



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Trabajo de Graduación

“Evaluación del carbono almacenado en la biomasa y suelo del bosque tropical seco en el municipio de Nandaime, departamento de Granada, Nicaragua”

AUTORES:

Br: Gonzalo Aníbal Huerta Quezada

Br: Luz del Rosario Martínez Quezada

ASESORES:

Dr. Domingo Rivas Cerda
Dr. Guillermo Castro Marín

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2011



“ Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible ”

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Trabajo de Graduación

Presentado para obtener el título de Ingeniero
Forestal

Evaluación del carbono almacenado en la biomasa y
suelo del bosque tropical seco en el municipio de
Nandaime, departamento de Granada, Nicaragua

AUTORES

Br: Gonzalo Aníbal Huerta Quezada

Br: Luz del Rosario Martínez Quezada

ASESORES

Dr. Domingo Rivas Cerda

Dr. Guillermo Castro Marín

Managua, Nicaragua

Noviembre, 2011

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

Ing. MSc. Glenda Bonilla

Presidente

Ing. MSc. Edmundo Umaña

Secretario

Ing. MSc. Francisco Reyes

Vocal

Managua, 03 de noviembre del año 2011

INDICE DE CONTENIDO

INDICE DE CONTENIDO

| | |
|---|-----|
| DEDICATORIA..... | i |
| DEDICATORIA..... | ii |
| AGRADECIMIENTOS..... | iii |
| ÍNDICE DE CUADRO | iv |
| ÍNDICE DE FIGURAS | v |
| ÍNDICE DE ANEXOS | vii |
| RESUMEN | ix |
| I. INTRODUCCIÓN | 1 |
| II. OBJETIVOS..... | 3 |
| Objetivo general | 3 |
| Objetivos específicos..... | 3 |
| III. MATERIALES Y METODO | 4 |
| 3.1. Localización del área de estudio | 4 |
| 3.2. Aspectos biofísicos | 4 |
| 3.3. Proceso metodológico..... | 5 |
| 3.3.1 Criterios de las fincas..... | 5 |
| 3.3.2 Fincas Seleccionadas | 6 |
| 3.4 Inventario forestal | 7 |
| 3.4.1 Intensidad de muestreo..... | 8 |
| 3.4.2 Diseño | 8 |
| 3.4.2.1 Componentes de muestreo..... | 9 |
| 3.4.2.2 Biomasa..... | 14 |
| 3.4.2.3 Contenido de carbono..... | 16 |

| | |
|--|----|
| IV. RESULTADOS Y DISCUSION..... | 20 |
| 4.1 Inventario Forestal | 20 |
| 4.1.1 Número de árboles por hectárea | 20 |
| 4.1.2 Área basal | 22 |
| 4.1.3 Volumen de madera | 23 |
| 4.2 Biodiversidad | 24 |
| 4.2.1 Índice de biodiversidad..... | 24 |
| 4.3 Peso de biomasa | 25 |
| 4.3.1 Peso de hojarasca | 25 |
| 4.3.2 Peso de biomasa aérea | 26 |
| 4.3.3 Peso de biomasa aérea por especies..... | 28 |
| 4.4 Contenido de carbono | 30 |
| 4.4.1 Carbono en hojarasca..... | 30 |
| 4.4.2 Carbono en biomasa aérea..... | 31 |
| 4.4.3 Carbono en biomasa aérea por especies..... | 32 |
| 4.4.4 Carbono en el suelo | 35 |
| 4.4.5 Contenido total de carbono..... | 36 |
| 4.5 Tasa de fijación de carbono..... | 37 |
| V. CONCLUSIONES | 39 |
| VI. RECOMENDACIONES | 40 |
| VII. LITERATURA CITADA..... | 41 |
| VIII. ANEXOS | 44 |

DEDICATORIA

Para la realización del presente estudio de investigación dedico este trabajo a las siguientes personas que hicieron posible la conclusión de mi trabajo de graduación por haberme dado la oportunidad de coronar mi carrera profesional.

En especial a Dios todo poderoso por darme la vida y sabiduría, salud para culminar con este trabajo de investigación.

A mis padres: Francisco Huerta Torres y Victoria Quezada Ruiz, por mostrarme una buena educación, amor, sacrificio, esfuerzos, apoyo económico y moral que permitieron terminar mis estudios con éxitos para coronar mi carrera como un profesional.

A mis hermanas: Dorianela Huerta Quezada, Jania Huerta Quezada, Omara Huerta Quezada y María Huerta Quezada. Que siempre han deseado lo mejor para mí y por mostrarme su cariño y por sus sabios consejos.

A mis sobrinos: Eduardito Miranda Huerta, Leesagny Romero Huerta, Ashley Matamoro Huerta y Adán José Miranda Huerta y por ser la fuente de inspiración para la culminación de mi trabajo de tesis.

A mis cuñados: José Antonio Matamoros, Misael Miranda y Ariel Romero Chow por sus buenos consejos, apoyo moral y ánimo para la culminación de mi carrera profesional.

A mis compañeros de clases por su buen compañerismo durante los cinco años de formación profesional; sin olvidar al resto de compañeros que me brindaron su amistad y apoyo en el transcurso de nuestra carrera.

A mis amigos que están presentes en mi mente y en mi corazón y que han compartido mucho conmigo en los buenos y en los malos momentos que no se olvidan.

A toda mi familia que me han dado su apoyo y ánimo para la culminación con mucha satisfacción mi carrera profesional.

Br. Gonzalo Aníbal Huerta Quezada

DEDICATORIA

Este esfuerzo se lo dedico a **Dios** por darme la vida, el entendimiento, la sabiduría y la fuerza para culminar una de las metas principales de mi vida y por estar siempre a mi lado en todo momento.

Con mucho cariño y respeto a mis queridos padres Maria Petrona Quezada Flores y José Denis Martínez, por ser las personas más importantes de mi vida, que con su amor y sacrificio supieron guiarme en este camino, por sus constantes oraciones y sabios consejos que me han ayudado en el transcurso de mi vida, quienes siempre confiaron en mí y en mis capacidades, por todo su esfuerzo para culminar unos de los mayores anhelos de mi vida, mi carrera profesional con mucho éxito.

A mi hermana Ana Rita Martínez Quezada, que siempre me brindo su amor incondicional, confianza y apoyo emocional, en creer en mí que podía lograr este sueño.

A mis primos Walton Arana Quezada y Gabriel Quezada por darme ánimos de seguir adelante.

A mis sobrinos, Andry Huerta Martínez, Delfinita Quezada y Walton Quezada, por formar parte importante en mi vida, que le sirva ejemplo de superación.

A mis tíos en especial a Bismark Quezada por darme ánimos y apoyo en el transcurso de mi carrera.

A mi hija por llegar a mi vida como una bendición de Dios.

