel	34.0	889.97				22.249	11.125
BNL-1	Laurel	11.5	57.71				1.443	0.722
BNL-1	Laurel	30.0	650.56				16.264	8.132
BNL-1	Laurel	14.5	104.03				2.601	1.301
BNL-1	Laurel	35.0	956.87				23.922	11.961
BNL-1	Laurel	33.0	825.93				20.648	10.324
BNL-1	Laurel	14.0	95.16				2.379	1.19
BNL-1	Laurel	23.0	333.77				8.344	4.172
BNL-1	Laurel	35.0	956.87				23.922	11.961
BNL-1	Laurel	17.0	155.65				3.891	1.946
BNL-1	Laurel	17.0	155.65				3.891	1.946
BNL-1	Laurel	12.5	71.36				1.784	0.892
BNL-1	Laurel	17.0	155.65				3.891	1.946
BNL-1	Laurel	15.0	113.37				2.834	1.417
BNL-1	Laurel	8.0	22.84				0.571	0.286
BNL-1	Laurel	25.0	411.67				10.292	5.146
BNL-1	Laurel	10.0	40.42				1.011	0.506
BNL-1	Laurel	15.0	113.37				2.834	1.417
BNL-1	Laurel	11.0	51.54				1.289	0.645
BNL-1	Laurel	12.0	64.32				1.608	0.804
BNL-1	Laurel	23.0	333.77				8.344	4.172
BNL-1	Laurel	10.0	40.42				1.011	0.506
BNL-1	Laurel	9.5	35.45				0.886	0.443

ANEXO 9. Biomasa y Carbono en árboles del Bosque de Niebla. (Continuación)

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)				Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. BN	Chinenne	Liquidambar	Quercus		
BNL-1	Laurel	15.0	113.37				2.834	1.417
BNL-1	Laurel	15.0	113.37				2.834	1.417
BNL-1	Laurel	16.0	133.51				3.338	1.669
BNL-1	Laurel	33.0	825.93				20.648	10.324
BNL-1	Laurel	13.0	78.84				1.971	0.986
BNL-1	Laurel	33.0	825.93				20.648	10.324
BNL-1	Laurel	26.5	476.57				11.914	5.957
BNL-1	Laurel	30.0	650.56				16.264	8.132
BNL-1	Laurel	32.5	794.97				19.874	9.937
BNL-1	Laurel	15.0	113.37				2.834	1.417
BNL-1	Muerto	7.0	16.22				0.406	0.203
BNL-1	Muerto	9.0	30.88				0.772	0.386
BNL-1	Muerto	14.0	95.16				2.379	1.19
BNL-1	Muerto	12.0	64.32				1.608	0.804
BNL-1	Muerto	6.5	13.41				0.335	0.168
BNL-1	Muerto	11.0	51.54				1.289	0.645
BNL-1	Nogal	17.0	155.65				3.891	1.946
BNL-1	Nogal	7.5	19.36				0.484	0.242
BNL-2	BNL2	5.0	6.82				0.171	0.086
BNL-2	BNL3	3.0	1.81				0.045	0.023
BNL-2	BNL4	5.0	6.82				0.171	0.086
BNL-2	BNL5	6.0	10.91				0.273	0.137
BNL-2	BNL6	4.0	3.83				0.096	0.048
BNL-2	Chinene	18.0		90.46			2.262	1.131
BNL-2	Chinene	34.5		384.21			9.605	4.803
BNL-2	Chinene	13.0		43.88			1.097	0.549
BNL-2	Chinene	18.0		90.46			2.262	1.131
BNL-2	Chinene	22.5		148.56			3.714	1.857
BNL-2	Chinene	19.0		102.02			2.551	1.276
BNL-2	Chinene	18.5		96.14			2.404	1.202
BNL-2	Chinene	21.0		127.44			3.186	1.593
BNL-2	Chinene	19.0		102.02			2.551	1.276
BNL-2	Chinene	22.0		141.32			3.533	1.767
BNL-2	Chinene	13.5		47.72			1.193	0.597
BNL-2	Chinene	21.0		127.44			3.186	1.593
BNL-2	Chinene	17.0		79.67			1.992	0.996
BNL-2	Chinene	19.0		102.02			2.551	1.276
BNL-2	Chinene	4.5		4.15			0.104	0.052
BNL-2	Chinene	5.5		6.48			0.162	0.081
BNL-2	Chinene	20.5		120.79			3.020	1.51
BNL-2	Chinene	32.5		336.45			8.411	4.206
BNL-2	Chinene	15.0		60.32			1.508	0.754
BNL-2	Chinene	4.0		3.19			0.080	0.04
BNL-2	Chinene	24.0		171.48			4.287	2.144
BNL-2	Chinene	21.0		127.44			3.186	1.593
BNL-2	Chinene	15.0		60.32			1.508	0.754
BNL-2	Chinene	24.0		171.48			4.287	2.144

