



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible"

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Trabajo de Graduación

Cuantificación del carbono almacenado en tres fincas en tres estados de desarrollo del bosque de Pino (*Pinus oocarpa, L.*) Dipilto, Nueva Segovia, Nicaragua.

AUTORES

Br: Delio Ariel Calderón Reyes

Br: Dalila Esmeralda Solís Urbina

ASESORES

Dr. Domingo Rivas Cerda

Dr. Guillermo Castro Marín

Ing. Edwin Alonzo Serrano

Managua, Nicaragua Febrero, 2012

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente



Trabajo de Graduación

Cuantificación del carbono almacenado en tres fincas en tres estados de desarrollo del bosque de Pino (*Pinus oocarpa*, L.) Dipilto, Nueva Segovia, Nicaragua.

Tesis para optar al Título de Ingeniero Forestal

AUTORES

Br: Delio Ariel Calderón Reyes

Br: Dalila Esmeralda Solís Urbina

ASESORES

Dr. Domingo Rivas Cerda

Dr. Guillermo Castro Marín

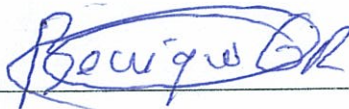
Ing. Edwin Alonzo Serrano

Managua, Nicaragua Febrero, 2012

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para optar al título profesional de:

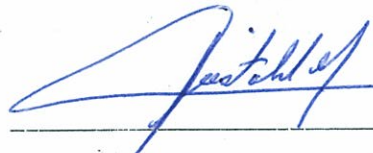
INGENIERO FORESTAL

Miembros del Tribunal Examinador



Dr. Benigno Gonzales

Presidente



M.Sc. Cristóbal Medina

Secretario



M.Sc. Lucia Romero

Vocal

Managua, 28 de Febrero 2012

ÍNDICE GENERAL

SECCIÓN	PÁGINA
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	ix
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	2
II. OBJETIVOS	3
2.1 Objetivo general.....	3
2.2 Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y MÉTODO	4
3.1 Ubicación del área de estudio.....	4
3.1.1 Localización.....	4
3.2 Descripción de las tres Fincas seleccionadas.....	5
3.2.1 Finca San Martin.....	5
3.2.2 Finca El Sarrete.....	5
3.2.3 Finca Campo Fresco.....	6
3.3 Clima.....	6
3.4 Relieve.....	6
3.5 Suelo	7
3.6 Diseño metodológico	7
3.6.1 Selección de las áreas de estudio	7
3.6.2 Parcelas de Inventario Forestal	7
3.7 Ejecución del inventario forestal.....	7
3.7.1 Inventario estratificado.	7
3.7.2 Ventajas del inventario estratificado.....	8
3.7.3 Desventaja del inventario estratificado.....	8
3.7.4 Inventario de árboles.....	8
3.8 Intensidad de muestreo.....	8

3.9 Metodología para determinar la edad de los árboles	10
3.10 Estados de desarrollo y variables a medir.....	10
3.10.1 Estados de desarrollo.....	10
3.10.2 Variables a medir.....	10
3.10.3 Altura total.....	10
3.10.4 Diámetro a la altura del pecho.....	11
3.10.5 Número de árboles por hectárea.....	11
3.10.6 Volumen por hectárea.....	11
3.11 Biomasa del árbol.....	12
3.11.1 Medición de la hojarasca.....	12
3.11.2 Muestreo de suelo.....	13
3.11.3 Proceso de secado de las sub muestras.....	13
3.11.4 Determinación del contenido de humedad.....	14
3.11.5 Peso total seco de biomasa.....	14
3.12 Contenido de carbono.....	15
3.12.1 Proceso para determinar el carbono en los tejidos vegetales.....	15
3.12.2 Carbono en la biomasa aérea.....	15
3.12.3 Carbono en la hojarasca.....	16
3.12.4 Carbono en el suelo.....	16
3.12.5 Análisis estadístico.....	16
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1 Inventario Forestal.....	17
4.1.1 Bosque en regeneración.....	17
4.1.2 Bosque Joven	18
4.1.3 Bosque Maduro.....	20
4.2 Biomasa	21
4.2.1 Biomasa aérea	21
4.2.2 Biomasa de hojarasca	22
4.3 Contenido de carbono en la biomasa aérea	23
4.3.1 Carbono en el sub componente fustes.....	23
4.3.2 Carbono en el sub componente ramas.....	23
4.3.3 Carbono en el sub componente acículas.....	23

4.4	Componente hojarasca.....	25
4.5	Componente suelo	27
4.5.1	Almacenamiento total de carbono en la biomasa aérea y hojarasca.....	28
4.5.2	Tasa anual de acumulación de carbono.	29
V.	CONCLUSIONES	30
VI.	RECOMENDACIONES	31
VII.	LITERATURA CITADA	32
VIII.	ANEXOS	36

DEDICATORIA

Señor tú has sido para nosotros un refugio a lo largo de los siglos. Antes que nacieran las montañas y aparecieran la tierra y el mundo, tú ya eras Dios y lo eras para siempre, tú que devuelves al polvo a los mortales, y les dices: "Váyanse hijos de Adán" Mil años para ti son como un día, un ayer un momento de la noche (SALMO 89).

En primer lugar dedico cada uno de mis logros alcanzados a **DIOS** nuestro señor, por guiar mis pasos por el sendero correcto.

A mis Padres:

Pablo Calderón y Justina Reyes.

A mis Hermanos:

Angelina, Luis Manuel, Pablo Antonio, Eva María, Oscar Danilo y Rosaura. Por sus sabios consejos y sobre todo el apoyo moral económico incondicional que me supieron brindar.

A mis cuñados:

Leonel Moreno, Pedro Soza, Ana Cecilia, Isabel Zúniga y Claudia Sorto.

A mis Sobrinos:

Kelder, Elian, Wendy, Pedrito, Kevin, Angélica Mariana, Dania y Luis Gabriel.

Br. Delio Ariel Calderón Reyes

DEDICATORIA

A Dios por darme la oportunidad de cumplir con una de mis metas, y las fuerzas necesarias para vencer cada uno de los obstáculos.

A mis Padres:

María Urbina León por ser amiga fiel e Isidro Solís González por su Amor y comprensión.

A mis Hermanos:

Esther, Magdalena, Nohemí, Elizabeth, Rafael, Ismael, Heidi.

A mi Cuñado José Abraham Cortes Peña.

A mis sobrinos: Yubeyqui, Britnney y Roberto a todos ellos mil gracias por haber estado con migo en las buenas y malas, en especial a Alex y María Urbina León por brindarme su apoyo económico durante todo el tiempo que estuve en la UNA.

A mis Amigos: Delio Calderón, Santos Velásquez y Danny Hernández a quienes siempre los llevare en mi corazón recordándolos como buenas personas que fueron durante todos estos años.

Br. Dalila Esmeralda Solís Urbina

AGRADECIMIENTOS

Al Proyecto Post-doctoral “Medición de las emisión de gases efecto invernadero (GEI) en el sector agrario nicaragüense y el impacto del cambios climáticos sobre la erosión de suelos” Fondo de Investigación DIEP-UNA.

De igual manera a nuestro asesor Ph.D. Ing. Domingo Rivas Cerda, por su valioso apoyo brindado durante el trascurso de ejecución de nuestra tesis.

Al Ingeniero Edwin Alonso Serrano, por su aporte incondicional para la pronta realización de la etapa de campo y por el apoyo brindado en momentos de consulta.

Al personal que labora en el laboratorio de suelo y agua de nuestra Universidad Nacional Agraria

A la dirección de servicios estudiantiles, por habernos otorgado el privilegio de gozar de beca interna durante los cuatro años y medio de carrera universitaria

A nuestros ex compañeros de clase, profesores de la FARENA y demás amistades, que de una u otra forma contribuyeron en nuestra formación profesional

Br. Delio Ariel Calderón Reyes

Br. Dalila Esmeralda Solís Urbina

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS	PÁGINA
1. Datos promedios de temperatura y precipitación del área de estudio.....	6
2. Peso seco de biomasa aérea por unidad de área.....	21
3. Peso seco promedio de hojarasca encontrado por unidad de área	22
4. Datos promedios de los tres árboles derribados en tres estados dedesarrollo (B. regeneración, B. joven y B. Maduro) en tres fincas en el municipio de Dipilto.....	25
5. Consolidado de carbono encontrado en diferentes depósitos de tres estados de desarrollo. 2010.....	28
6. Tasa anual de acumulación de carbono por estado de desarrollo, 2010.....	29

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Ubicación geográfica de las fincas seleccionadas en el Municipio de Dipilto.....	4
2. Diseño de la parcela utilizada en el inventario forestal, 2010.....	9
3. Número de árboles promedios por hectárea encontrados en el bosque en regeneración de tres fincas, Dipilto Nueva Segovia, 2010.....	17
4. Volumen (m ³ /ha) promedio por hectárea encontrado en el bosque en regeneración en tres fincas, Dipilto Nueva Segovia 2010.....	18
5. Número de árboles promedios por hectárea, encontrados en el bosque joven en tres fincas, Dipilto Nueva Segovia, 2010.....	19
6. Volumen (m ³ /ha) promedio por hectárea encontrado en el bosque joven en tres fincas, Dipilto Nueva Segovia 2010.....	19
7. Número de árboles promedios por hectárea encontrados en el bosque maduro en tres fincas, Dipilto Nueva Segovia, 2010.....	20
8. Volumen (m ³ /ha) promedio por hectárea encontrado en el bosque maduro en tres fincas, Dipilto Nueva Segovia, 2010.....	21
9. Contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea, por estado de desarrollo en cada componente, Dipilto Nueva Segovia, 2010.....	24
10. Contenido de carbono en toneladas por hectárea almacenado en la hojarasca de tres estados de desarrollo, Dipilto Nueva Segovia, 2010.....	26
11. Contenido de carbono almacenado en el suelo, por estado de desarrollo en las fincas San Martín, El Sarrete y Campo Fresco, Dipilto Nueva Segovia, 2010.....	27

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Glosario de términos	37
2. Parcela de inventario de carbono de 20 m de radio con sus cuatros cuadrantes (I, II, III, IV) y sub. Parcelas de medición de sotobosque y hojarasca ,2010.	39
3. Árbol promedio derribado en el bosque en regeneración de 8 años de la Finca San Martin.....	40
4. Árbol promedio derribado en el bosque joven de 22 años en la Finca San Martin. ...	41
5. Árbol promedio derribado en el B. Maduro de 33 años en la Finca San Martin	42
6. Árbol promedio derribado en el Bosque en regeneración de 10 años en la Finca El Sarrete.	43
7. Árbol promedio derribado en el Bosque Joven de 25 años en la Finca El Sarrete.	44
8. Árbol promedio derribado en el Bosque maduro de 33 años en la Finca El Sarrete. .	45
9. Árbol promedio derribado en el Bosque en Regeneración de 7 años en la Finca Campo Fresco.....	46
10. Árbol promedio derribado en el Bosque joven de 22 años, Finca Campo Fresco...	47
11. Árbol promedio derribado en el Bosque maduro de 33 años en la finca Campo Fresco	48
12. Peso húmedo en kilogramos, por componente de biomasa aérea de los nueve árboles derribados en las tres fincas	49
13. Densidad aparente, contenido de carbono, peso del suelo y carbono en el suelo....	50
14. Contenido de Carbono en la hojarasca en tres estados de desarrollo del bosque de Pinus oocarpa en tres fincas seleccionadas del Municipio de Dipilto.	51

15. Contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea de los nueve árboles derribados.	53
16. Formato de campo para toma de datos del inventario forestal	56
17. Cálculo de carbono por número de árboles	57
18 Consolidado de carbono en la biomasa aérea en las tres fincas.....	58
19. Consolidado de carbono en la biomasa de hojarasca.....	61
20. Consolidado de carbono en el suelo	63

RESUMEN

En Nicaragua, se realizan inventarios nacionales de Gases Efecto Invernadero (GEIs), utilizando factores de emisión estándares, lo cual contribuye a crear una incertidumbre en los resultados. A fin de contribuir a reducir el grado de incertidumbre, se propone estudiar el carbono almacenado en ecosistemas de pino en tres fincas seleccionadas dentro del Municipio de Dipilto, Nueva Segovia. La temperatura media anual es de 24.5 °C y la precipitación media anual es de 833.8 mm año, con una altitud de 1,832 msnm. Tres estados de desarrollo del bosque de pino fueron evaluados: Bosque de Regeneración (BR), Bosque Joven (BJ) y Bosque Maduro (BM). La parcela de muestreo de forma circular ($r=20$ m). Para el inventario forestal, de cada árbol se midió la altura total (AT) y el diámetro a la altura del pecho (DAP). Se seleccionó un árbol promedio para la medición de biomasa. En sub-parcelas de 1m², se evaluaron los componentes hojarasca y suelo. De los rastrojos, se pesó las ramas y acículas y del suelo, se tomaron muestras de densidad aparente y alterada. Muestras de 500 g de los componentes vegetativos fueron colectadas para el determinar el contenido de carbono y porcentaje de humedad. La biomasa seca (Kg/árbol) fue 105.53, 316.07, 391.67 y de carbono almacenado (t C/ha) fueron 11.0, 45.5 y 58.5 para Bosque en Regeneración, Bosque Joven y Bosque Maduro, respectivamente. En la biomasa de hojarasca el contenido de carbono (t/ha) fue de 3.89 t/ha (4 t C/ha), 5.50 (4.30 t C/ha) y 7.99 kg/m² (5.8 t C/ha). En hojarasca para Bosque en Regeneración, Bosque Joven y Bosque Maduro, El carbono determinado en el suelo fue de 310, 215 y 120 t C/ha para Bosque en Regeneración, Bosque Joven, Bosque Maduro, respectivamente. El suelo cumple una función muy importante en el Carbono acumulado. El carbono capturado se deposita o se fija en un 75% en el fuste de los árboles y el 16.7% en ramas y 8.3 % en acículas.

ABSTRAC

In Nicaragua, national inventories of gases accomplish. Green house effect then selves, using factors of emission standards, witch as he contributes to creating a uncertainty in the in the aftermath.

In order to contribute reduce the grade of uncertainty, it is proposed studying carbon stored in ecosystems of pine at three farmsteads selected at Dipilto Municipality Nueva Segovia. Halfway yearly temperature becomes of 24.5 degrees Celsius and halfway yearly rainfall becomes of 833.8 milliliters, altitude become of three statyses of development of 1832 meters on the sea level.

Three Statyses of development of the forest of pine were evaluated: Forest of generation, young forest and mature forest. The parcel of sampling utilized went from circular from with a radio of 20 meters. During the realization of forestal inventory, himself measured. The total height and the dimeter at the height of the chast of all the existent trees at measurement of aerial biomass was selected. In the sub-parcels of sguare meter (m^2), the component is evaluated fallen leaves them selves and of the ground. All of the biomass of fallen leaves that one include branches an needles, of the ground was weighed two signs took an one belonging to apparent density and two pounds upset ground.

The sub signs of 500 grams of biomass; they were recollected to determine the contents of carbon and percentage of humidity. The dry biomass went from 105.53, 316.07, and 391.67 and of carbon stored 11.0, 45.5nand 58.5 werefor forst in regeneration, young forest forest and mature forest, respectively.

The contents of carbon went from 4 t/ha at the forest in regeneration, 4.30 in the biomass of fallen leaves the C /ha at the young forest and 5.8 t/ha at the mature forest in the soil was of 310, 215 and 12o tons of carbon for hectare, for forest at regeneration, young forest, mature forest, respective carbon captured is deposited a 75% in the shaft of the trees and the 16.7% at branches and 8.3% in needtes

I. INTRODUCCION

El cambio climático inducido por las actividades humanas es un problema mundial que afecta de forma negativa los procesos ecológicos, económicos y sociales que rigen el planeta. Es inducido principalmente por gases de efecto invernadero como el metano (CH₄), el óxido nitroso (NO₂) y el dióxido de carbono (CO₂).