A mi esposo Elio Zeledón por ser alguien muy especial en mi vida y por demostrarme que en todo momento cuento con él.

A mis compañeros de clases, a mis Amigos y a todas esas personas que están presentes en mi mente y en mi corazón y que han compartido buenos y malos momentos y que son inolvidables.

A toda mi familia entera por creer en mí y darme todo su apoyo para culminar mi carrera.

Br. Luz del Rosario Martínez Quezada

AGRADECIMIENTOS

Hemos llegado al final de este trabajo de diploma por esa razón hacemos publico nuestros más sinceros agradecimientos, al apoyo, cooperación y esfuerzo brindado de aquellas personas e instituciones, especialmente :

A Dios por estar presente siempre en nuestras vidas y permitirnos alcanzar unas de nuestras metas.

Al Proyecto post-doctoral "Medición de la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) en el Sector agrario Nicaragüense y el Impacto del Cambio Climático sobre la Erosión de Suelos". Fondo de investigación DIEP- UNA/Asdi.

A nuestra Universidad Nacional Agraria a través del departamento de Manejo de Bosques y Ecosistemas y a todos los docentes que contribuyeron a nuestra formación de nuestra carrera profesional.

A nuestros Asesores: Dr. Domingo Rivas Cerda y Dr. Guillermo Castro Marín por sus valiosos aportes técnicos, su colaboración y por darnos la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

Al Ing. Claudio Calero y Lic. Miguel Garmendia, por brindarnos su apoyo científico para la culminación de nuestro trabajo de graduación.

A la Lic. Idalia Casco. Por habernos otorgado el privilegio de gozar de la beca interna durante los cuatro años y medio de nuestra carrera universitaria.

Y a todas las personas que de una u otra manera nos dieron su apoyo en el transcurso de nuestra carrera profesional.

Br. Gonzalo Aníbal Huerta Quezada

Br. Luz del Rosario Martínez Quezada

ÍNDICE DE CUADRO

| CUADRO | PÁGINA |
|--|---------------|
| 1. Intensidad de Muestreo en las tres sucesiones de edad en el bosque seco tropical en el municipio de Nandaime, Departamento de Granada 2010. | 8 |
| 2. Índice de biodiversidad en fustal del bosque seco tropical en tres sucesiones de edades (9, 15 y 19 años) en el municipio de Nandaime, 2010. | 25 |
| 3. Índice de biodiversidad en latizal del bosque seco tropical en tres edades de desarrollo en el Municipio de Nandaime, 2010. | 25 |
| 4. Tasa anual de fijación de carbono de Biomasa Aérea por sucesiones de edad en el Bosque Seco Tropical en el Municipio de Nandaime, Granada, 2011 | 38 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| FIGURA | PÁGINA |
|--|--------|
| 1. Ubicación geográfica del área de estudio en el municipio de Nandaime, Granada. Tomado de <i>Guido (2004)</i> . | 4 |
| 2. Diseño del inventario forestal realizado en el bosque seco tropical en municipio de Nandaime, Granada. | 9 |
| 3. Tamaño de parcela temporales de muestreo del bosque seco tropical, municipio de Nandaime, Granada.) | 10 |
| 4. Número de árboles en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010. | 21 |
| 5. Área basal en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad de bosque de regeneración. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010. | 23 |
| 6. Volumen de madera en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010. | 24 |
| 7. Peso de hojarasca (t/ha) en dos categoría de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010 | 26 |
| 8. Peso de ramas y hojas en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010. | 27 |
| 9. Peso del fuste en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010. | 28 |
| 10. Peso de biomasa seca por subcomponente de árbol derribado en seis especies del estado fustal del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010. | 29 |
| 11. Carbono almacenado en hojarasca en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010. | 30 |

| | |
|--|----|
| 12. Carbono almacenado en hojas y ramas de biomasa aérea en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010. | 31 |
| 13. Carbono almacenado en fuste en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010. | 32 |
| 14. Carbono almacenado por subcomponente de árbol derribado en seis especies del estado fustal del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010. | 34 |
| 15. Contenido de carbono almacenado en el suelo en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010. | 35 |
| 16. Contenido de carbono almacenado por componente en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010. | 37 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| ANEXO | PÁGINA |
|--|---------------|
| 1. Conceptos generales | 45 |
| 2. Formato para la toma de datos de la vegetación mayores de 10 cm de DAP | 47 |
| 3. Formatos para la toma de datos de la vegetación menores de 10cm de DAP | 48 |
| 4. Formato para la toma de datos para las muestras de suelo y densidad aparente | 49 |
| 5. Formato para la toma de datos para las muestras de hojarasca, y ramas. | 50 |
| 6. Base de datos del Inventario forestal realizado en la finca el Panamá en Nandaime, Granada 2010 | 51 |
| 7. Inventario forestal realizado en las parcelas en estado Latizal de 5x5m en la finca Panamá, Nandaime, Granada 2010 | 53 |
| 8. Base de datos del Inventario forestal realizado en la Finca La Zorra, Nandaime Granada 2010. | 54 |
| 9. Inventario forestal realizado en estado Latizal en las parcelas de 5x5m en la finca la Zorra Nandaime, Granada 2010 | 55 |
| 10. Base de datos del Inventario forestal realizado en la Finca Los Maderales, Nandaime, Granada 2010 | 56 |
| 11. Inventario forestal en estado Latizal realizado en las parcelas de 5x5m en la finca los Maderales Nandaime, Granada | 57 |
| 12. Especies arbóreas de las categorías de vegetación fustal, con su nombre común, nombre científico y familias encontradas en el inventario forestal en las tres sucesiones de edad en el bosque tropical seco Nandaime, 2010 | 58 |
| 13. Especies encontrada en categorías de vegetación latizal con su nombre común, nombre científico y familias encontradas en el inventario forestal en las tres sucesiones de edad en el bosque tropical seco Nandaime, 2010 | 59 |
| 14. Datos recolectados y calculados de los diferentes componentes de la biomasa aérea, en el bosque seco tropical Nandaime, Granada 2010 | 60 |

| | |
|--|-----------|
| 15. Datos recolectados y calculados en el componente hojas en el bosque seco tropical Nandaime, Granada 2010 | 62 |
| 16. Datos recolectados y calculados en el componente ramas en el bosque seco tropical, Nandaime, Granada 2010 | 62 |
| 17. Datos recolectados y calculados en el Suelo, en el bosque seco tropical Nandaime, Granada 2010 | 63 |