ANEXO 9. Biomasa y Carbono en árboles del Bosque de Niebla. (Continuación)

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)				Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. BN	Chinene	Liquidambar	Quercus		
BNL-2	Chinene	25.5		196.22			4.906	2.453
BNL-2	Chinene	26.0		204.87			5.122	2.561
BNL-2	Chinene	6.0		7.87			0.197	0.099
BNL-2	Encino	8.0				25.95	0.649	0.325
BNL-2	Encino	18.0				146.27	3.657	1.829
BNL-2	Encino	6.3				15.59	0.390	0.195
BNL-2	Hoja pequeñ	14.5	104.03				2.601	1.301
BNL-2	Hoja pequeñ	4.5	5.2				0.130	0.065
BNL-2	Hoja pequeñ	14.5	104.03				2.601	1.301
BNL-2	Hoja pequeñ	21.0	265.41				6.635	3.318
BNL-2	Hoja pequeñ	18.5	192.75				4.819	2.41
BNL-2	Hoja pequeñ	18.0	179.86				4.497	2.249
BNL-2	Laurel	14.5	104.03				2.601	1.301
BNL-2	Laurel	6.0	10.91				0.273	0.137
BNL-2	Laurel	8.5	26.68				0.667	0.334
BNL-2	Laurel	9.0	30.88				0.772	0.386
BNL-2	Laurel	17.5	167.49				4.187	2.094
BNL-2	Laurel	5.5	8.72				0.218	0.109
BNL-2	Laurel	5.5	8.72				0.218	0.109
BNL-2	Laurel	4.5	5.2				0.130	0.065
BNL-2	Laurel	10.5	45.77				1.144	0.572
BNL-2	Laurel	5.0	6.82				0.171	0.086
BNL-2	Laurel	10.0	40.42				1.011	0.506
BNL-2	Muerto	7.5	19.36				0.484	0.242
BNL-2	Muerto	15.0	113.37				2.834	1.417
BNL-2	Muerto	3.5	2.71				0.068	0.034
BNL-2	Muerto	6.5	13.41				0.335	0.168
BNL-2	Muerto	4.0	3.83				0.096	0.048
BNL-3	Fresno	12.0	64.32				1.608	0.804
BNL-3	Fresno	6.0	10.91				0.273	0.137
BNL-3	Fresno	41.5	1463.91				36.598	18.299
BNL-3	Fresno	90.0	9954.52				248.863	124.432
BNL-3	Fresno	5.0	6.82				0.171	0.086
BNL-3	Leguminosa	45.0	1791.03				44.776	22.388
BNL-3	Liquidámbar	39.0			742.84		18.571	9.286
BNL-3	Liquidámbar	41.5			855.46		21.387	10.694
BNL-3	Macadamia	6.5			12.67		0.317	0.159

ANEXO 10. Biomasa y Carbono en árboles de pastizales.