En lo que respecta a los contenidos de carbono atmosférico, éstos se han incrementado principalmente por dos actividades humanas principalmente: el cambio de uso de la tierra y la combustión de fósiles (IPCC 2001, citado por Segura, 1999).

En América Latina, uno de los principales cambios del uso de la tierra ha sido la deforestación de bosques para establecer pasturas para la ganadería (Harvey et ál., 2005) y en la actualidad las áreas de pastos continúan incrementando. Datos de FAO (2005) muestran que en 1961, el área de pasturas permanentes en Centroamérica era de 9.1 millones de hectáreas y ya para el año 2001 era de 13.6 millones (Beer, J et ál., 2003).

Los países industrializados como Estados Unidos, China, Rusia, India, Japón, Alemania, Canadá, Reino Unido y Corea del sur, son los que emiten las mayores concentraciones de gases de efecto invernadero hacia la atmosfera, por esta causa están en la obligación de recompensar a países como el nuestro que posee aéreas boscosas que actúan como sumidero de grandes cantidades de CO₂ emanados producto de las actividades industriales.

Retomando en cuenta la importancia que hoy en día representan los ecosistemas forestales, lo cual es una actividad que actualmente está reviviendo un gran interés en el mercado mundial, a través de la venta de los bonos de carbono, que es una actividad que genera ingresos directos a los propietarios de bosque. De hecho se pueden mencionar algunos países como Costa Rica, Estados Unidos y Reino Unido que han implementado esta metodología obteniendo resultados satisfactorios.

Nicaragua, al igual que otros países de la región centroamericana, también emite hacia la atmosfera gases de efecto invernadero producto de las actividades agrícolas principalmente.

En Nicaragua son escasos los estudios que determinan las capacidades de los bosques secundarios para fijación de carbono. En el presente estudio, se pretende determinar la cantidad de carbono que se encuentra almacenado en tres estados de desarrollo, del bosque de *Pinus oocarpa*, que servirían como base para futuros inventarios de carbono en áreas de pinares de Nicaragua.

Por otra parte, permite valorar las áreas boscosas como una fuente de almacenamiento de Carbono y poder acceder a mercados internacionales como oferentes en la venta de bonos de carbono a países industrializados, los cuales están comprometidos con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Evaluar el carbono almacenado en tres estados de desarrollo del bosque de Pino, Dipilto, Nueva Segovia, Nicaragua.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar el contenido de carbono presente en la biomasa aérea de los árboles, hojarasca y suelo en tres estados de desarrollo del bosque de pino.
- Comparar los contenidos de carbono almacenado en los diferentes estados de desarrollo y los diferentes componentes.
- Evaluar la tasa anual de almacenamiento de Carbono que presentaban los estados de desarrollo.

III. MATERIALES Y METODO

3.1 Ubicación del área de estudio

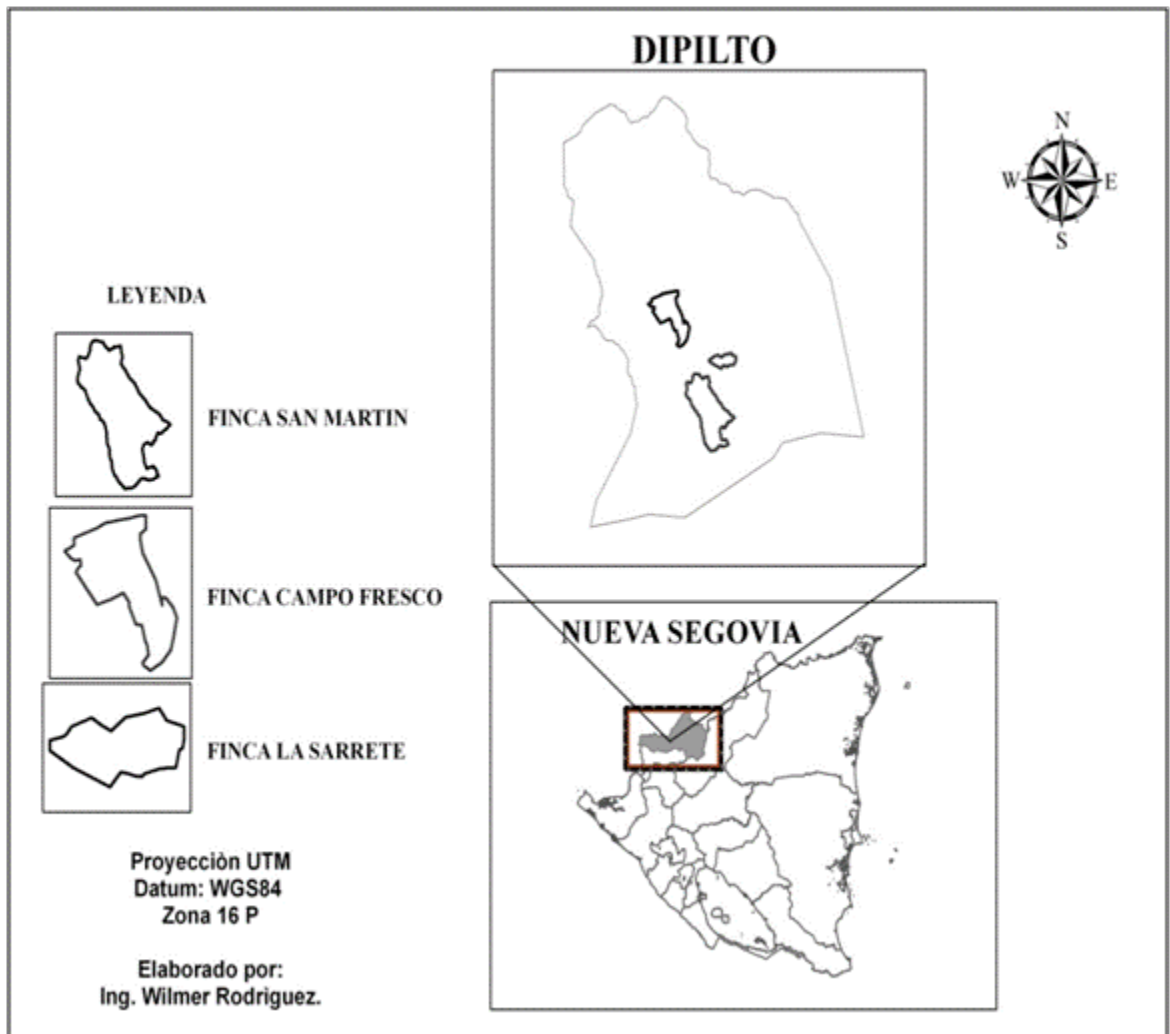


Figura 1. Ubicación geográfica de las fincas seleccionadas en el Municipio de Dipilto.

3.1.1 Localización

El área de estudio, se localiza en la parte noroccidental de Nicaragua, en el Municipio de Dipilto, Departamento de Nueva Segovia. Se localiza entre los límites: Al Norte con Honduras, al Sur con Ocotal, al Este con Mozonte y al Oeste con Macuelizo y Santa María, esta se ubica entre las coordenadas $13^{\circ}36'57''$ y $13^{\circ}47'57''$ de Latitud Norte y a los $86^{\circ}39'49''$ y $86^{\circ}42'42''$ de Longitud Oeste. (INETER, 2007; Citado por Hernández y Moncada, 2007).

Se seleccionaron tres fincas para el monitoreo de carbono. Se escogieron las fincas dado los siguientes parámetros:

- a. Aceptación del dueño de la finca, para la realización del estudio.
- b. Dentro de las fincas, existieran áreas de Bosque en regeneración (BR) con edad no mayor de 12 años, Bosque joven (BJ) alrededor de los 23 años y Bosque maduro (BM) con edad mayor a los 33 años
- c. El área de la finca fuera mayor de 20 ha.
- d. Que las fincas seleccionadas fueran las más representativas en todo el Municipio.

3.2 Descripción de las tres Fincas Seleccionadas

3.2.1 Finca San Martín

Está ubicada a 4 kilómetros al Oeste del Municipio de Dipilto a orillas de la carretera que conduce al Municipio de Santa María, posee un área total de de 237.42 hectáreas, de las cuales aproximadamente cincuenta hectáreas están cubiertas únicamente de pastizales que se utilizan para la alimentación 35 cabezas de ganado, ya que en esta finca se práctica la actividad ganadera de baja intensidad. El bosque de Pinares es muy bien manejado, está presente en toda la finca, en un 80% asociado con pastizales, en donde también se pueden observar algunas especies que no son muy predominantes como nancite y carbón.

Pose caminos secundarios que permiten un muy buen acceso, cuenta con un tractor de oruga que se utiliza para la reparación de caminos y para el arrastre de trozas, Esta finca es la que ha sido mejor manejada, en ella se realizó otro estudio anterior a este sobre pruebas de infiltración en suelo, además de los planes de manejo que en ella se desarrollan.

3.2.2 Finca El Sarrete

La Finca El Sarrete está ubicada a 2.5 kilómetros al Oeste de la cabecera Municipal posee un área de 34.40 hectáreas, que están cubiertas en un 70% de bosque de *Pinus oocarpa* asociado con pasto, presenta pendientes mayores del 30%, Suelos arenosos. De las tres Fincas El Sarrete es la de más difícil acceso.

3.2.3 Finca Campo Fresco

A 8 kilómetros al nor oeste del Municipio de Dipilto, a orillas de la carretera que conduce al Municipio de Santa María, se encuentra ubicada la Finca Campo Fresco la cual posee un área de 131.87 hectáreas donde predominan rodales de *Pinus oocarpa* asociados con *Quercus encino* y pastizales.

En esta finca la accesibilidad es muy buena, los suelos presentan muy buen drenaje, la pendiente es escarpada.

3.3 Clima

El promedio anual de temperatura es de 24.5 °C con promedio mínimo de 22.7 °C en el mes de Enero. La precipitación media anual es de 833.8 mm, los meses más lluviosos son Septiembre y Octubre. La mayor cantidad de precipitación se registra en Septiembre con 159.8 mm (ver cuadro 1). Se presenta un periodo relativamente seco de corta duración, llamado canícula, entre el 15 de Julio al 15 de Agosto, con una estación seca bien marcada que inicia en Diciembre y finaliza en el mes de Abril (INETER, 2007; Citado por Hernández y Moncada, 2007).

Cuadro 1. Datos promedios de temperatura y precipitación del área de estudio

Estación 9: - OCOTAL / OCOTAL							Latitud: 13° 37' 00" N			Período: 1971 – 2000			
Código: 45 017							Longitud: 86° 28' 00" W			Elevación: 612 msnm			
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic	Anual
P	31	3.9	9.2	37.2	136.4	129.8	69.9	102.6	159.8	145.0	30.0	7.0	833.8
T	22.7	23.8	25.4	26.7	26.6	24.9	24.3	24.6	24.4	24.0	23.5	22.8	24.5

3.4 Relieve

El relieve es accidentado con pendientes mayores del 30%, las alturas oscilan entre los 600 m en la parte sur del llano de Ocotál y alcanzan 1,832 m.s.n.m en la zona norte de la frontera con Honduras. (INETER, 2007; Citado por Hernández y Moncada, 2007).

3.5 Suelo

Presentan suelos Ultíssoles, con un drenaje interno natural de imperfecto a bien drenado, de profundo a muy profundo, el relieve de plano a muy escarpado, la fertilidad natural tiene valores de baja a media, se han desarrollado de rocas básicas, de sedimentos aluviales, coluviales y fluviales (INETER, 2007; Citado por Hernández y Moncada, 2007).

3.6 Diseño metodológico

3.6.1 Selección de las áreas de estudio

Para la selección de las áreas de estudio, se estableció coordinación con la Alcaldía Municipal de Dipilto, La Asociación de Desarrollo Forestal Campesino (ADEPROFOCA) y el Instituto Nacional Forestal (INAFOR).

3.6.2 Parcelas de inventario forestal

Se utilizaron parcelas de muestreo de tipo circulares temporales, con un radio de 20 m. Para su realización se necesitó de una brújula, la persona se ubicó en un punto, a partir del cual se midió con cinta métrica 20 m al norte, en donde se colocó una estaca, y a la distancia de 10 m sobre el mismo rumbo se colocó otra estaca. Esto se repite para cada punto cardinal. Se auxilió de cuerdas de nylon y de cinta métrica (50 m) para la marcación de la parcela. Se utilizó cinta biodegradable para marcar los árboles durante la realización del inventario.

Las parcelas de 1m² situadas a 10 m del centro de la parcela circular, ubicadas en el segundo, tercer y cuarto cuadrante se utilizaron para recolección muestras de suelo y biomasa de hojarasca (ver figura 2).

3.7 Ejecución del inventario forestal

3.7.1 Inventario estratificado

El inventario realizado fue estratificado y consistió en agrupar las unidades muestreo en estratos homogéneos (estado de desarrollo del bosque) en cuanto a las variables que se midieron. Se desarrolló en la estación más seca del año, entre los meses de Enero a Marzo del 2010, para realizar un trabajo más eficiente y aprovechar el mejor tiempo de accesibilidad a la zona.

3.7.2 Ventajas del inventario estratificado

Se obtiene mayor información sobre el bosque, ya que además de estimarse los parámetros de las características de la población, se obtienen los parámetros de las características por estrato.

Se obtiene una ganancia en la precisión de los estimados de la población al reducir la influencia de los valores extremos (CATIE, 2002).

3.7.3 Desventajas del inventario estratificado

En poblaciones con gran variabilidad, los estratos muchas veces resultan muy pequeños en extensión, por lo que no se puede hacer un muestreo de pequeña densidad dentro de cada estrato.

Se debe conocer el tamaño de cada estrato y se debe hacer un muestreo en cada estrato, para hacer estimaciones de medias y desviaciones para ese estrato (CATIE, 2002).

3.7.4 Inventario de árboles

Se llevó a cabo el inventario, contando y midiendo en su totalidad los árboles encontrados en los cuatro cuadrantes, de la parcela circular donde se midió diámetro a la altura del pecho y altura total.

3.8 Intensidad de muestreo

Se realizó en base al producto del número de parcelas establecidas y el área de la parcela en hectárea luego se dividió entre el área total de la finca en hectárea, luego esta proporción se transformó en porcentaje al multiplicarse por cien. Donde la intensidad de muestreo fue de 0.7%. Aunque no es esencial conocerla debido que no estamos trabajando con las áreas totales de las fincas.

Ecuación 1. $I = n \times a/A \times 100$ (Valdivia, 2001)

Donde

I= Intensidad de muestreo

n= Número de parcelas establecidas

a= Área de la parcela en hectárea

A= Área total de la finca.

100= constante para transformar en porcentaje.

En el presente estudio no es esencial conocer la intensidad de muestreo, porque no se está trabajando con las áreas totales de las fincas, lo importante es el número de árboles promedios por estado de desarrollo.

El número de parcelas establecidas fueron tres en cada finca (San Martín, El Sarrete y Campo Fresco), una parcela por cada estado de desarrollo: Bosque en regeneración (BR), bosque joven (BJ) y bosque maduro (BM). Para un total de nueve parcelas las cuales tenían un área de 0.13 ha cada una lo que representa un área total de muestreo de 1.17 hectáreas incluyendo las tres fincas.

En los cuatro cuadrantes de la parcela circular se realizó el inventario en base al cual fue seleccionado el árbol promedio. En las parcelas de 1m² se recolectaron tres sub muestras de 500 g de hojarasca (ramas y acículas) y dos muestras de suelo (densidad aparente y 2 libras de suelo) esto se repite en cada una de las parcelas establecidas por estado de desarrollo (figura 2).