RESUMEN

El dióxido de carbono es el más importante de los Gases de Efecto Invernadero, por la actividad humana, tanto en términos de su cantidad como de su potencial efecto sobre el calentamiento global. Este es producido cuando se usa combustible fósil para generar energía y cuando los bosques son deforestados y quemados. La vegetación arbórea es una fuente y a la vez un sumidero natural de CO₂. El presente estudio se realizó en el municipio de Nandaimé departamento de Granada 2010, con el objetivo de evaluar el carbono almacenado en los componentes biomasa aérea, hojarasca y suelo en tres sucesiones de edad (9, 15 y 19 años), en bosque seco tropical. Se hizo un inventario forestal (fustal 200 m² y latizal 25 m²). Se cortó el árbol promedio en fustales Se pesó y muestreo la biomasa aérea y hojarasca, en las cuales se determinó en laboratorio el porcentaje de humedad y contenido de carbono. La mayor cantidad de árboles fue en la edad de 9 años con 2,366.7 árboles/ha. Los promedios de diámetro en fustal fueron 10.92, 14.7 y 15.97 cm, para 9, 15 y 19 años respectivamente. Los promedios de diámetro en latizal fueron 6.29, 6.41 y 6.43 cm, para 9 15 y 19 años respectivamente. Los promedios de altura en fustal fueron 6.92, 10.21 y 10.78 m, para 9 15 y 19 años respectivamente. Los promedios de altura en latizal fueron 5.25, 6.00 y 8.13 m, para 9 15 y 19 años respectivamente. La mayor cantidad de área basal y volumen fue en la edad de 9 años con 38.66 m²/a y 356.83 m³/ha. Según el índice de diversidad Shannon-Wiener y Simpson se determinó que el sitio más diverso en fustal fue la sucesión de 15 años de edad y el menos diverso el nivel de 19 años, en latizal el más diverso fue el de 15 años y el menos diverso el de 19. En la edad 19 años, se cuantificó la mayor cantidad de hojarasca con 5.69 t/ha, pero el mayor contenido de carbono fue en 9 años con 1.11 t/ha. En la edad 9 años, se cuantificó la mayor cantidad de biomasa y carbono en ramas y hojas con 206.82 y 37.49 t/ha, respectivamente. Para fuste, se cuantificó la mayor cantidad de biomasa y carbono en la edad de 9 años con 149.98 y 47.63 t/ha, respectivamente. El carbono almacenado en el suelo fueron 22.5, 27.68 y 42.39 t/ha, para 9, 15 y 19 años respectivamente. La tasa de fijación de la biomasa aérea fue 9.46, 7.11 y 6.23 t/año, para 9, 15 y 19 años respectivamente.

ABSTRACT

Carbon dioxide is most important of the greenhouse gas, by the human activity, as much in terms of its amount like of its potential effect on the global heating. This it is produced when fossil fuel is used to generate energy and when the forests are deforested and burned. The arboreal vegetation is a source and simultaneously a natural CO₂ drain. The present study was made in the municipality of Nandaime, department of Granada in 2010, with the objective to evaluate the carbon stored in the components aerial biomass, litter and soil in three age (9, 15 and 19 years), in tropical dry forest. A forest inventory was made (fustal 200 m² and 25 latizal m²). Average tree in fustales was cut to measure weight and sampling the aerial biomass and litter. At the lab percentage of humidity and carbon content were measured. The greater amount of trees was in the age of 9 years with 2.366,7 individuals/ha. The averaged diameter in fustal was 10.92, 14.7 and 15.97 cm, for 9, 15, and 19 years, respectively. The averaged diameter in latizal was 6.29, 6.41 and 6.43 cm, for 9, 15, and 19 years, respectively. The averaged height in fustal was 6.92, 10.21 and 10.78 m for 9, 15, and 19 years, respectively. The averages of height in latizal were 5.25, 6.00, and 8.13 m, for 9, 15, and 19 years, respectively. The greater amount of basal area and volume were in the age of 9 years with 38.66 m²/ha and 356.83 m³/ha. According to the index of diversity Shannon-Wiener and Simpson, the fustal and latizal were more diverse at 15 years and the less diverse at 19 years. The highest amount of biomass in litter was 5.69 t/ha at 19 years, but the highest amount of carbon was at 9 years with 1.11 t/ha. The highest amount of biomass and carbon in branches and leaves was at 9 years with 206.82 and 37.49 t/ha, respectively. The highest amount of biomass and carbon in tree trunk were at 9 years with 149.98 and 47.63 t/ha, respectively. The carbon stored in the ground was 22.5, 27.68, and 42.39 t/ha, for 9, 15, and 19 years, respectively. The rate of fixation of the aerial biomass was 9.46, 7.11 and 6.23 t/year, for 9, 15, and 19 years respectively.

I. INTRODUCCIÓN

El calentamiento global es producto de una serie de acciones del hombre, dentro de las cuales se destaca a nivel Centroamericano la deforestación y cambio de uso de la tierra. Esto sucede cuando se emiten gases efecto de invernadero, llamados así por impedir que la energía irradiada de la superficie terrestre regrese a la atmósfera de forma normal y fluida, ocasionando con ello un aumento en la temperatura. Esto trae como consecuencia una serie de fenómenos climáticos y ambientales en diferentes partes del globo terrestre (PNUD, 2001; FAO, 2002).

El dióxido de carbono (CO₂) es un gas clasificado como efecto invernadero y es el que más contribuye al calentamiento global y de mayor responsabilidad provocada por el hombre, (aproximadamente el 64 % del calentamiento global es observado actualmente). En los últimos 150 años la concentración del CO₂ en la atmósfera ha subido a un 30%. (MacDicken, K. G, 1997).

Una forma de disminuir los efectos de dióxido de carbono es mediante la fotosíntesis de las plantas y en el suelo a través de la acumulación de materia orgánica (MO). La vegetación arbórea es una fuente y a la vez un sumidero natural de CO₂. A partir de la biomasa de los árboles es posible estimar cuanto CO₂ se encuentra fijado en los bosques y en otras áreas con cobertura arbórea. Así, en los bosques, el periodo de almacenamiento y la velocidad de fijación de carbono en la vegetación y en el suelo varía, dependiendo de las especies y de la calidad de zona, del clima, de las prácticas y alteraciones a las que esté sometida esa vegetación.(MacDicken, K. G, 1997).

De esta manera los bosques juegan un rol principal no solo como factor de desarrollo de un país y de sus modelos de sostenibilidad, sino que adquieren protagonismo mundial por su probable reconocimiento como sumideros en los sistemas contables de los ciclos de carbono. Sin embargo aparte de las incertidumbres sobre las tasas de cambio de la cobertura y masa forestal, es particularmente crítica la falta de información cuantitativa de biomasa y carbono almacenado en estos ecosistemas y particularmente en las poblaciones de árboles. Es necesario mejorar esta situación avanzando en la estimación del carbono almacenado en la biomasa aérea forestal existente con la mayor exactitud posible, a efectos de modelar los flujos de

carbono por cambio del uso de la tierra cuyos resultados dependerán en gran parte de las cuantificaciones de biomasa de los bosques. Los estudios de biomasa y carbono almacenado son importantes para que Nicaragua cuente con información técnica para evaluar su balance de emisiones y remociones de gases de efecto invernadero GEI debido a los cambios de usos de la tierra. Los resultados de biomasa y carbono pueden servir de línea base temática y como referencia para otros estudios en la región, o bien para estudios más locales (en municipios, cuencas y regiones), o estudios más específicos para un tipo de bosque y fuera del bosque.