UM	Especie	DN	Biomasa (kg)		Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
			Ec. SAF	Acacia		
PLEN-1	PLEN-SP	8.0	14.91		0.373	0.187
PLEN-1	PLEN-SP	13.0	43.88		1.097	0.549
PLEN-2	Fresno	23.5	163.64		4.091	2.046
PLEN-2	Fresno	8.0	14.91		0.373	0.187
PLEN-2	Fresno	8.5	17.06		0.427	0.214
PLEN-2	Nogal	19.0	102.02		2.551	1.276
PLEN-2	Nogal	19.5	108.08		2.702	1.351
PLEN-3	Huizache	10.5		41.13	1.028	0.514
PLN-1	---	---	---	---	---	---
PLN-2	PLN	12.5	40.22		1.006	0.503
PLN-2	PLN	5.5	6.48		0.162	0.081
PLN-2	PLN	6.0	7.87		0.197	0.099
PLN-2	PLN	4.5	4.15		0.104	0.052
PLN-2	Erythrina	7.8	14.1		0.353	0.177
PLN-2	Erythrina	6.0	7.87		0.197	0.099
PLN-3	---	---	---	---	---	---
PLE-1	---	---	---	---	---	---
PLE-2	Huizache	40.5		420.6	10.515	5.258
PLE-3	---	---	---	---	---	---
PLS-1	---	---	---	---	---	---
PLS-2	---	---	---	---	---	---
PLS-3	Huizache	41.5		434.42	10.861	5.431
PPA-1	---	---	---	---	---	---
PPA-2	---	---	---	---	---	---
PPA-3	Frutal	5.5	6.48		0.162	0.081
PPA-3	Frutal	4.5	4.15		0.104	0.052
PPA-3	Frutal	4.6	4.36		0.109	0.055
PPA-3	Frutal	3.5	2.37		0.059	0.03
PPA-3	Frutal	5.0	5.25		0.131	0.066
PPA-3	Frutal	4.2	3.56		0.089	0.045
PPF-1	---	---	---	---	---	---
PPF-2	Guayaba	8.0	14.91		0.373	0.187
PPF-2	Hoja pequeña	7.0	11.08		0.277	0.139
PPF-2	Hoja pequeña	12.0	36.73		0.918	0.459
PPF-2	Hoja pequeña	7.5	12.92		0.323	0.162
PPF-2	Hoja pequeña	10.0	24.49		0.612	0.306
PPF-2	Hoja pequeña	18.0	90.46		2.262	1.131
PPF-2	Huizache	19.0		136.66	3.417	1.709
PPF-2	Huizache	32.0		304.72	7.618	3.809
PPF-3	---	---	---	---	---	---

ANEXO 11. Biomasa y Carbono en arbustos.

UM	Especie	D ₁₅ (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CLEN-1	Café	7.2	3.98	0.100	0.050
CLEN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-1	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CLEN-1	Café	4.5	1.49	0.037	0.019
CLEN-1	Café	8.5	5.65	0.141	0.071
CLEN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-1	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLEN-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-1	Café	9.7	7.45	0.186	0.093
CLEN-1	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLEN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLEN-2	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CLEN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-2	Café	9.5	7.13	0.178	0.089
CLEN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	8.5	5.65	0.141	0.071
CLEN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029

D₁₅ = Diámetro del tallo medido a 15 cm sobre el nivel del suelo.

ANEXO 11. Biomasa y Carbono en arbustos. (Continuación)

UM	Especie	D ₁₅ (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CLEN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLEN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLEN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-2	Café	10.0	7.94	0.199	0.100
CLEN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLEN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLEN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	9.5	7.13	0.178	0.089
CLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-2	Café	8.5	5.65	0.141	0.071
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	4.0	1.16	0.029	0.015
CLEN-2	Café	10.0	7.94	0.199	0.100
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLEN-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034

D₁₅ = Diámetro del tallo medido a 15 cm sobre el nivel del suelo.

ANEXO 11. Biomasa y Carbono en arbustos. (Continuación)

UM	Especie	D ₁₅ (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CLEN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-2	Café	9.5	7.13	0.178	0.089
CLEN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-3	Café	8.5	5.65	0.141	0.071
CLEN-3	Café	9.5	7.13	0.178	0.089
CLEN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-3	Café	8.5	5.65	0.141	0.071
CLEN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLEN-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLEN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-3	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CLEN-3	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CLEN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLEN-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLEN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLEN-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLEN-3	Café	8.5	5.65	0.141	0.071
CLEN-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLEN-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLEN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLEN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLEN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLEN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055

D₁₅ = Diámetro del tallo medido a 15 cm sobre el nivel del suelo.

ANEXO 11. Biomasa y Carbono en arbustos. (Continuación)

UM	Especie	D ₁₅ (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CLN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-3	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CLN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-1	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-1	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-1	Café	9.5	7.13	0.178	0.089
CLN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-1	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-1	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-1	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-1	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-1	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-1	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-1	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-1	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-1	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-1	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-1	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CLN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-1	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-1	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CLN-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-1	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034

D₁₅ = Diámetro del tallo medido a 15 cm sobre el nivel del suelo.

ANEXO 11. Biomasa y Carbono en arbustos. (Continuación)

UM	Especie	D ₁₅ (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CLN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-1	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-1	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-1	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-1	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023

D₁₅ = Diámetro del tallo medido a 15 cm sobre el nivel del suelo.

ANEXO 11. Biomasa y Carbono en arbustos. (Continuación)

UM	Especie	D ₁₅ (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CLN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-2	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CLN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-2	Café	9.5	7.13	0.178	0.089
CLN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-3	Café	8.5	5.65	0.141	0.071
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-3	Café	9.5	7.13	0.178	0.089
CLN-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-3	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CLN-3	Café	8.5	5.65	0.141	0.071
CLN-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-3	Café	3.5	0.88	0.022	0.011
CLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-3	Café	4.0	1.16	0.029	0.015
CLN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-3	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CLN-3	Café	8.5	5.65	0.141	0.071
CLN-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-3	Café	8.5	5.65	0.141	0.071
CLN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034

D₁₅ = Diámetro del tallo medido a 15 cm sobre el nivel del suelo.