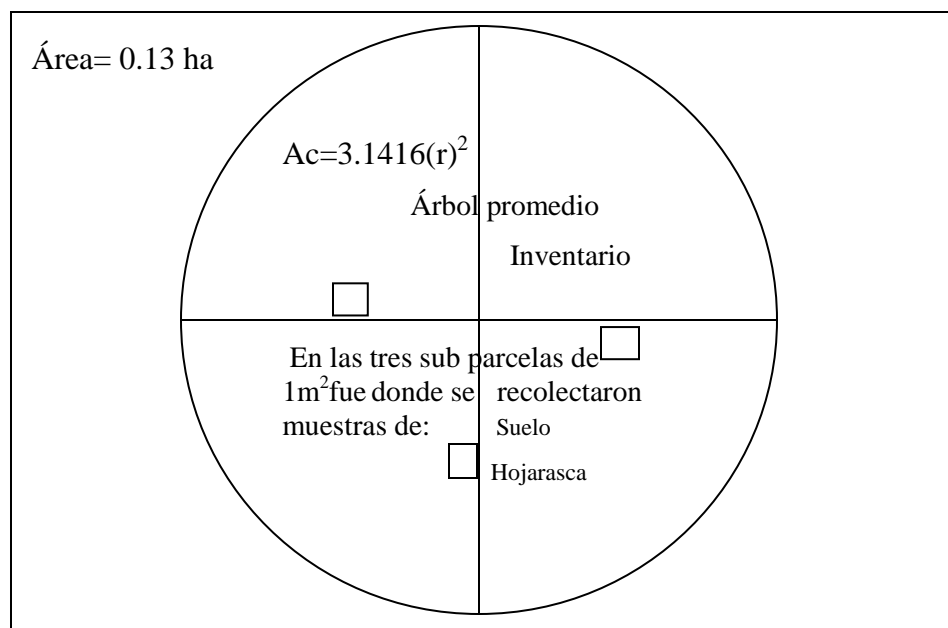


Figura 2. Diseño de la parcela utilizada en el inventario forestal, 2010.

3.9 Metodología para determinar la edad de los árboles

El propietario de cada una de las fincas es el mejor conocedor de la edad que tiene el bosque y según la información que él nos brindaba seleccionábamos el rodal a inventariar, una vez realizado el inventario forestal en cada parcela, de acuerdo con todos los diámetros medidos, era seleccionado el árbol promedio que era el que representaba a todos los árboles existentes en la parcela, porque poseía el diámetro y la altura promedio y una vez que este es seleccionado, fue derribado. Luego se procedió a contar el número anillos de crecimientos que tenía el árbol en el fuste, los cuales determinan la edad del árbol. Esto es una característica propia del género Pinus.

3.10 Estados de desarrollo y Variables a medir

3.10.1 Estados de desarrollo

Bosque en regeneración

Este estado de desarrollo, generalmente presenta 1500 plantas principales por hectárea, con alturas promedios menores a 3 metro. (MARENA/POSAF. 2005).

Bosque Joven

Se encuentran los árboles con alturas promedios mayores a 3 m y Dap promedios menores a 10 cm. (MARENA/POSAF. 2005).

Bosque maduro

Es un bosque adulto con edades promedios mayores a los 25 años, alturas superiores a los 15 metros y diámetros superiores a los 25 centímetros. (MARENA/POSAF. 2005).

3.10.2 Variables a medir

3.10.3 Altura total (m)

Se midieron los parámetros que se requieren en la ecuación 2, utilizando un instrumento llamado Su unto, para calcular la altura del árbol promedio. Posteriormente, se calcula la altura promedio de los demás árboles en la parcela, tomando como base que todos los

árboles de un rodal de pino, tienen por lo general aproximadamente la misma altura, la misma edad y el mismo diámetro.

Ecuación 2. $H_t=L_1+L_2/100*d$

Ht: Altura total del árbol (m)

L₁: Lectura uno, realizada con el Su unto en la base del árbol

L₂: Lectura dos, realizada con el Su unto en el ápice del árbol

d: Distancia a la que se ubicó el observador de la base del árbol (15m).

3.10.4 Diámetro a la altura del pecho.

Consistió en medir el Dap del total de árboles existentes en las parcela a una altura de 1.30 m, desde el nivel del suelo con una cinta diamétrica.

3.10.5 Número de árboles por hectárea

Ecuación 3. $Nar/ha= 1/Tp*Cp*\sum Nar$ (CATIE, 2002)

Nar=Número de árboles por hectárea

1=Constante

Tp=Tamaño de la parcela

Cp=Cantidad de parcela

$\sum Nar$ =Sumatoria del número de árboles de la parcela

3.10.6 Volumen por hectárea

Ecuación 1. $Vol/ha= 1/Tp*Cp*\sum vol$ (CATIE, 2002)

Vol/ha = Volumen por hectárea (m³)

1 = Constante

Tp = tamaño de la parcela

C_p = cantidad de parcelas

$\sum vol$ = sumatoria del volumen encontrado

3.11 Biomasa del árbol

Para medir la biomasa, se derribó el árbol promedio (Ver Cuadro 2), en cada una de las parcelas. Se utilizó una balanza digital, colgante de capacidad de 200 kilogramos.

Para tumbar el árbol fue necesario marcar la dirección de caída para evitar daños a la regeneración natural.

Una vez derribado el árbol se midió la longitud total del fuste, luego este fue cortado en secciones (trozas) de 1 m de largo para facilitar su pesaje. Se introdujeron las trozas en un saco que fue colgado del gancho de la balanza. De esta manera se pudo conocer el peso total del fuste de cada árbol promedio. Luego haciendo uso de la moto sierra, se procedió a cortar tres sub muestras en forma de discos de 500 gramos cada una (peso fresco). Que fueron empacadas y se rotuladas en bolsas de papel Kraft.

Luego se separaron las ramas de las acículas, se introdujeron todas las ramas en un saco se procedió a realizar el pesaje total de ramas y de ese peso total se obtuvieron al igual que en el fuste tres sub muestras de 500 g cada una, las mismas se empacaron en bolsas de papel Kraft debidamente rotuladas.

Finalmente se procedió a pesar todas las acículas del árbol, utilizando el mismo procedimiento anterior. Fueron tomadas tres sub muestras de 500 g para llevarlas al Laboratorio de Suelo y Agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria (ver cuadro 2).

3.11.1 Medición de la hojarasca

Para la realización del muestreo de la hojarasca, se utilizaron las parcelas de 1 m² establecidas en los cuadrantes (II, III y IV) ubicadas a 10 m del centro de la parcela circular.

Toda la biomasa de ramas que se encontró en las parcelas de 1m² fue recolectada en su totalidad, luego fue pesada en una balanza digital de plataforma de 1 kg da capacidad para

medir exactamente las tres sub muestras de 500 g de biomasa de ramas, que fueron tomadas para su respectivo análisis.

El siguiente paso fue recolectar toda la biomasa de acículas, que se encontraba en las parcelas de 1m², para proceder al pesado y una vez que obteníamos el peso total, se seleccionaban nuevamente tres sub muestras de 500 g que eran enviadas al laboratorio donde se procedía a realizar el siguiente procedimiento (ver cuadro 3).

3.11.2 Muestreo de suelo

Fue realizado en cada una de las parcelas de 1 m² establecidas en el II, III, y IV cuadrante de cada parcela circular.

Consistió en la recolección de dos tipos de muestras de cada parcela:

Una muestra alterada (2 libras de suelo) en una excavación a 20 cm de profundidad, con un palín, luego se mezcló hasta que el color fuera uniforme y se tamizó con una malla de 5 mm, se escogió aleatoriamente una sub muestra de 2 libras de suelo. Se empacó en una bolsa plástica doble, numerado con su etiqueta para determinar el contenido de carbono mediante el análisis de laboratorio.

También se recolectó otra muestra de suelo, haciendo uso del cilindro de volumen conocido expresado en gr/cm³, para determinar únicamente la densidad aparente del suelo. Ya que para determinar el contenido de carbono por unidad volumen de suelo (muestra alterada), es necesario conocer el peso del suelo y para ello, es preciso determinar primero la densidad aparente del suelo. Por esta razón es necesario recolectar este tipo de muestra de suelo (Densidad aparente).

Para calcular el peso del suelo se utilizó la siguiente formula.

3.11.3 Proceso de secado de las sub muestras en el laboratorio.

Una vez que las sub muestras fueron llevadas al laboratorio de suelos y agua de la Universidad Nacional Agraria se pesaron las sub muestras (peso húmedo), luego se procedió al secado al horno, a una temperatura de 70 °C durante tres días consecutivos, para

determinar el peso seco de la biomasa, y calcular el porcentaje de humedad. Este procedimiento se utilizó para fuste ramas y acículas al igual que en la biomasa de hojarasca.

3.11.4 Determinación del contenido de humedad

Una vez obtenido el peso seco de las sub muestras, se calculó el contenido de humedad en porcentaje, utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 2. Contenido de humedad de la sub muestra (Valdivia, 2001)

$$CH = \frac{P_{hs} - P_{ss}}{P_{ss}} \times 100$$

Donde:

CH: Contenido de humedad de la sub muestra en porcentaje (%)

P_{hs}: Peso húmedo de la sub muestra (g), valor obtenido en el campo (500g)

P_{ss}: Peso seco de la sub muestra (g), obtenido del laboratorio una vez que se ha puesto a secar al horno.

100: Constante para transformar en porcentaje.

Ecuación 3. $PSS = Da \times Pm \times 10,000 \text{ m}^2$ (FAO, 2002)

PSS= Peso seco del suelo por unidad de área

Da= Densidad aparente del suelo (ton/m³), muestra sacada del suelos con cilindro especial de densidad aparente.

Pm= Profundidad de muestreo del suelo (0.20 m).

10,000 m²/ha = Relación de área.

3.11.5 Peso total seco de biomasa

Para calcular el peso total seco (PTS) de la biomasa se usó la siguiente ecuación. Luego se hace la extrapolación a unidad de área.

Ecuación 4. $PTS = PTH / (1 + \%H) / 100$ (Valdivia, 2001)

Donde:

PTS = Peso total seco (kg)

PTH= Peso total húmedo (kg).

%H = porcentaje de humedad de la sub muestra.

1= Constante

100= Constante para transformar en fracción

3.12 Contenido de carbono

Con los datos promedios del inventario, peso fresco de cada parcela, contenido de humedad y carbono, se procedió a calcular contenido de Carbono almacenado en t/ha de:

- De biomasa aérea:
 - Árbol
 - Fuste
 - Ramas
 - Acículas
- De hojarasca
 - Ramas
 - Acículas
- De suelo

3.12.1 Proceso para determinar el carbono en los tejidos vegetales

Para determinar el porcentaje de carbono en los tejidos vegetales de biomasa aérea y hojarasca, el laboratorio utilizó el método de Sholleberger, que consiste en la oxidación húmeda del carbono por medio del dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en presencia de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), lo cual es una reacción química que se utiliza para determinar el carbono en los tejidos vegetales del árbol (Valverde, R; Matus, M. 2005).

3.12.2 Carbono en la biomasa aérea

El laboratorio reportó el contenido de carbono de cada sub muestra en porcentaje. Conociendo el volumen del fuste y la densidad de la madera, se calculó cuánto peso seco de fuste había en una hectárea y con el dato de carbono del laboratorio se procedió a calcular cuánto carbono había en una hectárea.

Alternativamente se procedió a estimar ese valor por medio del número de árboles por hectárea y multiplicado por el resultado de contenido de carbono del fuste.

Una vez calculado por hojas, ramas y fuste se suman para el valor total almacenado por árbol.

3.12.3 Carbono en la hojarasca

El laboratorio nos reportó el contenido de carbono en porcentaje de cada sub muestra, luego hacemos la extrapolación, para determinar en base al carbono acumulado en la biomasa de las parcelas de 1 m² cuanto carbono hay en determinada aérea.

3.12.4 Carbono en el suelo

El Laboratorio de Suelos y Agua de la Universidad Nacional Agraria, para determinar el contenido de carbono presente en el suelo utilizó el método de Walkley y Black, que consiste en un proceso químico muy complejo que es descrito por (Valverde, R; Matus, M. 2005).

De acuerdo a los resultados de carbono por sub muestra realizados por el laboratorio en porcentaje, se procedió a utilizar la siguiente ecuación:

Ecuación 5. Carbono en el suelo

$$CS = \%C/100 \times PSS \text{ (Valdivia, 2001).}$$

CS =Contenido de carbono en el suelo por unidad de área (tC/ha).

%C= Porcentaje de carbono en el suelo obtenido de la muestra de 2 libras de suelo, que fue recolectada en cada parcela de 1m².

PSS= Peso seco del suelo por unidad de área (ton/ha).

Para el componente biomasa aérea, se calculó la tasa anual de acumulación de carbono de la siguiente manera, se dividieron las toneladas de carbono encontradas por hectárea de cada estado de desarrollo entre la edad del mismo, este procedimiento se repite para los tres estados de desarrollo.

3.12.5 Análisis estadístico

Durante la realización de este proceso se emplearon dos programas de micro computadoras Microsoft Excel y SSP12 que fueron utilizados para realizar cálculos de medias para las diferentes sub muestras, además este último programa se utilizó, para realizar el análisis de correlación el cual no fue reflejado en el documento debido a que presento poca relevancia.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Inventario forestal

4.1.1 Bosque en regeneración

De los tres estados de desarrollo estudiados en el bosque de pino, fue común encontrar que el bosque en regeneración presentó un mayor número de árboles, pero con diámetros menores con respecto al bosque joven y maduro.

Al establecer comparaciones entre las diferentes fincas inventariadas, hubo una variación en el número de árboles. Se observó que en la finca San Martin se encuentra el mayor número de árboles, representados con 961 árboles/ha. La causa de esto, probablemente se debe a los buenos manejos implementados en esta finca con la implementación de tratamientos silviculturales y otras prácticas como repoblación.

Por el contrario en la finca El Sarrete, se contabilizó un valor intermedio con respecto al número de árboles/ha correspondiente a 808 árboles/ha. La regeneración existente era poca debido a que no se estaban realizando técnicas silviculturales que favorecieran al bosque a la recuperación inmediata de la regeneración.

La finca Campo Fresco presentó la menor cantidad de árboles con 292 árboles/ha. Esto es producto del pastoreo intensivo de ganado en las aéreas de bosque, lo que provoca la destrucción de la regeneración natural, ya que esta finca cuenta con un promedio de cincuenta cabezas de ganado (ver figura 3).

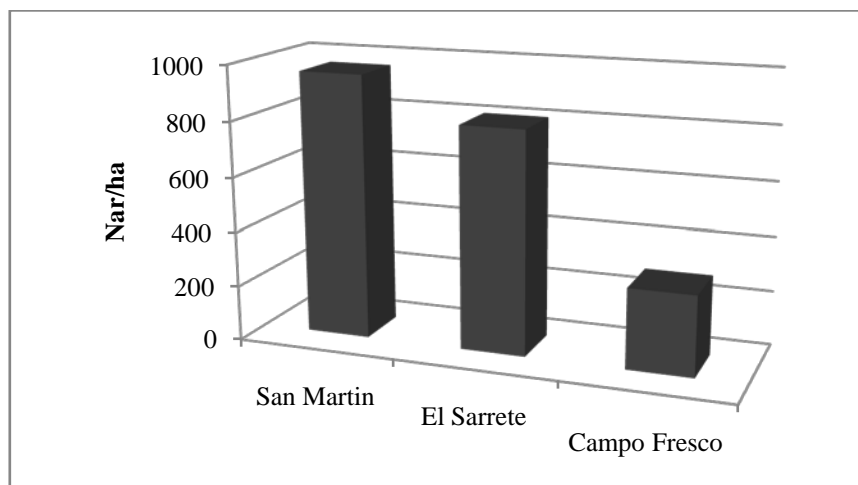


Figura 3. Número de árboles promedios por hectárea encontrados en el bosque en regeneración de tres fincas, Dipilto Nueva Segovia, 2010.