En el caso de Nicaragua se cuenta con escasos estudios que determinen las capacidades del país para fijación de carbono, sobre todo con los que se puedan determinar alternativas de producción amigables al ambiente, que generen adicionalidad a las actividades que los productores o propietarios de las tierras agropecuarias y forestales realizan.(Ordóñez, A. 1998).

El propósito de este estudio fue cuantificar el carbono almacenado en el suelo, hojarasca y biomasa aérea en tres categorías de vegetación: Los Maderales (9 años), La Zorra (15 años) y El Panamá (19 años) en el bosque seco tropical, municipio de Nandaime departamento de Granada, en el cual se determinaron distintas especies arbóreas como madero negro (*Gliricidia sepium*), chiquirín (*Myrospermum frutescens*), jagua (*Genipa americana*), poro-poro (*Cochiospermum vitifolium*), guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y güiligüiste (*Karwinskia calderonii*). Encontradas en las distintas sucesiones de edad lo que proporcionan resultados de gran interés, para que luego las utilicen de comparación al realizar estudios con otras especies y que también servirá como base para la implementación del país y es una alternativa hacia los productores, generándole un valor agregado mediante el servicio ambiental de almacenamiento de carbono y de esta manera contribuir a la reducción de los gases de efecto invernadero, para así establecer comparaciones con otros estudios que se están realizando en diferentes tipos de bosques como en bosque de pino y en bosque húmedo en nuestro país.(Ordóñez, A. 1998).

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el potencial de almacenamiento de carbono en la biomasa aérea, hojarasca y suelo en dos categorías de vegetación en tres diferentes edades del bosque seco tropical secundario en el municipio de Nandaime.

Objetivos específicos

Determinar la estructura horizontal y diversidad de las especies arbóreas de dos categorías de vegetación en tres diferentes edades del bosque seco tropical.

Calcular el potencial de almacenamiento de carbono en los componentes: biomasa aérea, hojarasca y suelo en dos categorías de vegetación en tres diferentes edades del bosque seco tropical secundario en el municipio de Nandaime.

Estimar la tasa de fijación de carbono en la biomasa aérea en tres diferentes edades en el bosque seco tropical secundario en el municipio de Nandaime.

III. MATERIALES Y METODO

3.1. Localización del área de estudio

El estudio se realizó en el bosque seco secundario de la comunidad de Nandarola, a 12 kilómetros al sur oeste de la ciudad de Nandaime, departamento de Granada (Figura1).

Geográficamente, el área del bosque se encuentra localizada entre los $11^{\circ}38'50''$ y $11^{\circ}41'12''$ de latitud norte y $86^{\circ}03'55''$ y $86^{\circ}05'10''$ de longitud oeste.

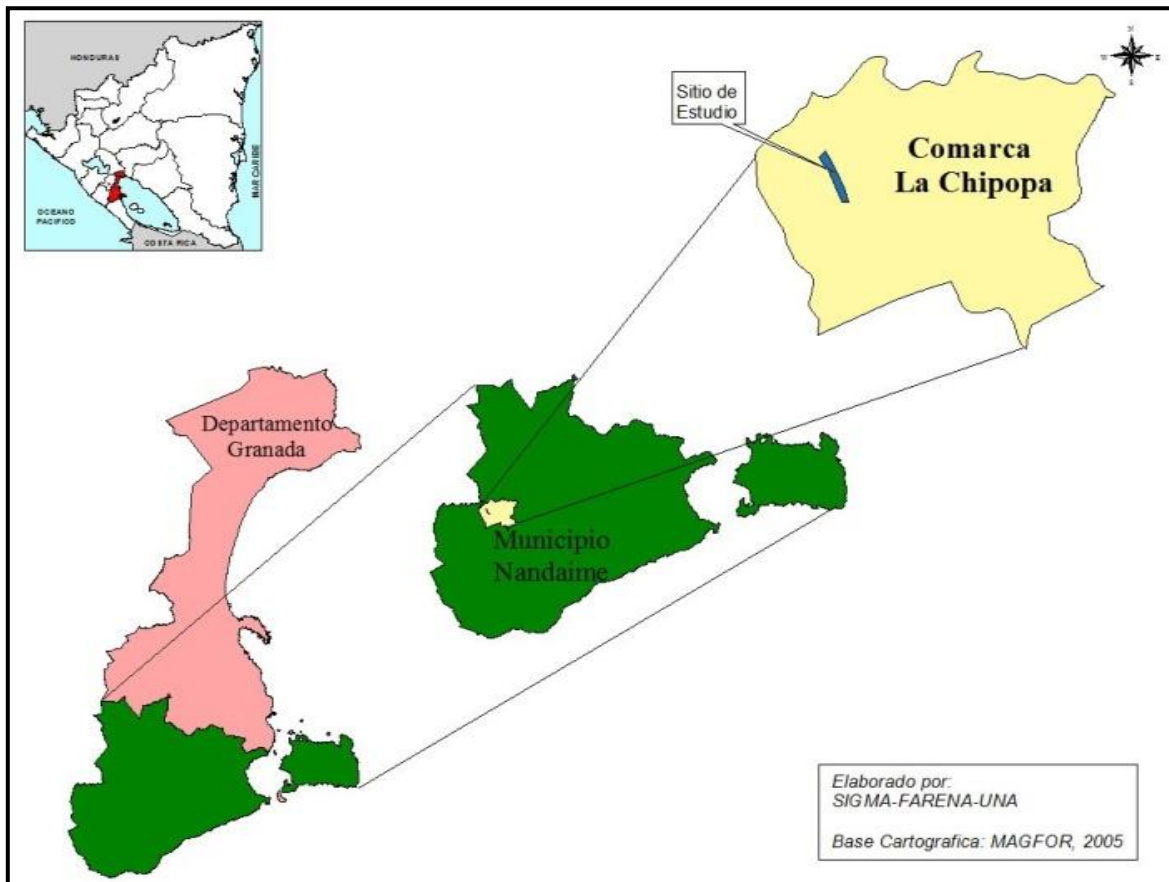


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio en el municipio de Nandaime, Granada. Tomado de Guido (2004).

3.2. Aspectos biofísicos

De acuerdo a Guido (2004), el área de estudio presenta los siguientes aspectos biofísicos:

Clima

El clima es sub tropical, típico de la zona costera del Pacífico. La temperatura oscila entre los 23°C y 29°C, con una precipitación media anual entre 900 y 1300 mm. La época lluviosa es de mayo a octubre.