ANEXO 11. Biomasa y Carbono en arbustos. (Continuación)

UM	Especie	D ₁₅ (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CLN-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-3	Café	3.0	0.63	0.016	0.008
CLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-3	Café	9.5	7.13	0.178	0.089
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLN-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-3	Café	9.5	7.13	0.178	0.089
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLN-3	Café	9.5	7.13	0.178	0.089
CLN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLN-3	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CLN-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLE-1	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLE-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLE-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLE-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLE-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLE-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLE-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLE-1	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLE-1	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLE-2	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CLE-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLE-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029

D₁₅ = Diámetro del tallo medido a 15 cm sobre el nivel del suelo.

ANEXO 11. Biomasa y Carbono en arbustos. (Continuación)

UM	Especie	D ₁₅ (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CLE-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLE-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLE-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLE-3	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CLE-3	Café	3.5	0.88	0.022	0.011
CLE-3	Café	9.5	7.13	0.178	0.089
CLE-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLE-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLE-3	Café	8.5	5.65	0.141	0.071
CLE-3	Café	9.5	7.13	0.178	0.089
CLE-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLE-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLE-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLE-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLE-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLE-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLE-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLE-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLE-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLE-3	Café	8.5	5.65	0.141	0.071
CLE-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLE-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLE-3	Café	8.5	5.65	0.141	0.071
CLE-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLE-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLE-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CLE-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CLE-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLE-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLE-3	Café	4.5	1.49	0.037	0.019
CLE-3	Café	4.0	1.16	0.029	0.015
CLE-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CLE-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CLE-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CLE-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CLE-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CLE-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CPA-1	Café	4.5	1.49	0.037	0.019
CPA-1	Café	3.0	0.63	0.016	0.008
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CPA-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CPA-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CPA-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047

D₁₅ = Diámetro del tallo medido a 15 cm sobre el nivel del suelo.

ANEXO 11. Biomasa y Carbono en arbustos. (Continuación)

UM	Especie	D ₁₅ (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CPA-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CPA-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CPA-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CPA-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CPA-2	Café	9.5	7.13	0.178	0.089
CPA-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CPA-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CPA-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CPA-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CPA-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CPA-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CPA-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CPA-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CPA-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CPA-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CPA-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CPA-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CPA-2	Café	4.5	1.49	0.037	0.019
CPA-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CPA-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CPA-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CPA-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CPA-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
CPA-2	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
CPA-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040

D₁₅ = Diámetro del tallo medido a 15 cm sobre el nivel del suelo.

ANEXO 11. Biomasa y Carbono en arbustos. (Continuación)

UM	Especie	D ₁₅ (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CPA-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CPA-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CPA-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CPA-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
CPA-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
CPA-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CPA-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CPA-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CPA-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
CPA-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
CPA-2	Café	4.5	1.49	0.037	0.019
CPA-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
CPA-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
SLEN-1	Café	2.5	0.43	0.011	0.006
SLEN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLEN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
SLEN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
SLEN-1	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
SLEN-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
SLEN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
SLEN-1	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
SLEN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLEN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
SLEN-1	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
SLEN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
SLEN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
SLEN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
SLEN-1	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
SLEN-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
SLEN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
SLEN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLEN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
SLEN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
SLEN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
SLEN-1	Café	4.0	1.16	0.029	0.015
SLEN-1	Café	4.5	1.49	0.037	0.019
SLEN-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
SLEN-1	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
SLEN-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
SLEN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
SLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
SLEN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
SLEN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
SLEN-2	Café	4.0	1.16	0.029	0.015
SLEN-2	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
SLEN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
SLEN-2	Café	3.5	0.88	0.022	0.011

D15 = Diámetro del tallo medido a 15 cm sobre el nivel del suelo.