El volumen por hectárea se calculó utilizando la (Ecuación 4). De donde obtuvimos que el volumen en este estado de desarrollo presentó los siguientes resultados: En la finca San Martin se encontró 35.54 m³/ha. Por el contrario la finca El Sarrete cuyo volumen fue de 19.64 m³/ha, de las tres fincas muestreadas, la finca Campo Fresco, fue la que presentó un volumen inferior de 15.80 m³/ha, con relación a las dos anteriormente mencionadas. Esto está relacionado directamente con la edad y el número de árboles encontrados por estado de desarrollo, en cada finca como se muestra en la figura 4.

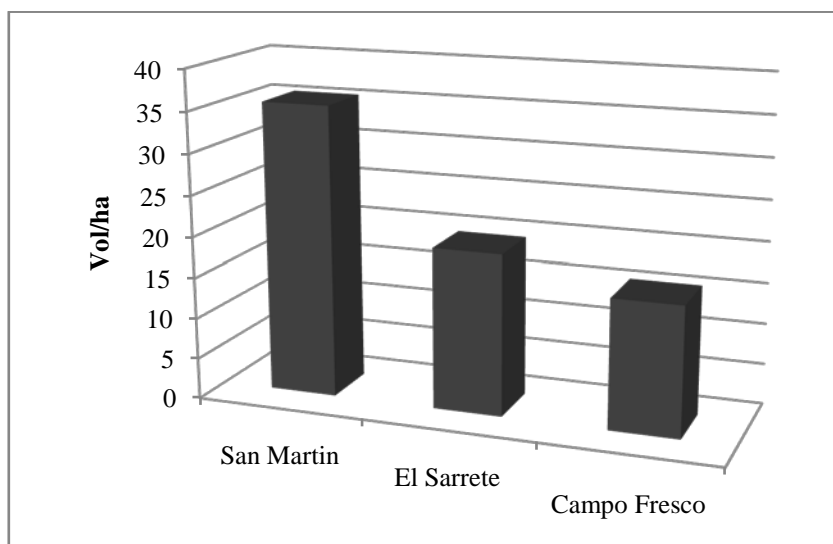


Figura 4. Volumen promedio (m³/ha) por hectárea encontrado en el bosque en regeneración en tres fincas, Dipilto Nueva Segovia, 2010.

4.1.2 Bosque Joven

En el Bosque Joven (ver figura 5) se puede observar que en la finca San Martin se encontraron 385 árboles/ha, siendo el valor más alto encontrado en el estudio. En la finca El Sarrete se encontró una cantidad similar de árboles a la anterior, equivalente a 331 árboles (disminuye con respecto al de regeneración) y la finca Campo Fresco es la que presentó el menor número con 269 árboles. Esto se traduce directamente en una disminución considerable en lo se refiere al secuestro de carbono atmosférico, producto que estos son quienes a través de sus acículas permiten la entrada del dióxido de carbono y lo transfieren a diferentes partes, incluyendo el fuste, ramas, raíces y hojas, que finalmente

cuando son descompuestos pasan a formar parte de la materia orgánica del suelo aportando carbono orgánico al suelo.

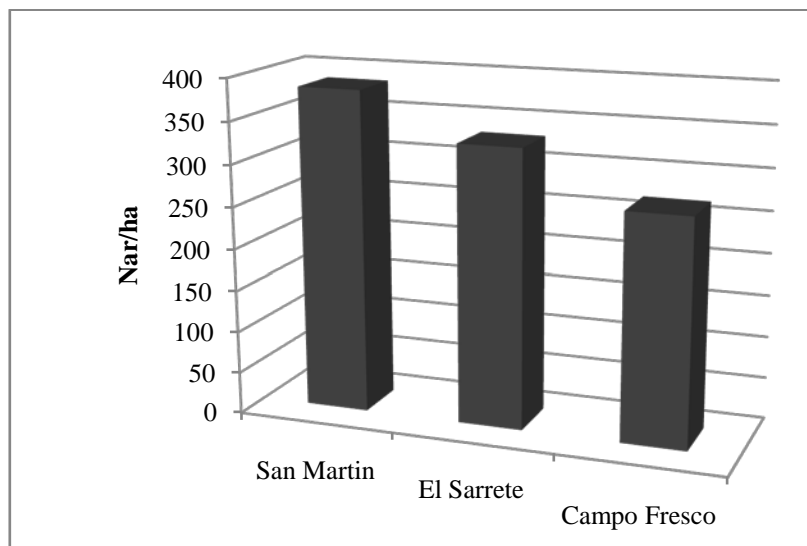


Figura 5. Número de árboles promedios por hectárea, encontrados en el bosque joven en tres fincas, Dipilto Nueva Segovia, 2010.

En el Bosque Joven, se puede observar (Figura 6) que en la finca San Martín se encontró un volumen de 156.98 m³/ha, es el valor más alto de los encontrados.

En comparación con la finca El Sarrete, se encontró un volumen menor de 117.49 m³/ha, para el caso de la finca Campo Fresco se encontró el menor valor de 88.1 m³/ha.

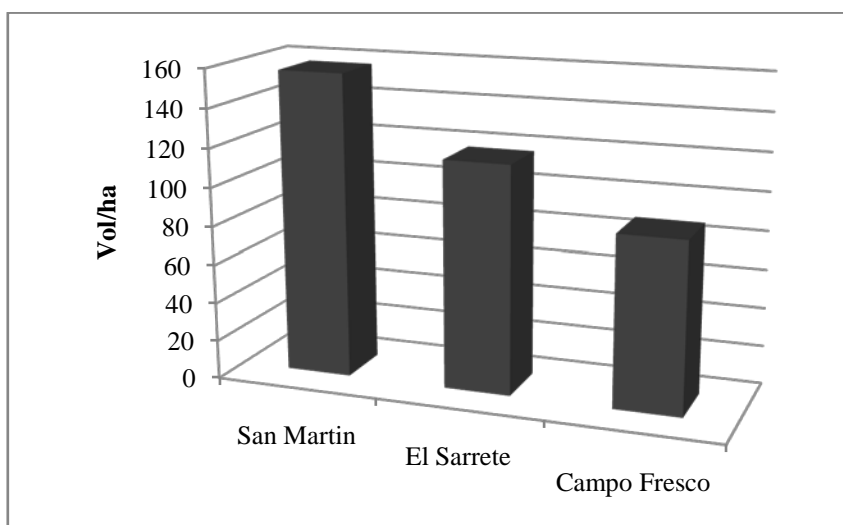


Figura 6. Volumen (m³/ha) promedio por hectárea encontrado en el bosque joven en tres fincas, Dipilto Nueva Segovia, 2010.

4.1.3 Bosque Maduro

Generalmente presenta el menor número de árboles en comparación con el Bosque Joven y el Bosque en Regeneración.

En el inventario forestal realizado, se encontraron 292 árboles/ha en la finca San Martín, seguido de la finca El Sarrete con 246 árboles /ha y por último la finca Campo Fresco, fue la que presentó la mínima cantidad de 69 árboles/ha. En esta última es cada vez más evidente el grado de deterioro, provocado por el pastoreo intensivo de ganado en el bosque, así como también la falta de implementación de planes de manejo forestal que permitan darle un mejor manejo al bosque.

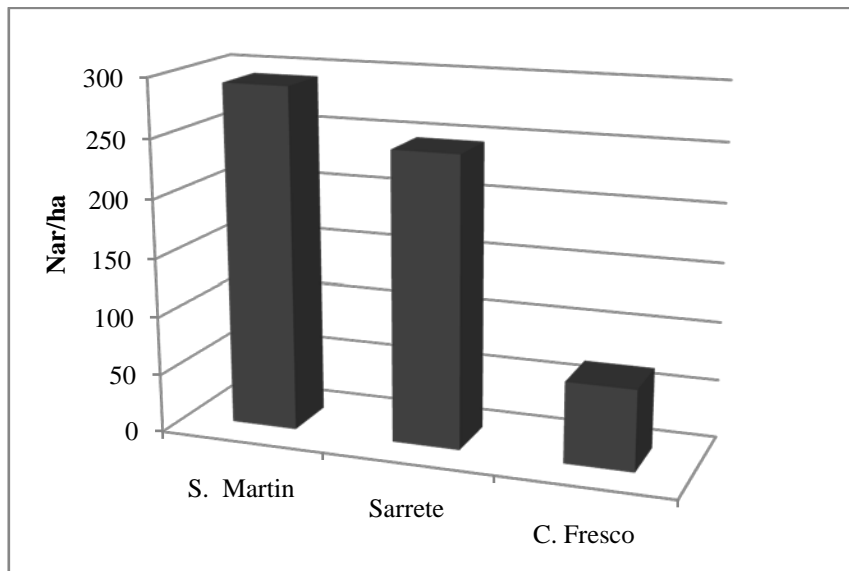


Figura 7. Número de árboles promedio por hectárea encontrados en el bosque maduro en tres fincas, Dipilto Nueva Segovia, 2010.

En el Bosque Maduro a pesar de presentar un menor número de árboles por hectárea en las tres fincas, se encuentran los mayores diámetros y por lo tanto es posible encontrar un mayor volumen de madera, En la figura 8, se reportan volúmenes de 157.18 m³/ha, en la finca San Martín, 49.72 m³/ha en el Sarrete y 126.32m³/ha en la finca Campo.

De las tres fincas, El Sarrete presentó una disminución considerable en volumen producto que a pesar que hay un buen número considerable de árboles en este estado de desarrollo,

presentan diámetros menores, lo que se ve reflejado en una disminución considerable de volumen al compararlo con las fincas, San Martín y Campo Fresco.

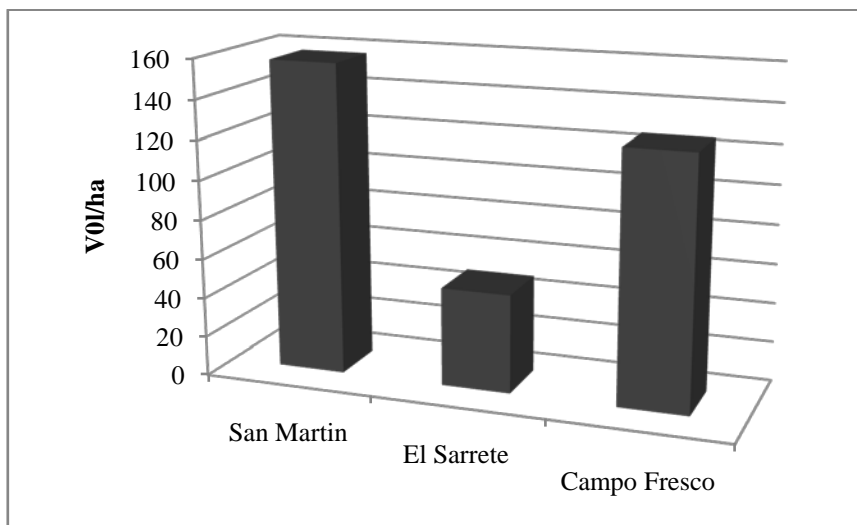


Figura 8. Volumen (m³/ha) promedio por hectárea encontrado en el bosque maduro en tres fincas, Dipilto Nueva Segovia, 2010.

4.2 Biomasa

4.2.1 Biomasa aérea

El peso seco (t/ha) muestra una tendencia a aumentar a medida que el bosque alcanza una mayor madurez, esto está directamente relacionado con la edad y la densidad del bosque (Ver Cuadro 2).

Cuadro 2. Peso seco de biomasa aérea por unidad de área

Estado de desarrollo	Especie	Peso seco (t/ha)
B. Regeneración	<i>Pinus oocarpa</i> , L	77.49
B. Joven	<i>Pinus oocarpa</i> , L	93.75
B. Maduro	<i>Pinus oocarpa</i> , L	95.49

4.2.2 Biomasa de hojarasca

Los resultados obtenidos en el estudio, indicaron que el bosque en regeneración, presentó una menor acumulación de biomasa sobre el suelo (5 kg/m^2). Lo contrario se reflejó en el bosque joven y bosque maduro, cuyas cantidades de biomasa seca sobre el suelo, fueron de (11 Kg/m^2) por lo tanto al haber mayor aporte de biomasa al suelo habrá una mayor acumulación de carbono en el mismo (Ver Cuadro 3).

La cantidad de biomasa de hojarasca encontrada, está relacionada directamente con tratamientos silviculturales, tales como la poda y el raleo, que son aplicados al pino para evitar mal formaciones, asegurar madera de calidad y estimular el crecimiento en altura, principalmente en la finca San Martin que se trabaja con planes de manejo forestal. Aunque en otros casos (El Sarrete y Campo Fresco) la cantidad de biomasa acumulada se relaciona directamente a la poda natural de los rodales.

Cuadro 3. Peso seco promedio de hojarasca encontrado por unidad de área

ESDE	Edad Promedio (años)	Peso seco promedio de ramas(kg/m^2)	Peso seco promedio de acículas(kg/m^2)	Peso seco total de biomasa (kg/m^2)
B. Regeneración	8	2	3	5
B. Joven	23	1	10	11
B. Maduro	33	2	9	11

4.3 Contenido de carbono en la biomasa aérea

4.3.1 Carbono en el sub componente fuste

El mayor almacenamiento de carbono, se dio en el bosque Maduro con un total de 46 kg Carbono/árbol seguido por el bosque Joven con 38 kg de Carbono/árbol y finalmente en el bosque en regeneración fue donde se determinó 7 kg de Carbono/árbol respectivamente.

Las cantidades de carbono encontradas, están en dependencia de la edad del bosque, la densidad, el clima y la altitud entre otros factores. El carbono capturado se deposita o se fija en el follaje, ramas y sobre todo en el fuste de los árboles (Houghton, Grainger, 1990 citado por FAO 1995).

4.3.2 Carbono en el sub componente ramas

Para el sub componente ramas el carbono acumulado por estado de desarrollo fue el siguiente: Bosque maduro con 10 kg de Carbono/árbol, bosque joven con 5 kg de Carbono/árbol, y para el bosque maduro con 2 kg de Carbono/árbol.

4.3.3 Carbono en el sub componente acículas

En el caso de las acículas, el contenido de carbono almacenado, se encuentra en las siguientes proporciones: Bosque en regeneración, con 2 kg C/árbol, bosque joven y bosque maduro con iguales cantidades de 2.5 kg C/árbol cada una.

Al comparar el contenido de carbono almacenado en los tres sub componentes de la biomasa aérea (fustes, ramas y acículas), se observa claramente que el 75% de acumulación de carbono se encuentra en el fuste de los árboles con 0.09 t C/árbol, el 16.7% pertenece a las ramas con 0.02 t C/árbol y el 8.3% a las acículas con 0.01 t C /árbol. Para un acumulado de 0.12 tC/árbol.

Este estudio, presenta resultados superiores a los reportados por Madrigal (1999), que encontró que el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea de *Pinus oocarpa*, su mayor porcentaje se reflejó en el fuste de los árboles con 46.4%.

Por otra parte, la elevación ejerce influencia en las concentraciones de carbono de la biomasa aérea, a través de la temperatura de 23°C se encargan de controlar el flujo de entrada de dióxido de carbono a la hoja y también la pérdida de agua por la transpiración (MAGFOR, 2005).

La precipitación evita que la planta sufra estrés causado por la sequía, ya que dos semanas sin lluvia provoca el desprendimiento del follaje, lo cual afecta las concentraciones de carbono almacenado dentro de la biomasa aérea. La densidad de los árboles del sitio influye dentro de las estimaciones de fijación de carbono es decir que al haber una mayor cantidad de árboles la captación de carbono por medio de la fotosíntesis realizada por cada individuo incrementa las concentraciones de carbono dentro de la biomasa aérea (MAGFOR, 2005).