Hidrología

El área es atravesada por las quebradas Nandarola, San Rafael, Cebadilla y algunos ramales que solamente en el invierno presentan su caudal, siendo estos una microcuenca del Río Ochomogo.

Relieve

Las condiciones topográficas que presenta el bosque son: áreas planas, áreas onduladas, áreas quebradas y poco escarpadas.

Las elevaciones dentro del área están entre 103 msnm (en la parte más baja), hasta los 261msnm (en las aéreas quebradas), predominando el relieve ondulado con pendientes menores de 30%, aunque también existen pendiente entre 45 y 80%, pero en trechos cortos.

Suelo

Son suelos de textura arcillosa, presentando diferentes coloraciones que van de rojizo claro a un tono más oscuro, pasando a negro en los lugares más cercanos a los ríos, hasta un tono gris claro, en las lomas y partes altas toman la coloración blanquecina con presencia de gravas; con un pH variable, predominando el ligeramente el ácido.

Las profundidades varían entre 34-90 cm para el horizonte A, la materia orgánica presenta de 1 a 2 centímetros de espesor.

3.3. Proceso metodológico

3.3.1 Criterios de las Fincas

El presente estudio se determinó la composición de especie, diversidad y estructura de la población arbórea de tres estados sucesionales 9,15 y 19 años derivados de tierras agrícolas abandonadas en la comarca La Chipopa, Rio Medina, Nandaime. Todos los individuos mayores de 10 cm de diámetro a la altura del pecho fueron identificados y medidos en 6 parcelas de 200m² en cada uno de los estados sucesionales bajo estudio.

Se concluye que la recuperación de la vegetación arbórea sobre campos agrícolas abandonados está marchando satisfactoriamente y es un procedimiento adecuado para la restauración forestal, sin embargo, medidas de protección y conservación deben de ser implementadas a fin de evitar perturbaciones naturales o antropogenicas que reviertan el proceso de sucesión.

En los años 60, la mayoría de las áreas boscosas de Nandaime fueron deforestadas y usados en la producción de granos básicos y áreas ganaderas, los campos fueron recientemente abandonados y están siendo colonizados por un joven bosque secundario.

El área era agrícola y fue abandonado hace 17 años con fines de convertirlo en área boscosa forestal.

3.3.2 Fincas Seleccionadas

Para la selección de las fincas se estableció en coordinación con los dueños de las fincas que han facilitado sus lotes para investigación silvicultural por parte de la Universidad Nacional Agraria (UNA), en estudios anteriores. Se utilizaron tres fincas, donde los dueños aceptaron facilitarlas para realizar dicho estudio las cuales representan dos diferentes estados de crecimiento del bosque seco secundario tropical como son fustal y latizal.

Finca Los Maderaes

En el pasado, el uso del suelo de este sitio fue para pastoreo bovino, actualmente con una edad promedio de 9 años de edad. *Gliricidia sepium* (Madero negro) es la especie arbórea más abundante, presentando gran cantidad de individuos dispersos por toda el área. Presenta un área de 2 hectáreas, tomando el punto central de cada parcela ubicada en los 11°42'49" de latitud norte y 86°05'11" longitud oeste, con una altitud con 162 msnm.

Finca La Zorra

Con una edad de desarrollo de 15 años, presenta una vegetación que se destaca por "charrales" y especies arbóreas y arbustivas como: *Genipa americana* (jagua o guatil), *Acacia collinsii* (cornizuelo), *Casearia corymbosa* (cerillo), entre otras. El área del bosque tiene una extensión de 4.21 hectáreas, tomando el punto central de cada parcela ubicada en los 11°41'42" latitud norte y 86°04'25" longitud oeste y una altitud de 131msnm.

Finca El Panamá

Con una categoría de vegetación de 19 años, las especies predominantes son: *Acacia collinsii* (cornizuelo), *Gliricidia sepium* (madero negro), *Erythrina fusca* (elequeme), entre otras; Aunque también el sotobosque es dominado por especies herbáceas y lianas. Cuenta con un área de 3.83 hectáreas, tomando el punto central de cada parcela ubicada en los 11°42'31" latitud norte y 86°05'08" longitud oeste y un altitud de 151msnm.

3.4 Inventario forestal

Los inventarios forestales han sido utilizados como puntos de partida para la estimación de biomasa y carbono en bosques naturales (Brown y Lugo, 1992). El inventario se realizó en época lluviosa del 2010.

3.4.1 Intensidad de muestreo

La intensidad de muestreo se realizó en base al tamaño de las parcelas por la cantidad de parcelas que es el área muestreada (A_m) en hectárea, luego se dividió entre el área total de la finca (A_T) en hectárea, esta igualdad se transformó a porcentaje al multiplicarse por 100. (Prodan M, et al., 1997)

Ecuación 1.
$$I = \frac{A_m}{A_T} * 100$$

Dónde:

- I: Intensidad de muestreo (%)
- A_m : Área muestreada (ha)
- A_T : Área Total (ha)

Cuadro 1. Intensidad de Muestreo en las tres sucesiones de edad en el bosque seco tropical en el municipio de Nandaime, Departamento de Granada, 2010.

| Finca | Nivel (Años) | Área Total (ha) | Área Muestreada (ha) | Intensidad de Muestreo (%) |
|---------------|--------------|-----------------|----------------------|----------------------------|
| Los Maderales | 9 | 2.00 | 0.12 | 6.00 |
| La Zorra | 15 | 4.21 | 0.12 | 2.85 |
| El Panamá | 19 | 3.83 | 0.12 | 3.13 |

3.4.2 Diseño

En cada una de las fincas seleccionadas, se establecieron parcelas temporales, de forma rectangular. Se uso cinta métrica (50 m) y brújula para establecer la línea base y líneas de inventario.

Luego se establecieron las parcelas a una distancia de 20m entre parcela y parcela, 50 m entre líneas de inventario (Figura 2). La correcta ubicación de las parcelas en el terreno se logró con un equipo (GPS).