ANEXO 11. Biomasa y Carbono en arbustos. (Continuación)

UM	Especie	D ₁₅ (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
SLN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
SLN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLN-2	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
SLN-2	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
SLN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
SLN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
SLN-2	Café	4.0	1.16	0.029	0.015
SLN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
SLN-2	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
SLN-2	Café	3.5	0.88	0.022	0.011
SLN-2	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
SLN-2	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
SLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
SLN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
SLN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
SLN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
SLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
SLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLN-3	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
SLN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
SLN-3	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
SLN-3	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
SLN-3	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
SLN-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
SLN-3	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
SLN-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
SLN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
SLN-1	Café	4.5	1.49	0.037	0.019
SLN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
SLN-1	Café	8.0	4.97	0.124	0.062
SLN-1	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
SLN-1	Café	7.5	4.34	0.109	0.055
SLN-1	Café	6.0	2.72	0.068	0.034
SLN-1	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
SLN-1	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLN-1	Café	7.0	3.76	0.094	0.047
SLN-1	Café	9.0	6.37	0.159	0.080
SLN-2	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLN-2	Café	3.5	0.88	0.022	0.011
SLN-2	Café	4.5	1.49	0.037	0.019

D₁₅ = Diámetro del tallo medido a 15 cm sobre el nivel del suelo.

ANEXO 11. Biomasa y Carbono en arbustos. (Continuación)

UM	Especie	D ₁₅ (cm)	Biomasa (kg)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	Carbono (Mg ha ⁻¹)
SLN-3	Café	4.5	1.49	0.037	0.019
SLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
SLN-3	Café	4.0	1.16	0.029	0.015
SLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLN-3	Café	5.5	2.26	0.057	0.029
SLN-3	Café	5.0	1.85	0.046	0.023
SLN-3	Café	6.5	3.21	0.080	0.040
BNC-1	---	---	0	0	0
BNC-2	---	---	0	0	0
BNC-3	---	---	0	0	0
BNL-1	---	---	0	0	0
BNL-2	---	---	0	0	0
BNL-3	---	---	0	0	0
PLEN-1	---	---	0	0	0
PLEN-2	---	---	0	0	0
PLEN-3	---	---	0	0	0
PLN-1	---	---	0	0	0
PLN-2	---	---	0	0	0
PLN-3	---	---	0	0	0
PLE-1	---	---	0	0	0
PLE-2	---	---	0	0	0
PLE-3	---	---	0	0	0
PLS-1	---	---	0	0	0
PLS-2	---	---	0	0	0
PLS-3	---	---	0	0	0
PPA-1	---	---	0	0	0
PPA-2	---	---	0	0	0
PPA-3	---	---	0	0	0
PPF-1	---	---	0	0	0
PPF-2	---	---	0	0	0
PPF-3	---	---	0	0	0

D₁₅ = Diámetro del tallo medido a 15 cm sobre el nivel del suelo.

ANEXO 12. Biomasa y Carbono en herbáceas.

UM	Peso seco (g m ⁻²)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	% C	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CLEN-1	281.17	2.812	41.93	1.18
CLEN-2	28.5	0.285	41.93	0.12
CLEN-3	15.23	0.152	41.93	0.06
CLN-1	30.75	0.308	41.93	0.13
CLN-2	14.48	0.145	41.93	0.06
CLN-3	39.39	0.394	41.93	0.17
CLE-1	25.74	0.257	41.93	0.11
CLE-2	65.8	0.658	41.93	0.28
CLE-3	11.9	0.119	41.93	0.05
CPA-1	23.45	0.235	41.93	0.10
CPA-2	3.74	0.037	41.93	0.02
CPA-3	36.63	0.366	41.93	0.15
SLEN-1	52.14	0.521	40.77	0.21
SLEN-2	71.53	0.715	40.77	0.29
SLEN-3	96.47	0.965	40.77	0.39
SLN-1	52.25	0.523	40.77	0.21
SLN-2	252.17	2.522	40.77	1.03
SLN-3	128.49	1.285	40.77	0.52
BNC-1	0.00	0.00	41.93	0.00
BNC-2	0.00	0.00	41.93	0.00
BNC-3	15.94	0.159	41.93	0.07
BNL-1	29.82	0.298	41.93	0.12
BNL-2	34.14	0.341	41.93	0.14
BNL-3	127.08	1.271	41.93	0.53
PLEN-1	681.35	6.814	40.77	2.78
PLEN-2	182.54	1.825	40.77	0.74
PLEN-3	226.42	2.264	40.77	0.92
PLN-1	208.62	2.086	40.77	0.85
PLN-2	258.65	2.587	40.77	1.05
PLN-3	443.7	4.437	40.77	1.81
PLE-1	367.78	3.678	40.77	1.50
PLE-2	180.24	1.802	40.77	0.73
PLE-3	179.95	1.80	40.77	0.73
PLS-1	180.19	1.802	40.77	0.73
PLS-2	230.29	2.303	40.77	0.94
PLS-3	169.92	1.699	40.77	0.69
PPA-1	259.41	2.594	40.77	1.06
PPA-2	80.61	0.806	40.77	0.33
PPA-3	118.14	1.181	40.77	0.48
PPF-1	286.92	2.869	40.77	1.17
PPF-2	150.49	1.505	40.77	0.61
PPF-3	279.74	2.797	40.77	1.14

ANEXO 13. Biomasa y Carbono en la hojarasca.