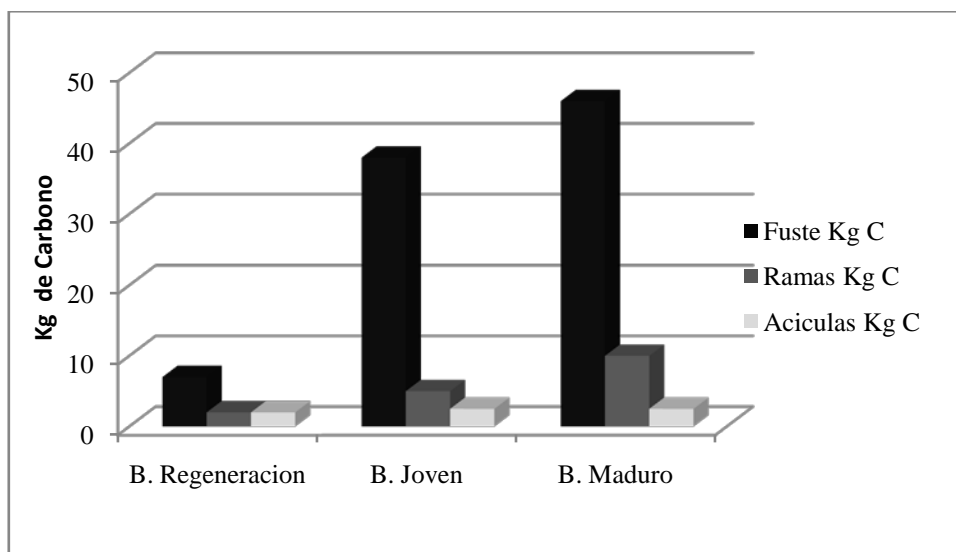


Figura 9. Contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea, por estado de desarrollo en cada componente, Dipilto Nueva Segovia, 2010.

El Cuadro 4, muestra el contenido de carbono en toneladas por hectárea, encontrado en tres estados de desarrollo del bosque de pino. Donde se puede observar que las cantidades carbono acumuladas por árbol son diferentes de un estado de desarrollo a otro. Influenciado por la edad, la cantidad de biomasa acumulada en cada árbol principalmente.

En un estudio realizado por Alberto y Elvir (2008) en un bosque denso de *Pinus oocarpa*, determinaron que la acumulación de carbono varía con relación a la edad y densidad del

rodal, el bosque de 12 años, presentó una fijación de 874.5 kg de C/ha, equivalente a 0.87 t C/ha, para el bosque de 22 años, 2006.1 kg de C/ha (2.6 t C/ha) y para el bosque de 33 años 1775.6 Kg de C/ha, equivalente a 1.78 t C/ha.

En un estudio que fue realizado en Nicaragua, por Gómez y Oviedo (2000), denominado fijación de carbono en plantaciones de *Pinus oocarpa* de once años de edad en los sitios Quinta Buenos Aires, Estelí y Aurora, Nueva Segovia. Determinaron que en el sitio Quinta Aurora, en la biomasa aérea se encontró un almacenamiento de carbono de 4.65 t C/ha. En el presente estudio realizado en el Municipio de Dipilto Nueva Segovia, la cantidad de carbono obtenida en el bosque en regeneración fue de 7.56 t C/ha.

Cuadro 4. Datos promedios de los tres árboles derribados en tres estados de desarrollo (B. regeneración, B. joven y B. Maduro) en tres fincas en el municipio de Dipilto.

Estados de desarrollo	Árboles/ha	Fuste (kg C)	Ramas (kg C)	Acículas (kg C)	Carbono (Kg/árbol)	Carbono (t C/ha)
Bosque Regeneración	687	7	2	2	11.0	7.56
Bosque Joven	262	38	5	2.5	45.5	11.92
Bosque Maduro	269	46	10	2.5	58.5	15.74

4.4 Componente hojarasca

Con relación al componente hojarasca, se determinó el carbono total de ramas y acículas.

Con respecto a las acículas el resultado fue el siguientes: En el bosque maduro se encontraron 3.7 t C/ha, en el bosque joven 3.4 t C/ha y el bosque en regeneración 2 t C/ha. Para el componente ramas, se presentaron menores valores de carbono almacenado con respecto a las acículas en los tres estados de desarrollo. El bosque maduro presentó 2.1 t C/ha, seguido de bosque en regeneración con 2 t C/ha y para el bosque joven, se encontró la menor cantidad de carbono (0.9 t C/ ha).

Como podemos apreciar en la Figura 10, el bosque en regeneración presentó un almacenamiento total de carbono igual al bosque joven. Solamente que en el bosque en regeneración fue balanceada la proporción por acículas y ramas, en el bosque joven, las acículas contribuyeron con una mayor proporción al peso total.

Se muestra en el gráfico de forma general, que la cantidad de carbono almacenada en cada componente. Por ejemplo en la hojarasca, fue originado por el estado de desarrollo, siendo más claro en el comportamiento de las acículas.

Las fincas, donde se realizó la medición de hojarasca, se ven influenciada por la práctica común que no se quema por ningún motivo.

La hojarasca de ramas y restos de las cortas, juegan un papel preponderante, puesto que, se depositan en el suelo y se van descomponiendo, formando la materia orgánica activa que, en función del tipo de suelo, la cantidad de agua y de otros nutrientes se irá convirtiendo en materia orgánica estable, capaz de almacenar el carbono (MAGFOR, 2005).

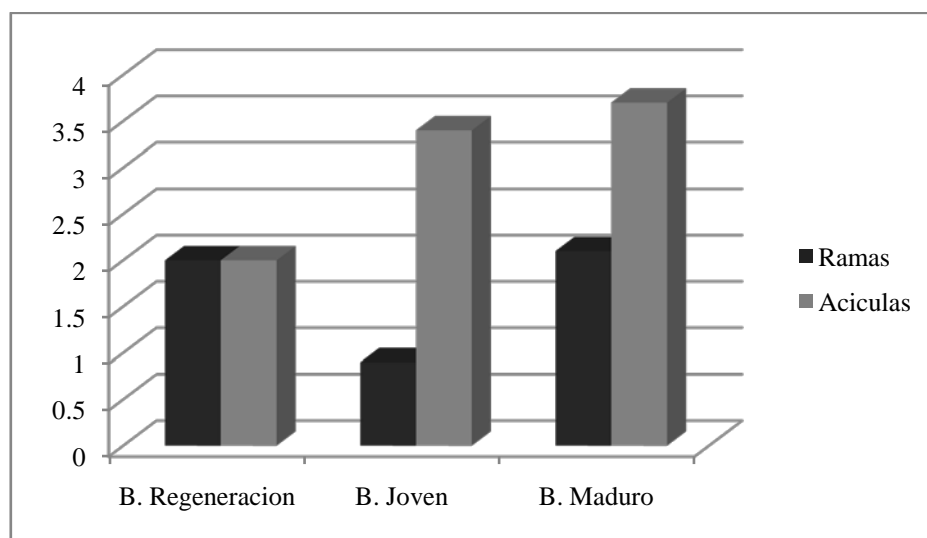


Figura 10. Contenido de carbono en toneladas por hectárea almacenado en la hojarasca de tres estados de desarrollo, Dipilto Nueva Segovia, 2010.

4.5 Componente Suelo

Con los datos proporcionados por el Laboratorio de Suelos y Agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria, se procedió a realizar los cálculos correspondientes para determinar a cuanto equivalían las cantidades de carbono almacenadas por estado de desarrollo. Se encontró que en el suelo del bosque en regeneración había un almacenamiento de carbono de 310 t C/ha, el mayor encontrado en los tres estados de desarrollo.

Un factor importante es el turno de corta del pino que se implementa en las fincas principalmente con la ejecución de planes de manejo forestal que es donde se aporta al suelo una gran cantidad de desperdicios (ripios, ramas, acículas, aserrín) que luego son descompuestos pasando a formar parte de la materia orgánica del suelo que es la principal forma de porte de carbono al suelo por las plantas.

El suelo del bosque joven almacenó una menor cantidad de carbono, en comparación con el anterior correspondiente a 215 t C/ha y finalmente en el bosque maduro se presentó el menor contenido de carbono con 120 t C/ha.

Las cantidades de carbono almacenadas de un estado de desarrollo con relación a otro varían de acuerdo a las cantidades de materia orgánica aportadas al suelo y de la calidad del manejo que el bosque recibe.

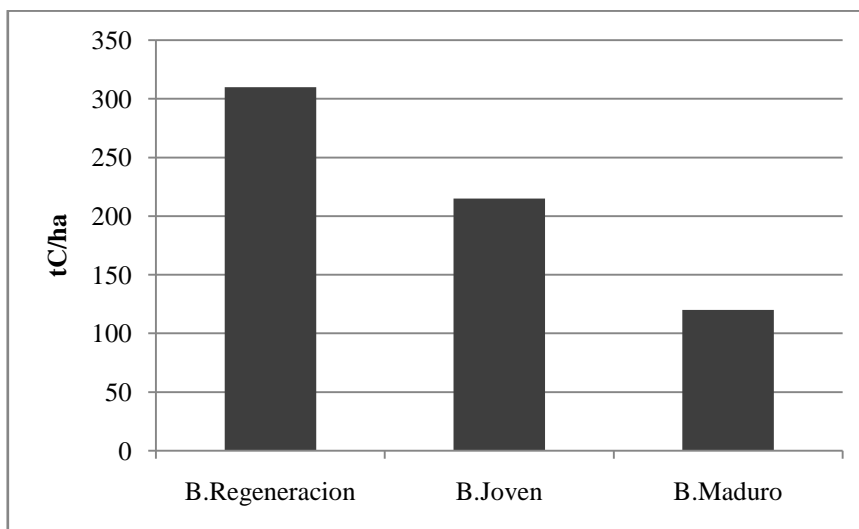


Figura 11. Contenido de carbono almacenado en el suelo, por estado de desarrollo en las fincas San Martin, El Sarrete y Campo Fresco, Dipilto Nueva Segovia, 2010.

4.5.1 Almacenamiento total de Carbono en biomasa aérea y hojarasca.

En el Cuadro 5, se presenta el resumen de los promedios de carbono de cada componente por estado de desarrollo.

Al establecer comparaciones entre los tres estados de desarrollo estudiados, se determinó que el bosque en regeneración y el bosque joven a pesar que presentaban mayor densidad de árboles por unidad de área, presentaron las menores concentraciones de carbono, producto que en estos dos estados de desarrollo del bosque generalmente fue donde habían árboles con diámetros menores, que aportaron el menor almacenamiento de carbono en la hojarasca, en comparación con el bosque maduro (ver cuadro 5).

El bosque maduro por su parte, presentó las mayores concentraciones de carbono (21.54 tC/ha) producto que en este estado de desarrollo (B. Maduro) es donde encontramos la mayor concentración de hojarasca sobre el suelo producto de la poda (natural o artificial) de años anteriores, además que en este estado el bosque presenta la mayor cantidad de biomasa aérea, que se ve reflejada en el diámetro y la altura de los árboles.

Cuadro 5. Consolidado de carbono encontrado en diferentes depósitos de tres estados de desarrollo. 2010.

ESDE	BIOMAS AÉREA (tC/ha)	HOJARASCA (tC/ha)	TOTAL (tC/ha)
BR	7.56	4	11.56
BJ	11.92	4.3	16.22
BM	15.74	5.8	21.54

4.5.2 Tasa anual de acumulación de carbono.

La tasa anual fue obtenida producto de la división de las toneladas de carbono encontradas entre la edad de cada estado de desarrollo, incluyendo únicamente la biomasa aérea. Donde se obtuvo que las tasas de acumulación de carbono encontradas, indican que a medida que el bosque aumenta su estado de madurez (Bosque Maduro), las tasas de acumulación de carbono decrece en 0.48 t C/año y aumenta considerablemente a medida que este disminuye su edad como en el caso del bosque en regeneración que refleja una tasa anual de 0.95 tC/año.

Cuadro 6. Tasa anual de acumulación de carbono por estado de desarrollo, 2010.

ESDE	Años	tC/ha	Tasa de acumulación de carbono (t C/año)
B.Regeneración	8	7.56	0.95
B. Joven	23	11.92	0.52
B. Maduro	33	15.74	0.48

V. CONCLUSIONES

- En promedio se determinó que el bosque de *Pinus oocarpa*, la biomasa por unidad de área fue de 266.73 toneladas, en donde se encontró una cantidad de carbono almacenada fue de 35.22 t C/ha.
- Con respecto a la biomasa aérea se determinó que el carbono capturado se fija en un 75% en el fuste de los árboles, el 16.7% en ramas y el 8.3% en las acículas.
- En la biomasa de hojarasca se determinó que la mayor acumulación de carbono se vio reflejada en el bosque maduro donde se encontraron 5.8 toneladas de carbono y la menor cantidad de carbono, fue en el bosque en regeneración que presentó 4 toneladas por hectárea.
- Con respecto al suelo fue en el Bosque en Regeneración donde se encontró la mayor acumulación de carbono de 310 t C/ha.
- A mayor edad el bosque tiene menor capacidad de capturar carbono atmosférico, esto se ve reflejado en el bosque maduro que presentó la menor tasa de fijación de carbono (0.48 Tc/año). Lo contrario ocurre en el bosque en regeneración que a pesar de tener menor edad que el anterior y por ende menor cantidad de biomasa aérea este tiene mayor capacidad de capturar carbono, por lo general los bosques maduros tienen capacidad limitada para capturar carbono, producto que pueden entrar en un punto de saturación.

VI. RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar más estudios sobre cuantificación de carbono con otras especies del género *Pinus* existentes en otros departamentos del país, para establecer comparaciones entre especies o entre sitios tomando en cuenta los diferentes factores ambientales que pueden influir.
- ❖ Continuar con la realización de estudios de esta misma extensión en los diferentes tipos de bosques que posee Nicaragua, aprovechando las aéreas donde se realizan aprovechamientos forestales.
- ❖ Hay que tomar en cuenta la importancia primordial que tienen los bosque, no solamente por los bienes que recibimos de ellos sino también por la serie de servicios ambientales, como es la captura de CO₂, por esta y muchas razones más es importante, preservar los bosques en Nicaragua y continuar con la aprobación de leyes que beneficien el sector forestal y que de igual manera las autoridades correspondientes deberían ser más estrictas al momento de aplicarlas, si es que esto ocurre.

VII. LITERATURA CITADA

- Alberto D., Elvir J.A., 2005. Acumulación y fijación de carbono en biomasa aérea de *Pinus oocarpa* en bosques naturales de Cabañas, La Paz. Tatascan 17(2), 1-12.
- CROWLEY T., 2000. Causes of climate change over the past 1000 years. Science 289, 270-277.
- Beer, J; Harvey, C; Ibrahim, M; Harmand, JM; Somarriba, E; Jiménez, F. 2003. Servicios ambientales de los sistemas agroforestales. Agroforestería en las Américas 10(37-38):80-87.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 2002. Inventario Forestal para bosques Latifoliadas en América Central .ed. Lorena Orozco, Cecilia Brome-Turrialba, CR. 264.
- Campos A, J.2000. Almacenamiento de carbono y conservación de biodiversidad por medio de actividades forestales en el área de conservación, cordillera volcánica -central, Costa Rica, Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE).Turrialba Costa Rica.70p.
- Castellanos B., J.F, A. Velázquez M., J. Vargas H, C. Rodríguez F y A Fierros G.1996. Producción de biomasa en un rodal de *Pinus patula*.Agrociencia 30; 123-128.
- CMG y BSF, 1994. Pinos de Nicaragua/ Centro de mejor genético y Banco de semilla Forestales, Managua: Hispamer, 1994,48p.
- De los Santos P., H.M., A. Velázquez M. y H. Ramírez M.1993. Modelos de crecimiento para rodales coetáneos de *Pinus patula* Schl. et Cham. A clareados a diferentes intensidades. In: Resúmenes del I congreso Mexicano sobre Recursos Forestales. Saltillo, Coahuila. Pp 44.
- Díaz Balterio, L. 2004. La Captura de Carbono y La Gestión Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones de tecnología Agraria y Alimentaría. Madrid, España. 79p.