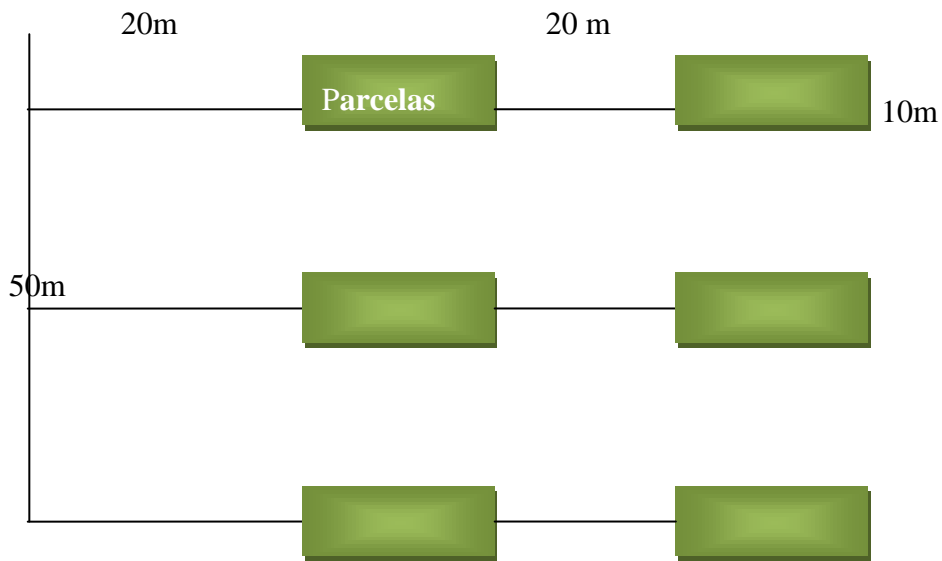


Figura 2. Diseño del inventario forestal realizado en el bosque seco tropical en municipio de Nandaime, Granada.

3.4.2.1 Componentes de muestreo

Componente fustal

Se establecieron seis parcelas por finca de dimensiones de 10 x 20 m (Figura 3), para un área por parcela de 200 m², donde se contabilizaron los individuos dentro de la categoría fustal (≥ 10 cm de diámetro normal).

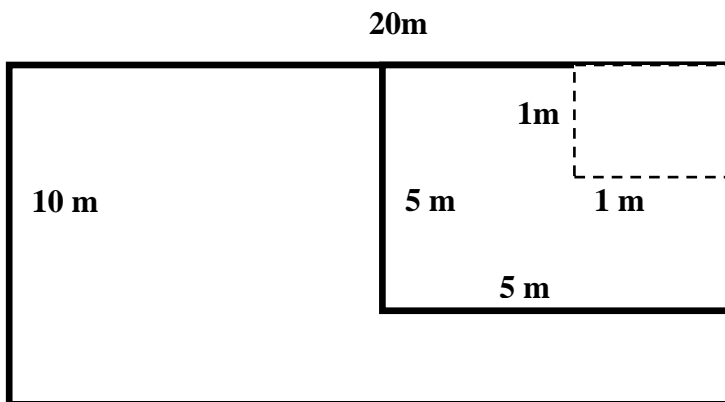


Figura 3. Tamaño de parcela temporales de muestreo del bosque seco tropical, municipio de Nandaime, Granada.)

Componente latizal

Se emplearon sub-parcelas con dimensiones 5x5m, para inventariar los individuos de la categoría latizal. Se inventarió toda la vegetación con DAP menor a los 10 cm pero mayor a 5 cm de diámetro. Para la recolecta de esta información se utilizó el formato de campo utilizado para arboles entre 5 a los 9.9 cm.

En todas las parcelas, se cuantificó el total de individuos, contabilizando las especies y familias, para luego proceder a calcular los índices de diversidad Shannon- Wiener y Simpson.

Componente hojarasca

Se emplearon sub parcelas de 1x1m, opuesta a las sub parcelas de 5x5m, fue usada para tomar muestras por cada finca de hojarasca y suelo.

Variables

Altura del árbol

Para medir esta variable, se hizo uso del Suunto.

La fórmula usada es:

Ecuación 2.
$$Hf = \frac{L_1+L_2}{100} * d$$

Dónde:

- Hf: altura del fuste (m)
- L₁: lectura uno, realizada con el Suunto en la base del árbol
- L₂: lectura dos, realizada con el Suunto en el ápice del árbol
- d: es la distancia a la que se ubicó el observador de la base del árbol (15 m).

Diámetro a la altura del pecho (DAP)

Consistió en medir el diámetro de todos los árboles existentes en las distintas parcelas a una altura de 1.30 m desde el nivel del suelo, por medio de una cinta diamétrica. (Prodan M, et al., 1997)

Área basal (AB)

Ecuación 3.
$$AB = \frac{\pi}{4} * d^2$$

Donde.

- AB: Área basal (m²)
 - $\pi/4$: Constante
 - d: Diámetro (cm)
- (Prodan M, et al., 1997)

Área basal por hectárea

Ecuación 4.
$$AB = \frac{1}{Tp * Cp} * \sum AB$$

Dónde:

- AB/ha: Área basal por hectárea (m² ha⁻¹):
- 1: Constante
- Tp: Tamaño de la parcela (ha)

- Cp: cantidad de parcelas
- $\sum AB$: Sumatoria de área basal(m²)
(Prodan M, et al., 1997)

Volumen de madera

Ecuación 5.
$$Vol = \frac{\pi}{4} * d^2 * H * CF$$

Dónde:

- Vol: Volumen del fuste (m³)
- $\pi/4$: Constante
- Dap: Diámetro a la altura del pecho (cm)
- H: Altura del fuste (m)
- CF: Coeficiente de forma (0.70)
(Prodan M, et al., 1997)

Cálculo de volumen por hectárea

Ecuación 6.
$$Vol/ha = \frac{1}{Tp * Cp} * \sum Vol$$

Donde.

- Vol/ha: volumen del fuste por hectárea
- 1: Constante
- Tp: tamaño de la parcela
- Cp: cantidad de parcelas
- $\sum Vol$: sumatoria de volumen por árbol
(Prodan M, et al., 1997)

Número de árboles

Ecuación 7.
$$Narb/ha = \frac{1}{Tp * Cp} * \sum arb$$

Dónde:

- Narb/ha: número de árboles por hectárea
- 1: Constante
- Tp: tamaño de la parcela
- Cp: cantidad de parcelas
- \sum arb: sumatoria de arboles
(Prodan M, et al., 1997)

Índice de diversidad de Shannon-Wiener (H')

Ecuación 8.
$$H' = \sum pi^2 * lnpi$$

Dónde:

- H' : Índice Shannon - Wiener
- P_i : proporción i
- $Lnpi$: logaritmo natural de la proporción i

Valores críticos de los índices: El índice Shannon presenta valores de 1.3 a 3.5, donde la diversidad aumenta en este caso

Índice de diversidad Simpson (λ)

Ecuación 9.
$$\lambda = \sum pi^2, \quad 1-\lambda$$

Dónde:

- λ : dominancia
- $1-\lambda$: índice de Simpson
- $\sum pi^2$: sumatoria de proporciones

Valores críticos de los índices: El índice de Simpson presenta valores de 0 a 1, donde el sitio más diverso es el que más se acerca a cero.

3.4.2.2 Biomasa

Para la toma de muestras en las parcelas de latizal y fustal, se usó la técnica del árbol promedio propuesta por MacDicken (1997). El concepto es que un árbol de tamaño promedio, tendrá también biomasa promedio por el cual se puede estimar la biomasa total.