UM	Peso seco (g m ⁻²)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	% C	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CLEN-1	73.83	0.738	44.71	0.33
CLEN-2	157.87	1.579	44.71	0.71
CLEN-3	446.32	4.463	44.71	2.00
CLN-1	0.00	0.00	44.71	0.00
CLN-2	456.23	4.562	44.71	2.04
CLN-3	698.67	6.987	44.71	3.12
CLE-1	25.45	0.255	44.71	0.11
CLE-2	122.25	1.223	44.71	0.55
CLE-3	95.98	0.96	44.71	0.43
CPA-1	115.99	1.16	44.71	0.52
CPA-2	189.45	1.895	44.71	0.85
CPA-3	39.70	0.397	44.71	0.18
SLEN-1	85.91	0.859	35.53	0.31
SLEN-2	191.81	1.918	35.53	0.68
SLEN-3	25.00	0.25	35.53	0.09
SLN-1	57.3	0.573	35.53	0.20
SLN-2	67.93	0.679	35.53	0.24
SLN-3	212.7	2.127	35.53	0.76
BNC-1	593.65	5.937	44.87	2.66
BNC-2	240.66	2.407	44.87	1.08
BNC-3	405.34	4.053	44.87	1.82
BNL-1	182.7	1.827	44.87	0.82
BNL-2	301.86	3.019	44.87	1.35
BNL-3	147.34	1.473	44.87	0.66
PLEN-1	0.00	0.00	35.53	0.00
PLEN-2	0.00	0.00	35.53	0.00
PLEN-3	50.91	0.509	35.53	0.18
PLN-1	0.00	0.00	35.53	0.00
PLN-2	0.00	0.00	35.53	0.00
PLN-3	0.00	0.00	35.53	0.00
PLE-1	0.00	0.00	35.53	0.00
PLE-2	0.00	0.00	35.53	0.00
PLE-3	0.00	0.00	35.53	0.00
PLS-1	8.26	0.083	35.53	0.03
PLS-2	0.00	0.00	35.53	0.00
PLS-3	0.00	0.00	35.53	0.00
PPA-1	0.00	0.00	35.53	0.00
PPA-2	0.00	0.00	35.53	0.00
PPA-3	0.00	0.00	35.53	0.00
PPF-1	0.00	0.00	35.53	0.00
PPF-2	14.87	0.149	35.53	0.05
PPF-3	0.00	0.00	35.53	0.00

ANEXO 14. Biomasa y Carbono en mantillo.

UM	Peso seco (g m ⁻²)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	% C	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CLEN-1	364.97	3.650	45	1.64
CLEN-2	154.52	1.545	45	0.7
CLEN-3	449.13	4.491	45	2.02
CLN-1	285.58	2.856	45	1.29
CLN-2	357.60	3.576	45	1.61
CLN-3	328.09	3.281	45	1.48
CLE-1	454.19	4.542	45	2.04
CLE-2	301.97	3.020	45	1.36
CLE-3	316.61	3.166	45	1.42
CPA-1	245.98	2.460	45	1.11
CPA-2	222.79	2.228	45	1.00
CPA-3	99.61	0.996	45	0.45
SLEN-1	0.00	0.000	45	0.00
SLEN-2	0.00	0.000	45	0.00
SLEN-3	0.00	0.000	45	0.00
SLN-1	0.00	0.000	45	0.00
SLN-2	98.44	0.984	45	0.44
SLN-3	367.81	3.678	45	1.66
BNC-1	291.26	2.913	45	1.31
BNC-2	132.87	1.329	45	0.60
BNC-3	0.00	0.000	45	0.00
BNL-1	193.77	1.938	45	0.87
BNL-2	34.91	0.349	45	0.16
BNL-3	37.50	0.375	45	0.17
PLEN-1	0.00	0.000	45	0.00
PLEN-2	0.00	0.000	45	0.00
PLEN-3	0.00	0.000	45	0.00
PLN-1	0.00	0.000	45	0.00
PLN-2	0.00	0.000	45	0.00
PLN-3	0.00	0.000	45	0.00
PLE-1	0.00	0.000	45	0.00
PLE-2	0.00	0.000	45	0.00
PLE-3	0.00	0.000	45	0.00
PLS-1	0.00	0.000	45	0.00
PLS-2	0.00	0.000	45	0.00
PLS-3	0.00	0.000	45	0.00
PPA-1	0.00	0.000	45	0.00
PPA-2	0.00	0.000	45	0.00
PPA-3	0.00	0.000	45	0.00
PPF-1	0.00	0.000	45	0.00
PPF-2	0.00	0.000	45	0.00
PPF-3	0.00	0.000	45	0.00