- Dixon, R.K., S.Brown, R.A, Houghton, A. M. Solomon, M.C. Trexler, and J. wisniewski. 1994. Carbon pools and flux of global forest ecosystems. Science 263:185-190.
- FAO 2002.Capturas de Carbono en los suelos para un mejor manejo de la tierra. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y La Alimentación (FAO). Roma, Italia. 61p.
- FAO, 1995. Cambio climático, Bosque y ordenamiento forestal, Una visión de conjunto. Estudio FAO: Montes no126, Roma, Italia, 146p.
- FAO, Roma 2000.Sistema de uso de la tierra en los trópicos húmedos y la emisión y secuestro de Dióxido de carbono. 96p.
- Fernández, V. 1996. Los instrumentos de la gestión ambiental en la empresa. Mundi-Presa. Managua, Nicaragua.5 41p.
- García y Sánchez. 2009 .Estimación de Carbono Contenido en el Bosque Bajo Manejo Forestal del Ejido de Tlamanaco, Estado de México.
- Gómez. y Oviedo, Z.2000. Estudio sobre fijación de carbono en plantaciones de *Pinus oocarpa*, de 11 años de edad en los sitios de Quinta Buenos Aires, Estelí y Aurora Managua, Nicaragua.UNA.64p.
- Hernández y Moncada, 2007. Evaluación de la erosión en sistemas forestales y agroforestales promovidos por el POSAF en la micro cuenca las Gradadas del río Dipilto, Managua, Nicaragua. UNA. 45p.
- MacDiken, K.G, 1997.A guide to monitoring carbon storage in Forestry and Agro forestry projects Winrocken international institute for Agricultural development, 87p.
- Madrigal, A, 1999. Valoración del servicio de fijación y almacenamiento de carbón en bosques privados en el área de conservación cordillera volcánica central, Costa Rica, 117p.

- Masera O. 2002. Bosques y cambio climático en América Latina. Análisis y perspectivas en: La transición hacia el desarrollo sustentable. Perspectivas de América Latina y el Caribe. E.Leff.E. Ezcurra, I. Pisanty y P.Romero L.(Eds) Semarnat, Instituto de ecología, Universidad Autónoma Metropolitana organización de las Naciones unidas. Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. Pp 221-235.
- Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales. Programa socio ambiental y desarrollo forestal (MARENA/POSAF). 2005. Manejo de bosque de pino. Managua, Nicaragua.61p.
- Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR).2005. Potencial de Plantaciones y Fijación de Carbono. PRENSA. Managua, Nicaragua. 168p.
- Molina J.I; Paiz. 2002. Almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles en el municipio de Matiguas, Matagalpa. Tesis. Managua, Nicaragua .60 P.
- Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente 1992. Servicio forestal nacional departamento de investigación forestal. Laboratorio de tecnología de la madera. (Ficha técnica N 41).4p.
- Ordoñez et al., 2001. Almacenamiento de carbono en un bosque de Pino pseudostrobus en nuevo San Juan, Michoacan. Xalapa, Mexico.47p.
- Rapp, M., I Santa Regina, M. Rico and H. A. Gallego. 1999. Biomasa nutrient content, litterfall and nutrient return to the soil in Mediterranean oak forest. For. Ecol. Manage. 119:39-49.
- Robert, M.2002.Captura de carbono en los suelo para un mejor manejo en la tierra. Organización de las naciones Unidas para la agricultura (FAO).Paris, Francia.61p.
- Russo, R. 1989. Mediciones de biomasa en sistemas agroforestales. Curso corto sobre metodología de investigación agroforestal en el trópico húmedo. Cali, Colombia. 27p.

- Segura M.M.A.1999.Valoracion del servicio de fijación y almacenamiento de carbono en bosques privado en el área de conservación, cordillera volcánica central, Costa Rica. Escuela de Posgrado, CATIE. Turrialba, Costa Rica.79p.
- Segura. 1992. Incentivo forestales en Costa Rica: Políticas económicas del sector. San José, Costa Rica. 54p.
- UNA. 2008. Guías y Normas Metodologías De Las Formas De Culminación de Estudio. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 56p.
- Valverde, R; Matus, M. 2005.Manual de procedimientos analíticos.Managua, Nicaragua.131p.
- Valdivia, 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales, 14p.
- Wilson y Corea, S. 2007. Cuantificación de la captura y almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales y forestales en seis sitios de cuatro sitios de Nicaragua. Managua, Nicaragua. UNA.72p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Glosario de términos

Efecto invernadero

Es el calentamiento adicional del planeta, producto de un flujo continuo de energía que proviene del sol, fundamentalmente en forma de luz visible, que llega a la tierra y regresa de vuelta esta energía hacia el espacio (MAGFOR, 2005)

Dióxido de carbono

Es un gas de efecto de invernadero provocado por el hombre y el segundo mayor responsable del efecto invernadero; Este gas está naturalmente presente en la atmósfera y está formado por dos moléculas de oxígeno y por una molécula de carbono (Rapidel, et al., 1999; citado por MAGFOR, 2005).

Carbono almacenado

Se refiere al carbono que está acumulado en determinado ecosistema vegetal (MAGFOR, 2005).

Secuestro de carbono

Es el proceso de aumentar el contenido de carbono en un almacenamiento de carbono dentro de un bosque; O sea, se refiere a la acción de remover en forma permanente el dióxido de carbono que se encuentra en la atmósfera y por tanto requiere en la biomasa vegetal del bosque. (MAGFOR, 2005)

Biomasa vegetal

Es un tipo de materia orgánica que ha tenido su origen inmediatamente como consecuencia de un proceso biológico ya sea de tipo autótrofo (fotosíntesis vegetal) o heterótrofo y es producida directamente por las plantas en ecosistemas naturales o agrarios (MAGFOR, 2005).

Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Es la medición más sencilla y corriente de medición en árboles en pie, la altura normal del diámetro representativa del árbol es de 1.30 metros desde el nivel del suelo medido sobre la pendiente (MAGFOR, 2005).

Altura total

Es la distancia vertical entre el nivel del suelo y la yema terminal de un árbol (MAGFOR, 2005).

Biomasa

Es el total de materia orgánica seca o el contenido almacenado de energía de los organismos vivos (Zamora et al., 2000; citado por Wilson y Corea 2007).

Biomasa aérea

Es la que conforma las estructuras leñosas aéreas de especies frutales, forestales, maderables y otros árboles y arbustos del sistema productivo (Medina 2006; Citado por Wilson y Corea 2007).

Hojasca

Se refiere a la materia orgánica que se encuentra en diferentes procesos de descomposición (Medina 2006; Citado por Wilson y Corea 2007).

Estratificación

Es el proceso mediante el cual se agrupan rodales que poseen características similares (CATIE, 2002)

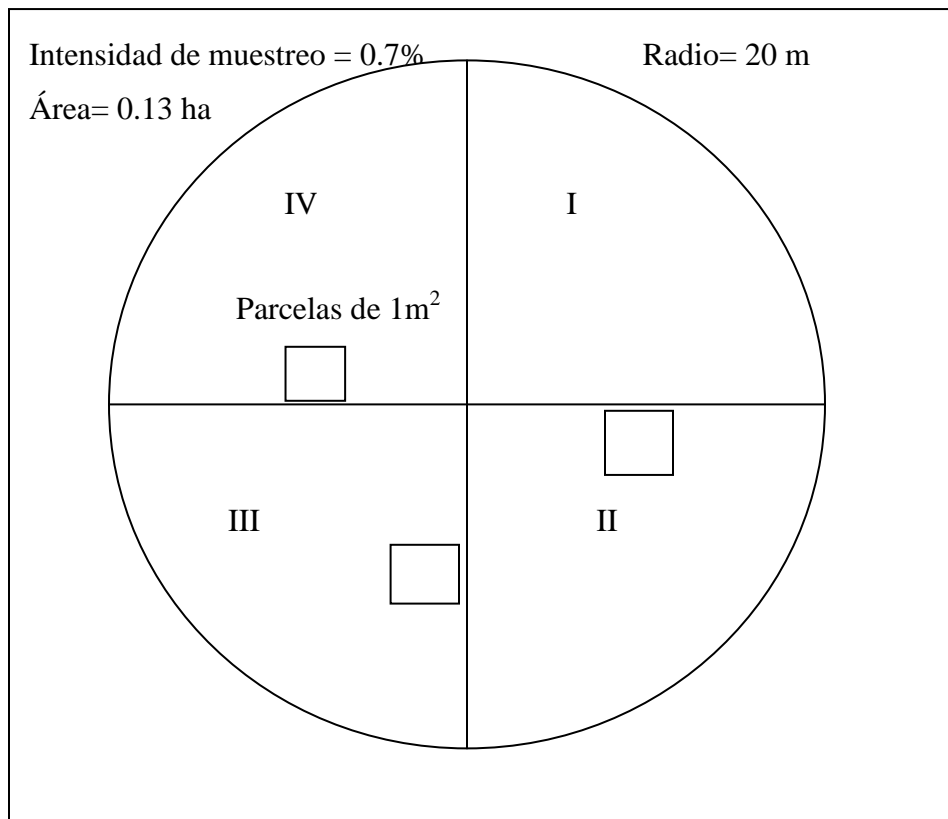
Rodal

Es una unidad boscosa de composición homogénea de especie, edad, densidad, altura y tipo de manejo (CATIE, 2002)

Cambio climático (CC)

Es un cambio del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y que se suma a la variabilidad natural observada del clima, durante periodos de tiempo comparables (MAGFOR, 2005).

Anexo 2. Parcela de inventario de carbono de 20 m de radio con sus cuatros cuadrantes (I, II, III, IV) y sub. Parcelas de medición de sotobosque y hojarasca ,2010.



Valdivia, 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono en ecosistemas forestales.

Anexo 3. Árbol promedio derribado en el bosque en regeneración de 8 años de la Finca San Martín.

Finca San Martín	Parcela número 1	Especie	Nº de trozas	DM (cm)	dm (cm)	Longitud (m)
		Pino	1	15.1	12.7	1
		Pino	2	12.5	11.5	1
		Pino	3	11.4	11.3	1
		Pino	4	10.1	9.7	1
		Pino	5	10.9	8.1	1
		Pino	6	8.1	6.7	1
		Pino	7	6.6	4.7	1
		Pino	8	4.8	4.5	1

Anexo 4. Árbol promedio derribado en el bosque joven de 22 años en la Finca San Martin.

		Especie	Nº de trozas	DM (cm)	dm (cm)	Longitud (m)
		Finca San Martin	Parcela número 2	Pino	1	24.3
Pino	2			21.7	20.7	1
Pino	3			20.3	19.5	1
Pino	4			19.4	18.2	1
Pino	5			18.2	17.5	1
Pino	6			17.4	17.3	1
Pino	7			16.9	15.8	1
Pino	8			15.7	15.2	1
Pino	9			15.5	14.1	1
Pino	10			14.2	13.1	1
Pino	11			13.8	12.9	1
Pino	12			13	11.5	1
Pino	13			11.8	9.2	1
Pino	14			10	9.3	1
Pino	15			9.2	8.7	1

Anexo 5. Árbol promedio derribado en el B. Maduro de 33 años en la Finca San Martín.

Finca San Martín	Parcela número 3	Especie	Nº de trozas	DM (cm)	dm (cm)	Longitud (m)
		Pino	1	28.3	24.5	1
		Pino	2	24.7	23.2	1
		Pino	3	23.1	22.5	1
		Pino	4	22.5	21.8	1
		Pino	5	22.3	20.9	1
		Pino	6	21.5	20.2	1
		Pino	7	20.9	20.2	1
		Pino	8	19.9	18.7	1
		Pino	9	19	18.6	1
		Pino	10	17.2	17	1
		Pino	11	16.8	16.3	1
		Pino	12	16.1	15.7	1
		Pino	13	14.4	13.5	1
		Pino	14	14.1	8.5	1
Pino	15	9	8	1		

Anexo 6. Árbol promedio derribado en el Bosque en regeneración de 10 años en la Finca El Sarrete.

Finca El Sarrete	Parcela número 1	Especie	N° de trozas	DM (cm)	dm (cm)	Longitud (m)
		Pino	1	19.9	17.6	1
		Pino	2	17.2	16.3	1
		Pino	3	16.1	15	1
		Pino	4	15	14	1
		Pino	5	14.2	13.1	1
		Pino	6	12	11.1	1
		Pino	7	10.8	9.1	1
		Pino	8	9.1	8.2	1
		Pino	9	7.5	6.6	1
		Pino	10	5	3.1	1

Anexo 7. Árbol promedio derribado en el Bosque Joven de 25 años en la Finca El Sarrete.

Finca El Sarrete	Parcela número 2	Especie	N° de trozas	DM (cm)	dm (cm)	Longitud (m)
		pino	1	23.7	20	1
		pino	2	19.5	19	1
		pino	3	18.1	16.4	1
		pino	4	16.4	16.4	1
		pino	5	16.1	15.3	1
		pino	6	15.3	15.1	1
		pino	7	14.6	14.5	1
		pino	8	13.1	12.8	1
		pino	9	12.8	12.4	1
		pino	10	11.5	11	1
		pino	11	10.5	8.5	1
		pino	12	10.4	8.5	1
		pino	13	7.7	7.3	1
		pino	14	6.1	5.1	1
pino	15	5.1	3.8	1		

Anexo 8. Árbol promedio derribado en el Bosque maduro de 33 años en la Finca El Sarrete.

Finca El Sarrete	Parcela número 3	Especie	N° de trozas	DM (cm)	dm (cm)	Longitud (m)
		pino	1	20.1	18.1	1
		pino	2	18.1	16.5	1
		pino	3	16.2	16.1	1
		pino	4	15.8	15.8	1
		pino	5	15.1	14.2	1
		pino	6	14.5	14.1	1
		pino	7	13.4	12.5	1
		pino	8	13.6	13.1	1
		pino	9	12.5	11.3	1
		pino	10	11.5	10.4	1
		pino	11	10.5	10	1
		pino	12	10.2	10	1
		pino	13	10.4	7.9	1
		pino	14	7.8	5.9	1

Anexo 9. Árbol promedio derribado en el Bosque en Regeneración de 7 años en la Finca Campo Fresco.

Finca Campo Fresco	Parcela número 1	Espece	Nº de trozas	DM (cm)	dm (cm)	Longitud (m)
		<i>Pinus oocarpa</i>	1	15	13	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	2	12	9.9	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	3	9.7	8.4	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	4	6.8	6.4	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	5	4.1	3.1	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	6	13	11	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	7	11	7.4	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	8	7.3	6.1	1

Anexo 10. Árbol promedio derribado en el Bosque joven de 22 años, Finca Campo Fresco.

		Especie	Nº de trozas	DM (cm)	dm (cm)	Longitud (m)
Finca Campo Fresco	Parcela número 2	<i>Pinus oocarpa</i>	1	27	27	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	2	23	23	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	3	21	20	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	4	21	20	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	5	19	18	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	6	18	19	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	7	17	16	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	8	16	15	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	9	15	15	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	10	14	13	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	11	14	13	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	12	13	12	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	13	13	11	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	14	11	11	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	15	8.4	7.5	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	16	7.5	6.7	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	17	6.6	5.3	1

Anexo 11. Árbol promedio derribado en el Bosque maduro de 33 años en la finca Campo Fresco.