El árbol se seleccionó después de haber realizado el inventario forestal. Considerando todos los diámetros de los árboles dentro de la respectiva parcela, luego se determinó el diámetro promedio. En base al cual se seleccionó el árbol más similar al diámetro promedio para ser cortado pesado.

Se muestrearon 6 árboles en total. Se utilizó una balanza graduada digital de 200 kilogramos de capacidad.

Para tumbar el árbol fue necesario marcar la dirección de caída para evitar daños a los otros árboles y accidentes.

Una vez derribado el árbol se cortaron las ramas y se separaron las hojas de las ramas, para pesarlas por separado. Se tomaron muestras de 500 g de cada subcomponente del árbol.

Se midió la longitud total del fuste, luego fue cortado en secciones (trozas) de 1m de largo para facilitar su pesaje, para cada troza se midió el diámetro mayor y menor. Una vez obtenido el peso total del fuste, se procedió a cortar discos de grosor suficiente para obtener muestras de 500 g en peso fresco.

Para la hojarasca, se procedió recolectar todas las ramas y hojas depositada sobre la superficie del suelo, que se encontraban dentro de la sub parcela de 1 m². Luego se procedió a pesar todo el material fresco colectado por separado ramas y hojas. Sub-muestras de 500 g del material de hojarasca fueron colectadas en réplicas de 3.

Todas las muestras de biomasa, fueron empacadas en bolsas de papel kraft y se rotularon para ser trasladada al Laboratorio de Suelos y Agua (LABSA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA), para determinación del peso seco, porcentaje de humedad y contenido de carbono.

El porcentaje de humedad, fue calculado basado en el peso fresco en campo de las muestras y el peso de la muestra después de haber sido secadas al horno en LABSA en donde las muestras fueran secadas a 105oC.

Contenido de humedad

Para el cálculo del contenido de humedad se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 10.
$$Hm = \frac{PHM-PSM}{PSM} X100$$

Dónde:

- Hm: contenido de humedad de la muestra (%)
- PHM: Peso húmedo de la muestra (g), valor obtenido en el campo (500 g)
- PSM: Peso seco de la muestra (g), obtenido del laboratorio una vez que se ha puesto a secar al horno.
- 100: Constante en porcentaje.

El peso fresco total de cada componente de la biomasa aérea y hojarasca fue transformado en peso seco total usando el porcentaje de humedad.

(Schlegel, et al., 2001).

Peso seco total de la muestra

Ecuación 11.
$$PTS = \frac{PTH}{\frac{H}{100}+1}$$

Dónde:

- PST: Peso totalseco
- PHT: Peso totalhúmedo
- H: Porcentaje de humedad
- 100: Constante

(Schlegel, et al., 2001)

3.4.2.3 Contenido de carbono

Biomasa aérea y hojarasca

Para determinar el porcentaje de carbono en tejidos vegetales el laboratorio utilizó el método de Sholleberger (Valverde y Matus, 2005), que consiste en la oxidación húmeda del carbono por medio de dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en presencia de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4).

Una vez determinado el peso seco y porcentaje de carbono de cada componente y subcomponente, se procedió a calcular contenido de carbono almacenado.

Ecuación 12.
$$CB = \frac{C}{100} * PTS$$

- CB: Carbono en biomasa u hojarasca (t/ha)
- PTS: Peso totalseco de biomasa aérea u hojarasca (t/ha)
- C: Porcentaje de carbono (%)

(Schlegel, et al., 2001).

Estimación de biomasa

El método que utiliza factores de expansión, se aplica cuando no existe la información detallada de un inventario forestal con los parámetros de cada árbol individual. Consiste en multiplicar la biomasa del fuste, por el factor de expansión de biomasa dando como resultado el valor de biomasa aérea total. La biomasa de los fustes es el producto del volumen de los fuste (volumen comercial) por la densidad básica promedio de las especies.

La densidad básica está definida como el cociente del peso seco al horno y el volumen verde, expresadas en toneladas sobre metros cúbicos (t/m^3) o en gramos sobre centímetros cúbicos (gr/cm^3).

No todas las especies inventariadas tienen reportados valores de densidad o peso específico de la madera. El uso de literatura especializada, permitió asignar valores de densidad a las especies más importantes y más abundantes (INIAOIMT, 1996).

Al no disponer de valores de densidad para una parte de las especies se utilizó una media ponderada por finca (Brown, 1997).

Carbono en el suelo

El carbono en el suelo es el carbono almacenado en la capa que conforma el suelo forestal, se origina por la fragmentación de la roca madre meteorizada por el establecimiento de un organismo vegetal que con el tiempo forma una capa por deposiciones de materiales al irse acumulando y compactando, almacenando una cierta cantidad de carbono (Locatelli, 1999).

En las subparcelas de $1 m^2$, se procedió a limpiar de material vegetativo la superficie del suelo, en el centro de la parcela se extrajo suelo con palín a 20 cm de profundidad. Se mezcló hasta que fuera uniforme y se colectó una muestra en bolsa plástica de 2 libras de suelo por subparcela, para determinar contenido de carbono.

Para determinar el contenido de carbono por unidad de volumen de suelo, fue necesario conocer la densidad aparente del suelo, para esto se utilizó el método de cilindro de volumen conocido (MacDicken, 1997).

Se tomaron 3 muestras en cada subparcela. Se introdujo el cilindro en el suelo sin comprimir. Se colocó la muestra en una bolsa de papel kraft para llevarla al LABSA, en el cual las muestras fueron secadas al horno a $105\text{ }^\circ\text{C}$ hasta alcanzar su peso constante.

La densidad aparente se estableció de la relación de peso seco al volumen conocido del cilindro (100 cm³). Equivale una unidad de densidad aparente expresada en gramos por centímetros cúbico a una tonelada por metro cúbico.

Peso seco del suelo

Ecuación 13.
$$PSS = Da * Pm * 10000m^2$$

Dónde:

- PSS: Peso seco del suelo (t/ha)
- Da: Densidad aparente del suelo (t/m³)
- Pm: Profundidad de muestreo del suelo (0.20 m)
- 10,000 m² = equivale a una hectárea

(Shlegel, et al., 2001).

Una vez obtenidos los resultados de densidad aparente y el porcentaje de carbono del laboratorio haciendo uso del método de Walkley-Black; Se procedió a utilizar la siguiente ecuación, para obtener toneladas de carbono por hectárea.

Contenido de carbono almacenado en el suelo (CS)

Ecuación 14:
$$CS = \frac{\%C}{100} * PSS$$

Dónde:

- CS: Carbono en el suelo (t/ha)
- % C: Porcentaje de carbono en el suelo
 - PSS: Peso seco del suelo (t/ha)

(Schlegel, et al., 2001).

Tasa de fijación de carbono

De acuerdo a los datos obtenidos del contenido total de carbono almacenado en la biomasa aérea por cada sucesión de edad, se procedió a calcular la tasa anual de fijación de carbono(t/año).