ANEXO 15. Biomasa y Carbono en leñosas muertas.

UM	Peso seco (g 100m ⁻²)	Biomasa (Mg ha ⁻¹)	% C	Carbono (Mg ha ⁻¹)
CLEN-1	360.00	0.036	50	0.02
CLEN-2	0.00	0.000	50	0.00
CLEN-3	2065.00	0.207	50	0.10
CLN-1	490.00	0.049	50	0.02
CLN-2	2420.00	0.242	50	0.12
CLN-3	2090.00	0.209	50	0.10
CLE-1	580.00	0.058	50	0.03
CLE-2	1590.00	0.159	50	0.08
CLE-3	1995.00	0.200	50	0.10
CPA-1	625.00	0.063	50	0.03
CPA-2	263756.31	26.376	50	13.19
CPA-3	1410.00	0.141	50	0.07
SLEN-1	1262.00	0.126	50	0.06
SLEN-2	325.00	0.033	50	0.02
SLEN-3	0.00	0.000	50	0.00
SLN-1	870.00	0.087	50	0.04
SLN-2	685.00	0.069	50	0.03
SLN-3	1010.00	0.101	50	0.05
BNC-1	1353794.84	135.379	50	67.69
BNC-2	5260.00	0.526	50	0.26
BNC-3	6560.00	0.656	50	0.33
BNL-1	3110.00	0.311	50	0.16
BNL-2	1360.00	0.136	50	0.07
BNL-3	1160.00	0.116	50	0.06
PLEN-1	0.00	0.000	50	0.00
PLEN-2	0.00	0.000	50	0.00
PLEN-3	0.00	0.000	50	0.00
PLN-1	0.00	0.000	50	0.00
PLN-2	0.00	0.000	50	0.00
PLN-3	0.00	0.000	50	0.00
PLE-1	0.00	0.000	50	0.00
PLE-2	320.00	0.032	50	0.02
PLE-3	0.00	0.000	50	0.00
PLS-1	0.00	0.000	50	0.00
PLS-2	0.00	0.000	50	0.00
PLS-3	0.00	0.000	50	0.00
PPA-1	0.00	0.000	50	0.00
PPA-2	0.00	0.000	50	0.00
PPA-3	0.00	0.000	50	0.00
PPF-1	0.00	0.000	50	0.00
PPF-2	0.00	0.000	50	0.00
PPF-3	0.00	0.000	50	0.00

ANEXO 16. Carbono aéreo total.