Finca Campo Fresco	Parcela número 3	Especie	N° de trozas	DM (cm)	dm (cm)	Longitud (m)
		<i>Pinus oocarpa</i>	1	29	29	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	2	24	23	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	3	23	21	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	4	21	20	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	5	20	21	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	6	19	18	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	7	18	18	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	8	18	15	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	9	15	14	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	10	13	13	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	11	11	11	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	12	10	11	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	13	9.5	8	1
		<i>Pinus oocarpa</i>	14	8.4	5.6	1
<i>Pinus oocarpa</i>	15	5.4	4.3	1		

Anexo 12. Peso húmedo en kilogramos, por componente de biomasa aérea de los nueve árboles derribados en las tres fincas.

FINCA	Sitio	Altura (m)	Estado de desarrollo	Especie	Peso húmedo de trozas (Kg)	Peso húmedo de ramas (Kg)	Peso húmedo de acículas (Kg)	Peso Total (Kg)
San Martín	1	8	B.R	<i>Pinus oocarpa</i>	53.7	11.8	17.3	82.8
San Martín	2	16	B. J	<i>Pinus oocarpa</i>	288.2	46.5	17.1	351.8
San Martín	3	17	B.M	<i>Pinus oocarpa</i>	409.4	97.4	25.2	532
El Sarrete	1	12.6	B.R	<i>Pinus oocarpa</i>	130.6	26	24.2	180.8
El Sarrete	2	15	B.J	<i>Pinus oocarpa</i>	184.5	33.9	11.5	229.9
El Sarrete	3	14.4	B.M	<i>Pinus oocarpa</i>	153.4	26.6	7.6	187.6
Campo Fresco	1	5.5	B.R	<i>Pinus oocarpa</i>	34	9	10	53
Campo Fresco	2	17	B.J	<i>Pinus oocarpa</i>	290	47.3	29.2	366.5
Campo Fresco	3	16	B.M	<i>Pinus oocarpa</i>	340.1	90.1	25.2	455.4

Anexo 13. Densidad aparente, contenido de carbono, peso del suelo y carbono en el suelo.

FINCA	ESDE	R	Da (ton/m3)	C %	PS (ton/ha)	C (ton/ha)
SM	BR	1.00	1.21	7.19	2420.00	174.00
SM	BR	2.00	1.20	76.40	2400.00	1833.60
SM	BR	3.00	1.26	17.80	2520.00	448.56
SM	BJ	1.00	1.08	6.80	2160.00	146.88
SM	BJ	2.00	1.52	26.60	3040.00	808.64
SM	BJ	3.00	1.27	25.20	2540.00	640.08
SM	BM	1.00	1.14	14.20	2280.00	323.76
SM	BM	2.00	0.88	16.40	1760.00	288.64
SM	BM	3.00	1.37	8.50	2740.00	232.90
ES	BR	1.00	1.43	1.28	2860.00	36.61
ES	BR	2.00	1.24	1.94	2480.00	48.11
ES	BR	3.00	1.10	3.94	2200.00	86.68
ES	BJ	1.00	1.46	1.01	2920.00	29.49
ES	BJ	2.00	1.51	1.22	3020.00	36.84
ES	BJ	3.00	1.43	0.98	2860.00	28.03
ES	BM	1.00	1.16	1.34	2320.00	31.09
ES	BM	2.00	1.26	0.35	2520.00	8.82
ES	BM	3.00	1.61	0.35	3220.00	11.27
CF	BR	1.00	1.02	2.76	2040.00	56.30
CF	BR	2.00	1.02	3.42	2040.00	69.77
CF	BR	3.00	1.17	2.79	2340.00	65.29
CF	BJ	1.00	1.22	4.31	2440.00	105.16
CF	BJ	2.00	0.86	2.50	1720.00	43.00
CF	BJ	3.00	1.25	1.19	2500.00	29.75
CF	BM	1.00	1.03	1.93	2060.00	39.76
CF	BM	2.00	0.98	2.55	1960.00	49.98
CF	BM	3.00	1.06	2.79	2120.00	59.15

SM= San Martin
 ES= El Sarrete
 CF= Campo Fresco
 ESDE= Estado de desarrollo
 BR= Bosque en Regeneración
 BJ= Bosque Joven
 BM= Bosque Maduro
 R= Repeticiones

Da= Densidad aparente
 C%= Porcentaje de carbono
 PS= Peso Seco
 C= Carbono

Anexo 14. Contenido de Carbono en hojarasca en tres estados de desarrollo del bosque de *Pinus oocarpa* en tres fincas seleccionadas del Municipio de Dipilto.

Componente	Tipo de muestra	Peso Verde (g)	PSS (g)	%H	PF (g)	PS (g)	C (%)	C (kg/ha?)
Hojarasca	Acículas	500	409.80	22.01	1.29	1.06	27.54	0.292
Hojarasca	Acículas	500	413.80	20.83	0.54	0.45	25.96	0.116
Hojarasca	Acículas	500	415.80	20.25	0.86	0.71	27.16	0.193
Hojarasca	Ramas	500	416.70	19.99	1.63	1.36	27.59	0.374
Hojarasca	Ramas	500	358.00	39.66	0.42	0.30	26.71	0.080
Hojarasca	Ramas	500	402.30	24.29	2.83	2.28	29.13	0.664
Hojarasca	Ramas	500	225.40	121.83	0.28	0.12	27.32	0.034
Hojarasca	Ramas	500	405.90	23.18	0.50	0.41	29.48	0.119
Hojarasca	Ramas	500	411.50	21.51	1.42	1.17	25.55	0.299
Hojarasca	Acículas	500	409.80	22.01	1.64	1.35	27.43	0.370
Hojarasca	Acículas	500	463.10	7.97	2.06	1.91	28.28	0.540
Hojarasca	Acículas	500	400.60	24.81	1.03	0.82	27.78	0.228
Hojarasca	Acículas	411	338.60	21.38	0.41	0.34	26.15	0.089
Hojarasca	Acículas	500	429.00	16.55	0.61	0.53	28.33	0.149
Hojarasca	Acículas	500	437.30	14.34	1.18	1.03	28.3	0.291
Hojarasca	Ramas	123.2	90.00	36.89	0.00	0.00	27.24	0.000
Hojarasca	Ramas	151	94.40	59.96	0.12	0.08	25.86	0.020
Hojarasca	Acículas	500	463.10	7.97	1.54	1.42	28.01	0.399
Hojarasca	Acículas	500	470.90	6.18	1.11	1.05	28.69	0.301
Hojarasca	Acículas	500	458.90	8.96	1.06	0.97	27.94	0.272
Hojarasca	Ramas	489.4	436.50	12.12	0.49	0.44	28.96	0.126
Hojarasca	Ramas	238.6	147.10	62.20	0.26	0.16	27.71	0.045
Hojarasca	Ramas	113.6	80.50	41.12	0.11	0.08	27.08	0.022
Hojarasca	Acículas	500	446.10	12.08	0.90	0.80	29.22	0.233
Hojarasca	Acículas	500	448.80	11.41	0.98	0.88	28.75	0.252

Componente	Tipo de muestra	Peso Verde (g)	PSS (g)	%H	PF (g)	PS (g)	C (%)	C (kg/ha?)
Hojarasca	Acículas	500	465.50	7.41	0.98	0.92	28.72	0.263
Hojarasca	Ramas	369.4	295.30	25.09	0.37	0.30	27.44	0.081
Hojarasca	Ramas	500	349.90	42.90	0.87	0.61	31.29	0.191
Hojarasca	Ramas	44	21.70	102.76	0.04	0.02	26.19	0.006
Hojarasca	Acículas	435	358.50	21.34	0.44	0.36	23.02	0.083
Hojarasca	Acículas	500	396.40	26.14	2.54	2.01	28.73	0.578
Hojarasca	Acículas	500	389.70	28.30	0.99	0.77	28.71	0.222
Hojarasca	Ramas	120.1	77.40	55.17	0.12	0.08	26.43	0.020
Hojarasca	Ramas	68	31.80	113.84	0.07	0.03	25.61	0.008
Hojarasca	Ramas	46.4	17.70	162.15	0.53	0.20	28.2	0.057
Hojarasca	Ramas	500	278.30	79.66	1.09	0.61	30.01	0.182
Hojarasca	Ramas	500	374.90	33.37	0.85	0.64	30.63	0.195
Hojarasca	Ramas	500	369.40	35.35	0.59	0.44	28.08	0.123
Hojarasca	Acículas	500	362.90	37.78	2.57	1.87	28.7	0.536
Hojarasca	Acículas	500	424.00	17.92	2.20	1.86	30.34	0.566
Hojarasca	Acículas	500	346.70	44.22	1.81	1.26	31.14	0.391

Anexo 15. Contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea de los nueve árboles derribados.

Finca	Estado de desarrollo	TBms	Peso Verde gr	PSS gr	% Hrec	PF (kg)	PS kg	% C	CONT C
SM	BR	fuste	500	224.00	123.21	53.00	23.74	25.5	6.055
SM	BR	fuste	500	189.70	163.57	53.70	20.37	24.79	5.051
SM	BR	fuste	500	185.90	168.96	53.70	19.97	26.13	5.217
SM	BR	acículas	500	214.30	133.32	17.30	7.41	24.41	1.810
SM	BR	acículas	500	217.90	129.46	17.30	7.54	28.73	2.166
SM	BR	acículas	500	205.10	143.78	17.30	7.10	28.06	1.991
SM	BR	ramas	500	199.00	151.26	11.80	4.70	26.6	1.249
SM	BR	ramas	500	236.60	111.33	11.80	5.58	24.68	1.378
SM	BR	ramas	500	208.60	139.69	11.80	4.92	22.96	1.130
SM	BJ	fuste	500	256.90	94.63	288.20	148.08	28.87	42.750
SM	BJ	fuste	500	259.20	92.90	288.20	149.40	28.8	43.028
SM	BJ	fuste	500	245.90	103.33	288.20	141.74	29.09	41.231
SM	BJ	acículas	500	224.10	123.11	17.10	7.66	27.43	2.102
SM	BJ	acículas	500	220.60	126.65	17.10	7.54	28.15	2.124
SM	BJ	acículas	500	219.90	127.38	17.10	7.52	29.3	2.204
SM	BJ	ramas	500	239.20	109.03	46.50	22.25	25.22	5.610
SM	BJ	ramas	500	268.70	86.08	46.50	24.99	24.38	6.092
SM	BJ	ramas	500	278.90	79.28	46.50	25.94	25.73	6.674
SM	BM	fuste	500	295.40	69.26	409.40	241.87	27.59	66.733
SM	BM	fuste	500	267.20	87.13	409.40	218.78	29.23	63.950
SM	BM	fuste	500	327.10	52.86	409.40	267.83	28.1	75.260
SM	BM	acículas	500	217.30	130.10	25.20	10.95	29.21	3.199
SM	BM	acículas	500	220.00	127.27	25.20	11.09	29.31	3.250
SM	BM	acículas	500	226.70	120.56	25.20	11.43	28.57	3.264
SM	BM	ramas	500	243.60	105.25	97.40	47.45	26.01	12.343

Finca	Estado de desarrollo	TBms	Peso Verde gr	PSS gr	% Hrec	PF (kg)	PS kg	% C	CONT C
SM	BM	ramas	500	256.50	94.93	97.40	49.97	23.57	11.777
SM	BM	ramas	500	246.50	102.84	97.40	48.02	24.88	11.947
ES	BR	acículas	500	217.20	130.20	24.20	10.51	28.98	3.047
ES	BR	acículas	500	264.90	88.75	24.20	12.82	28.93	3.709
ES	BR	acículas	500	215.90	131.59	24.20	10.45	28.72	3.001
ES	BR	ramas	500	291.80	71.35	26.00	15.17	26.06	3.954
ES	BR	ramas	500	252.40	98.10	26.00	13.12	25.76	3.381
ES	BR	ramas	500	235.00	112.77	26.00	12.22	25.09	3.066
ES	BR	fuste	500	258.50	93.42	130.60	67.52	25.66	17.326
ES	BR	fuste	500	225.50	121.73	130.60	58.90	25.42	14.973
ES	BR	fuste	500	232.80	114.78	130.60	60.81	25.73	15.646
ES	BJ	acículas	500	224.40	122.82	11.50	5.16	27.42	1.415
ES	BJ	acículas	500	224.60	122.62	11.50	5.17	28.3	1.462
ES	BJ	acículas	500	224.50	122.72	11.50	5.16	29.01	1.498
ES	BJ	ramas	500	281.60	77.56	33.90	19.09	25.64	4.895
ES	BJ	ramas	500	305.20	63.83	33.90	20.69	25.49	5.275
ES	BJ	ramas	500	245.30	103.83	33.90	16.63	26.33	4.379
ES	BJ	fuste	500	290.50	72.12	184.50	107.19	25.39	27.217
ES	BJ	fuste	500	304.60	64.15	184.50	112.40	25.64	28.819
ES	BJ	fuste	500	287.40	73.97	184.50	106.05	26.63	28.241
ES	BM	acículas	500	229.00	118.34	7.60	3.48	28.45	0.990
ES	BM	acículas	500	231.20	116.26	7.60	3.51	28.13	0.989
ES	BM	acículas	500	234.80	112.95	7.60	3.57	28.6	1.021
ES	BM	ramas	500	249.70	100.24	26.60	13.28	25.81	3.429
ES	BM	ramas	500	254.50	96.46	26.60	13.54	24.43	3.308
ES	BM	ramas	500	238.90	109.29	26.60	12.71	25.71	3.268
ES	BM	fuste	500	290.80	71.94	153.40	89.22	26.15	23.330
ES	BM	fuste	500	296.70	68.52	153.40	91.03	26.53	24.150

Finca	Estado de desarrollo	TBms	Peso Verde gr	PSS gr	% Hrec	PF (kg)	PS kg	% C	CONT C
ES	BM	fuste	500	306.60	63.08	153.40	94.06	27.79	26.141
CF	BR	acículas	500	215.30	132.23	10.00	4.31	28.51	1.228
CF	BR	acículas	500	219.50	127.79	10.00	4.39	30.49	1.339
CF	BR	acículas	500	215.70	131.80	10.00	4.31	31.46	1.357
CF	BR	ramas	500	203.90	145.22	9.00	3.67	28.54	1.047
CF	BR	ramas	500	199.90	150.13	9.00	3.60	28.23	1.016
CF	BR	ramas	500	205.50	143.31	9.00	3.70	27.25	1.008
CF	BR	fuste	500	238.10	110.00	34.00	16.19	24.17	3.913
CF	BR	fuste	500	201.20	148.51	34.00	13.68	26.93	3.684
CF	BR	fuste	500	239.50	108.77	34.00	16.29	24.3	3.957
CF	BJ	acículas	500	216.80	130.63	29.20	12.66	29.03	3.676
CF	BJ	acículas	500	220.30	126.96	29.20	12.87	28.2	3.628
CF	BJ	acículas	500	229.30	118.05	29.20	13.39	32.35	4.332
CF	BJ	fuste	500	275.90	81.23	290.00	160.02	27.57	44.118
CF	BJ	fuste	500	248.90	100.88	290.00	144.36	25.3	36.524
CF	BJ	fuste	500	258.60	93.35	290.00	149.99	26.63	39.942
CF	BJ	ramas	500	264.20	89.25	47.30	24.99	24.32	6.078
CF	BJ	ramas	500	258.70	93.27	47.30	24.47	24	5.874
CF	BJ	ramas	500	251.90	98.49	47.30	23.83	24.15	5.755
CF	BM	acículas	500	209.80	138.32	26.40	11.08	30.82	3.414
CF	BM	acículas	500	210.40	137.64	26.40	11.11	28.54	3.171
CF	BM	acículas	500	212.30	135.52	26.40	11.21	33.47	3.752
CF	BM	ramas	500	289.30	72.83	90.40	52.31	24	12.553
CF	BM	ramas	500	286.70	74.40	90.40	51.84	25.13	13.026
CF	BM	ramas	500	301.80	65.67	90.40	54.57	31.77	17.335
CF	BM	fuste	500	248.20	101.45	340.10	168.83	25.95	43.810
CF	BM	fuste	500	241.90	106.70	340.10	164.54	26.12	42.978

Anexo 16. Formato de campo para toma de datos del inventario forestal.

Número	Estado de desarrollo	Nombre Común	Nombre Científico	DAP (cm)	ALTOT (m)

Anexo 17. Cálculo de carbono por número de árboles.

Finca	ESDE	Nar/ha	H %	PH Fuste (t)	PS de fuste (t)	Ton /fuste	Carbono (t C/ha)
San Martin	B.R	953	58.08	0.05	0.08	0.02	19.06
San Martin	B. J	376	87.34	0.29	0.33	0.1	37.6
San Martin	B. M	284	61.46	0.41	0.66	0.19	53.96
El Sarrete	B.R	800	62.52	0.13	0.2	0.05	40
El Sarrete	B. J	23	61.74	0.18	0.29	0.08	25.84
El Sarrete	B. M	238	59.62	0.15	0.25	0.07	16.66
Campo Fresco	B. R	276	77.89	0.03	0.04	0.01	2.76
Campo Fresco	B. J	200	77.14	0.29	0.37	0.1	20
Campo Fresco	B. M	261	90.24	0.34	0.37	0.1	26.1

Anexo 18. Consolidado de carbono en la biomasa aérea en las tres fincas.

Fincas	ESDE	Biomasa	R	PV(gr)	PS(gr)	%Hrec	PF kg	PS	%C	CONTC
SM	BR	fuste	1	500	224.00	123.21	53.00	23.74	25.5	6.055
SM	BR	fuste	2	500	189.70	163.57	53.70	20.37	24.79	5.051
SM	BR	fuste	3	500	185.90	168.96	53.70	19.97	26.13	5.217
SM	BR	acículas	1	500	214.30	133.32	17.30	7.41	24.41	1.810
SM	BR	acículas	2	500	217.90	129.46	17.30	7.54	28.73	2.166
SM	BR	acículas	3	500	205.10	143.78	17.30	7.10	28.06	1.991
SM	BR	ramas	1	500	199.00	151.26	11.80	4.70	26.6	1.249
SM	BR	ramas	2	500	236.60	111.33	11.80	5.58	24.68	1.378
SM	BR	ramas	3	500	208.60	139.69	11.80	4.92	22.96	1.130
SM	BJ	fuste	1	500	256.90	94.63	288.20	148.08	28.87	42.750
SM	BJ	fuste	2	500	259.20	92.90	288.20	149.40	28.8	43.028
SM	BJ	fuste	3	500	245.90	103.33	288.20	141.74	29.09	41.231
SM	BJ	acículas	1	500	224.10	123.11	17.10	7.66	27.43	2.102
SM	BJ	acículas	2	500	220.60	126.65	17.10	7.54	28.15	2.124
SM	BJ	acículas	3	500	219.90	127.38	17.10	7.52	29.3	2.204
SM	BJ	ramas	1	500	239.20	109.03	46.50	22.25	25.22	5.610
SM	BJ	ramas	2	500	268.70	86.08	46.50	24.99	24.38	6.092
SM	BJ	ramas	3	500	278.90	79.28	46.50	25.94	25.73	6.674
SM	BM	fuste	1	500	295.40	69.26	409.40	241.87	27.59	66.733
SM	BM	fuste	2	500	267.20	87.13	409.40	218.78	29.23	63.950
SM	BM	fuste	3	500	327.10	52.86	409.40	267.83	28.1	75.260
SM	BM	acículas	1	500	217.30	130.10	25.20	10.95	29.21	3.199
SM	BM	acículas	2	500	220.00	127.27	25.20	11.09	29.31	3.250
SM	BM	acículas	3	500	226.70	120.56	25.20	11.43	28.57	3.264
SM	BM	ramas	1	500	243.60	105.25	97.40	47.45	26.01	12.343
SM	BM	ramas	2	500	256.50	94.93	97.40	49.97	23.57	11.777
SM	BM	ramas	3	500	246.50	102.84	97.40	48.02	24.88	11.947

Fincas	ESDE	Biomasa	R	PV(gr)	PS(gr)	%Hrec	PF kg	PS	%C	CONTC
ES	BR	acículas	1	500	217.20	130.20	24.20	10.51	28.98	3.047
ES	BR	acículas	2	500	264.90	88.75	24.20	12.82	28.93	3.709
ES	BR	acículas	3	500	215.90	131.59	24.20	10.45	28.72	3.001
ES	BR	ramas	1	500	291.80	71.35	26.00	15.17	26.06	3.954
ES	BR	ramas	2	500	252.40	98.10	26.00	13.12	25.76	3.381
ES	BR	ramas	3	500	235.00	112.77	26.00	12.22	25.09	3.066
ES	BR	fuste	1	500	258.50	93.42	130.60	67.52	25.66	17.326
ES	BR	fuste	2	500	225.50	121.73	130.60	58.90	25.42	14.973
ES	BR	fuste	3	500	232.80	114.78	130.60	60.81	25.73	15.646
ES	BJ	acículas	1	500	224.40	122.82	11.50	5.16	27.42	1.415
ES	BJ	acículas	2	500	224.60	122.62	11.50	5.17	28.3	1.462
ES	BJ	acículas	3	500	224.50	122.72	11.50	5.16	29.01	1.498
ES	BJ	ramas	1	500	281.60	77.56	33.90	19.09	25.64	4.895
ES	BJ	ramas	2	500	305.20	63.83	33.90	20.69	25.49	5.275
ES	BJ	ramas	3	500	245.30	103.83	33.90	16.63	26.33	4.379
ES	BJ	fuste	1	500	290.50	72.12	184.50	107.19	25.39	27.217
ES	BJ	fuste	2	500	304.60	64.15	184.50	112.40	25.64	28.819
ES	BJ	fuste	3	500	287.40	73.97	184.50	106.05	26.63	28.241
ES	BM	acículas	1	500	229.00	118.34	7.60	3.48	28.45	0.990
ES	BM	acículas	2	500	231.20	116.26	7.60	3.51	28.13	0.989
ES	BM	acículas	3	500	234.80	112.95	7.60	3.57	28.6	1.021
ES	BM	ramas	1	500	249.70	100.24	26.60	13.28	25.81	3.429
ES	BM	ramas	2	500	254.50	96.46	26.60	13.54	24.43	3.308
ES	BM	ramas	3	500	238.90	109.29	26.60	12.71	25.71	3.268
ES	BM	fuste	1	500	290.80	71.94	153.40	89.22	26.15	23.330
ES	BM	fuste	2	500	296.70	68.52	153.40	91.03	26.53	24.150
ES	BM	fuste	3	500	306.60	63.08	153.40	94.06	27.79	26.141
CF	BR	acículas	1	500	215.30	132.23	10.00	4.31	28.51	1.228

Fincas	ESDE	Biomasa	R	PV(gr)	PS(gr)	%Hrec	PF kg	PS	%C	CONTC
CF	BR	acículas	2	500	219.50	127.79	10.00	4.39	30.49	1.339
CF	BR	acículas	3	500	215.70	131.80	10.00	4.31	31.46	1.357
CF	BR	ramas	1	500	203.90	145.22	9.00	3.67	28.54	1.047
CF	BR	ramas	2	500	199.90	150.13	9.00	3.60	28.23	1.016
CF	BR	ramas	3	500	205.50	143.31	9.00	3.70	27.25	1.008
CF	BR	fuste	1	500	238.10	110.00	34.00	16.19	24.17	3.913
CF	BR	fuste	2	500	201.20	148.51	34.00	13.68	26.93	3.684
CF	BR	fuste	3	500	239.50	108.77	34.00	16.29	24.3	3.957
CF	BJ	acículas	1	500	216.80	130.63	29.20	12.66	29.03	3.676
CF	BJ	acículas	2	500	220.30	126.96	29.20	12.87	28.2	3.628
CF	BJ	acículas	3	500	229.30	118.05	29.20	13.39	32.35	4.332
CF	BJ	fuste	1	500	275.90	81.23	290.00	160.02	27.57	44.118
CF	BJ	fuste	2	500	248.90	100.88	290.00	144.36	25.3	36.524
CF	BJ	fuste	3	500	258.60	93.35	290.00	149.99	26.63	39.942
CF	BJ	ramas	1	500	264.20	89.25	47.30	24.99	24.32	6.078
CF	BJ	ramas	2	500	258.70	93.27	47.30	24.47	24	5.874
CF	BJ	ramas	3	500	251.90	98.49	47.30	23.83	24.15	5.755
CF	BM	acículas	1	500	209.80	138.32	26.40	11.08	30.82	3.414
CF	BM	acículas	2	500	210.40	137.64	26.40	11.11	28.54	3.171
CF	BM	acículas	3	500	212.30	135.52	26.40	11.21	33.47	3.752
CF	BM	ramas	1	500	289.30	72.83	90.40	52.31	24	12.553
CF	BM	ramas	2	500	286.70	74.40	90.40	51.84	25.13	13.026
CF	BM	ramas	3	500	301.80	65.67	90.40	54.57	31.77	17.335
CF	BM	fuste	1	500	248.20	101.45	340.10	168.83	25.95	43.810
CF	BM	fuste	2	500	241.90	106.70	340.10	164.54	26.12	42.978
CF	BM	fuste	3	500	251.30	98.97	340.10	170.93	29.39	50.238

SM: San Martin
ES: El Sarrete
CF: Campo Fresco
PF: Peso fresco
PS: Peso seco

ESDE: Estado desarrollo
BR: Bosque en Regeneración
BJ: Bosque Joven
BM: Bosque Maduro
%Hrec: Porcentaje de humedad recalculado

Anexo 19. Consolidado de carbono en la biomasa de hojarasca.

Estado de desarrollo	Biomasa	Muestra	R	PS (gr)	%Hrec	%C	CONTC
BR	Hojarasca	acículas	1	409.80	22.01	27.54	0.292
BR	Hojarasca	acículas	2	413.80	20.83	25.96	0.116
BR	Hojarasca	acículas	3	415.80	20.25	27.16	0.193
BR	Hojarasca	ramas	1	416.70	19.99	27.59	0.374
BR	Hojarasca	ramas	2	358.00	39.66	26.71	0.080
BR	Hojarasca	ramas	3	402.30	24.29	29.13	0.664
BJ	Hojarasca	ramas	1	225.40	121.83	27.32	0.034
BJ	Hojarasca	ramas	2	405.90	23.18	29.48	0.119
BJ	Hojarasca	ramas	3	411.50	21.51	25.55	0.299
BJ	Hojarasca	acículas	1	409.80	22.01	27.43	0.370
BJ	Hojarasca	acículas	2	463.10	7.97	28.28	0.540
BJ	Hojarasca	acículas	3	400.60	24.81	27.78	0.228
BR	Hojarasca	acículas	1	338.60	21.38	26.15	0.089
BR	Hojarasca	acículas	2	429.00	16.55	28.33	0.149
BR	Hojarasca	acículas	3	437.30	14.34	28.3	0.291
BR	Hojarasca	ramas	2	90.00	36.89	27.24	0.000
BR	Hojarasca	ramas	3	94.40	59.96	25.86	0.020
BJ	Hojarasca	acículas	1	463.10	7.97	28.01	0.399
BJ	Hojarasca	acículas	2	470.90	6.18	28.69	0.301
BJ	Hojarasca	acículas	3	458.90	8.96	27.94	0.272
BJ	Hojarasca	ramas	1	436.50	12.12	28.96	0.126
BJ	Hojarasca	ramas	2	147.10	62.20	27.71	0.045
BJ	Hojarasca	ramas	3	80.50	41.12	27.08	0.022
BM	Hojarasca	acículas	1	446.10	12.08	29.22	0.233
BM	Hojarasca	acículas	2	448.80	11.41	28.75	0.252
BM	Hojarasca	acículas	3	465.50	7.41	28.72	0.263

BM	Hojarasca	ramas	1	295.30	25.09	27.44	0.081
BM	Hojarasca	ramas	2	349.90	42.90	31.29	0.191
BM	Hojarasca	ramas	3	21.70	102.76	26.19	0.006
BJ	Hojarasca	acículas	1	358.50	21.34	23.02	0.083
BJ	Hojarasca	acículas	2	396.40	26.14	28.73	0.578
BJ	Hojarasca	acículas	3	389.70	28.30	28.71	0.222
BJ	Hojarasca	ramas	1	77.40	55.17	26.43	0.020
BJ	Hojarasca	ramas	2	31.80	113.84	25.61	0.008
BJ	Hojarasca	ramas	3	17.70	162.15	28.2	0.057
BM	Hojarasca	ramas	1	278.30	79.66	30.01	0.182
BM	Hojarasca	ramas	2	374.90	33.37	30.63	0.195
BM	Hojarasca	ramas	3	369.40	35.35	28.08	0.123
BM	Hojarasca	acículas	1	362.90	37.78	28.7	0.536
BM	Hojarasca	acículas	2	424.00	17.92	30.34	0.566
BM	Hojarasca	acículas	3	346.70	44.22	31.14	0.391

Anexo 20. Consolidado de carbono en el suelo.

FINCA	LABSA	Estado de desarrollo	R	Da (ton/m3)	Carbono %	PS (ton/ha)	Carbono (ton/ha)
San Martin	158	BR	1.00	1.21	7.19	2420.00	174.00
San Martin	171	BR	2.00	1.20	76.40	2400.00	1833.60
San Martin	172	BR	3.00	1.26	17.80	2520.00	448.56
San Martin	176	BJ	1.00	1.08	6.80	2160.00	146.88
San Martin	177	BJ	2.00	1.52	26.60	3040.00	808.64
San Martin	178	BJ	3.00	1.27	25.20	2540.00	640.08
San Martin	179	BM	1.00	1.14	14.20	2280.00	323.76
San Martin	180	BM	2.00	0.88	16.40	1760.00	288.64
San Martin	181	BM	3.00	1.37	8.50	2740.00	232.90
El Sarrete	267	BR	1.00	1.43	1.28	2860.00	36.61
El Sarrete	268	BR	2.00	1.24	1.94	2480.00	48.11
El Sarrete	269	BR	3.00	1.10	3.94	2200.00	86.68
El Sarrete	270	BJ	1.00	1.46	1.01	2920.00	29.49
El Sarrete	271	BJ	2.00	1.51	1.22	3020.00	36.84
El Sarrete	272	BJ	3.00	1.43	0.98	2860.00	28.03
El Sarrete	273	BM	1.00	1.16	1.34	2320.00	31.09
El Sarrete	274	BM	2.00	1.26	0.35	2520.00	8.82
El Sarrete	275	BM	3.00	1.61	0.35	3220.00	11.27
Campo Fresco	669	BR	1.00	1.02	2.76	2040.00	56.30
Campo Fresco	670	BR	2.00	1.02	3.42	2040.00	69.77
Campo Fresco	671	BR	3.00	1.17	2.79	2340.00	65.29
Campo Fresco	672	BJ	1.00	1.22	4.31	2440.00	105.16
Campo Fresco	673	BJ	2.00	0.86	2.50	1720.00	43.00
Campo Fresco	674	BJ	3.00	1.25	1.19	2500.00	29.75
Campo Fresco	675	BM	1.00	1.03	1.93	2060.00	39.76
Campo Fresco	676	BM	2.00	0.98	2.55	1960.00	49.98
Campo Fresco	677	BM	3.00	1.06	2.79	2120.00	59.15