UM	Árboles (Mg ha ⁻¹)	Arbustos (Mg ha ⁻¹)	Leñosas (Mg ha ⁻¹)	Herbáceas (Mg ha ⁻¹)	Hojarasca (Mg ha ⁻¹)	Mantillo (Mg ha ⁻¹)	Total C (Mg ha ⁻¹)
CLEN-1	2.49	0.79	0.02	1.18	0.33	1.64	6.45
CLEN-2	9.60	3.83	0.00	0.12	0.71	0.70	14.96
CLEN-3	80.92	1.72	0.10	0.06	2.00	2.02	86.82
CLN-1	24.00	2.26	0.02	0.13	0.00	1.29	27.70
CLN-2	37.90	2.03	0.12	0.06	2.04	1.61	43.76
CLN-3	42.91	3.27	0.10	0.17	3.12	1.48	51.05
CLE-1	14.48	0.26	0.03	0.11	0.11	2.04	17.03
CLE-2	30.10	0.16	0.08	0.28	0.55	1.36	32.53
CLE-3	38.46	1.59	0.10	0.05	0.43	1.42	42.05
CPA-1	30.36	0.03	0.03	0.10	0.52	1.11	32.15
CPA-2	77.96	2.66	13.19	0.02	0.85	1.00	95.68
CPA-3	21.01	0.06	0.07	0.15	0.18	0.45	21.92
SLEN-1	4.45	1.02	0.06	0.21	0.31	0.00	6.05
SLEN-2	9.03	0.77	0.02	0.29	0.68	0.00	10.79
SLEN-3	4.57	0.62	0.00	0.39	0.09	0.00	5.67
SLN-1	9.05	0.57	0.04	0.21	0.20	0.00	10.07
SLN-2	14.93	0.05	0.03	1.03	0.24	0.44	16.72
SLN-3	30.89	0.20	0.05	0.52	0.76	1.66	34.08
BNC-1	170.29	0.00	67.69	0.00	2.66	1.31	241.95
BNC-2	133.25	0.00	0.26	0.00	1.08	0.60	135.19
BNC-3	311.45	0.00	0.33	0.07	1.82	0.00	313.67
BNL-1	202.88	0.00	0.16	0.12	0.82	0.87	204.85
BNL-2	60.42	0.00	0.07	0.14	1.35	0.16	62.14
BNL-3	186.29	0.00	0.06	0.53	0.66	0.17	187.71
PLEN-1	0.74	0.00	0.00	2.78	0.00	0.00	3.52
PLEN-2	5.07	0.00	0.00	0.74	0.00	0.00	5.81
PLEN-3	0.51	0.00	0.00	0.92	0.18	0.00	1.61
PLN-1	0.00	0.00	0.00	0.85	0.00	0.00	0.85
PLN-2	1.01	0.00	0.00	1.05	0.00	0.00	2.06
PLN-3	0.00	0.00	0.00	1.81	0.00	0.00	1.81
PLE-1	0.00	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	1.50
PLE-2	5.26	0.00	0.02	0.73	0.00	0.00	6.01
PLE-3	0.00	0.00	0.00	0.73	0.00	0.00	0.73
PLS-1	0.00	0.00	0.00	0.73	0.03	0.00	0.76
PLS-2	0.00	0.00	0.00	0.94	0.00	0.00	0.94
PLS-3	5.43	0.00	0.00	0.69	0.00	0.00	6.12
PPA-1	0.00	0.00	0.00	1.06	0.00	0.00	1.06
PPA-2	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.33
PPA-3	0.33	0.00	0.00	0.48	0.00	0.00	0.81
PPF-1	0.00	0.00	0.00	1.17	0.00	0.00	1.17
PPF-2	7.90	0.00	0.00	0.61	0.05	0.00	8.56
PPF-3	0.00	0.00	0.00	1.14	0.00	0.00	1.14

ANEXO 17. Carbono total (aéreo + subterráneo).

UM	C Aéreo (Mg ha ⁻¹)	C Subterráneo (Mg ha ⁻¹)	C Total (Mg ha ⁻¹)
CLEN-1	6.45	109.34	115.79
CLEN-2	14.96	86.85	101.81
CLEN-3	86.82	102.54	189.36
CLN-1	27.70	90.07	117.77
CLN-2	43.76	137	180.76
CLN-3	51.05	126.38	177.43
CLE-1	17.03	119.29	136.32
CLE-2	32.53	104.07	136.60
CLE-3	42.05	126.85	168.90
CPA-1	32.15	158.06	190.21
CPA-2	95.68	159.01	254.69
CPA-3	21.92	138.51	160.43
SLEN-1	6.05	104.09	110.14
SLEN-2	10.79	94.66	105.45
SLEN-3	5.67	114.94	120.61
SLN-1	10.07	96.8	106.87
SLN-2	16.72	140.57	157.29
SLN-3	34.08	143.65	177.73
BNC-1	241.95	85.53	327.48
BNC-2	135.19	112.55	247.74
BNC-3	313.67	123.59	437.26
BNL-1	204.85	66.87	271.72
BNL-2	62.14	118.58	180.72
BNL-3	187.71	87.37	275.08
PLEN-1	3.52	125.85	129.37
PLEN-2	5.81	70.26	76.07
PLEN-3	1.61	94.3	95.91
PLN-1	0.85	122.41	123.26
PLN-2	2.06	139.4	141.46
PLN-3	1.81	148.16	149.97
PLE-1	1.50	137.31	138.81
PLE-2	6.01	123.18	129.19
PLE-3	0.73	125.55	126.28
PLS-1	0.76	148.48	149.24
PLS-2	0.94	121.41	122.35
PLS-3	6.12	85.52	91.64
PPA-1	1.06	170.05	171.11
PPA-2	0.33	131.22	131.55
PPA-3	0.81	108.07	108.88
PPF-1	1.17	122.27	123.44
PPF-2	8.56	101.71	110.27
PPF-3	1.14	139.41	140.55