Ecuación 15:
$$TC = \frac{CBA}{t}$$

Dónde:

- TC: Tasa de fijación de carbono en biomasa aérea (t/año)
- CBA:Carbono almacenado en la biomasa aérea (t/ha)
- t:Tiempo en años entre dos sucesiones de edad (años)

(Schlegel, et al., 2001).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Inventario Forestal

4.1.1 Número de árboles por hectárea

En la finca El Panamá se encontró en las parcelas de fustal, una mayor cantidad de árboles con 266.7 árbol/ha, seguido por la finca La Zorra que se contabiliza con 233.4árbol/ha. En la finca Los Maderales, se determinaron los menores valores de número de árboles con 100 árboles /ha. (Figura 4).

Las fincas El Panamá y La Zorra fueron bastantes similares en número de árboles encontrados, debido a que es un bosque muy denso con mucha predominancia de DAP (Diámetro a la altura del pecho) que oscilan entre 5 cm y 30 cm. Por otro lado, ha existido un manejo a mediano plazo del área de estudio por parte de estudiantes de la UNA, que realizan prácticas silviculturales como poda de árboles, socola, raleo pre comercial año con año.

La sucesión de 9 años es la que tiene la mayor densidad de árboles debido a que todos los arboles individuales se encuentran en estado inicial en conjuntos con especies arbustivas es por eso que con el tiempo es la que logra desarrollarse sobre las demás especies.

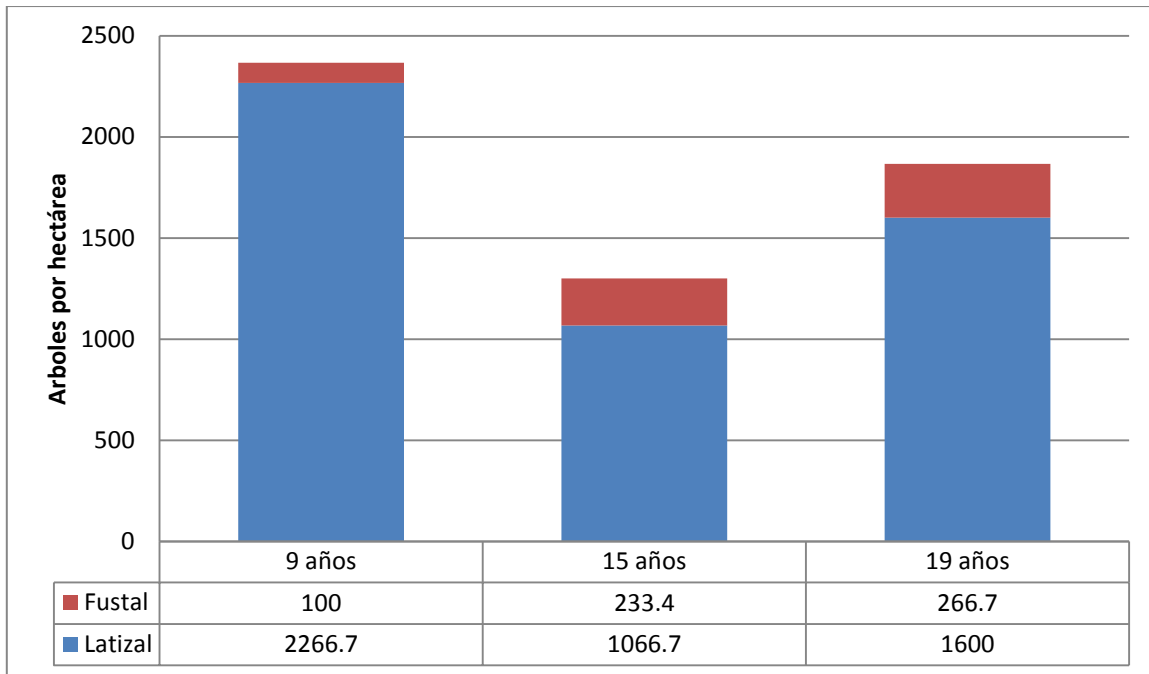


Figura 4. Número de árboles en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010.

En cambio la sucesión de parcela latizal, se encontró que existe un mayor número de árboles en la edad de 9 años con un total de 2,266.7 árboles/ha, seguido la edad de 19 años con 1,600 árboles/ha y por último la edad de 15 años con 1,066.7 árboles/ha respectivamente (Anexo 7).

La sucesión de 9 años, tiene la mayor densidad debido a que todos los árboles se encuentran en estado inicial de crecimiento y en conjunto con especies herbáceas, que con el tiempo se van desarrollando tanto en diámetro como altura (Figura 4).

García y Barrios (2000), reportan que la mayor densidad de árboles se concentra en las categorías diamétrica menores de 10.5 de diámetro. En todo el bosque de la Laguna de Apoyo, en el departamento de Masaya, encontrándose un total de 170 árboles/ha que es característico de un bosque ralo altamente intervenido.

Existe una tendencia al aumento en el número de árboles por unidad de área, en el caso de las parcelas de fustales con la edad del bosque. Lo contrario ocurre con las parcela a nivel de latizal, considerando únicamente las edades de 9 y 19 años. En el caso de bosque, hay una excepción a los 15 años, probablemente se ha degradado, debido a la posible extracción de personas ajenas a la propiedad, que durante transitan por un camino cercano en una finca aledaña y se introducen a la finca del estudio a extraer leña¹.

4.1.2 Área basal

En la categoría de vegetación fustal de la finca El Panamá, se encontró un área basal de 3.2 m²/ha, seguido por la finca La Zorra con un valor de 2.77m²/ha. En la finca Los Maderales, se determinó el menor valor de área basal con 2.07 m²/ha (Anexo 6).

Con respecto a la categoría de vegetación latizal, la mayor area basal pertenece a la sucesion de 9 años con 36.59 m²/ha. Encontrando valores similares entre las edades de 15 y 19 años, con 15.25 y 18.09 m²/ha, respectivamente. En cuanto a la mayor predominancia se da en los latizales, ya que ellos son los que estan en competencias con los fustales por lo tanto los arboles tienden a desarrollar hacia arriba tanto en busca de luz, espacio y crecimiento en diametro es por eso que presento menor area basal en la categoría fustal. (Figura 5).

Valdivia y Espinoza (2001), determinaron en un estudio de abundancia en Santa Rosa, Diriamba, la dominancia en la categoría de regeneración fustal joven (Dap >10cm) y latizal (5 cm < Dap < 10 cm) fue de 8.04m², que indica un bosque con mayor degradación. En un bosque ralo altamente intervenido, García y Barrios (2000) reportan un volumen de 112.48m³/ha.

En esta última sucesión se debe al 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.

¹Referido por el dueño de la finca Sr. Carlos Soza

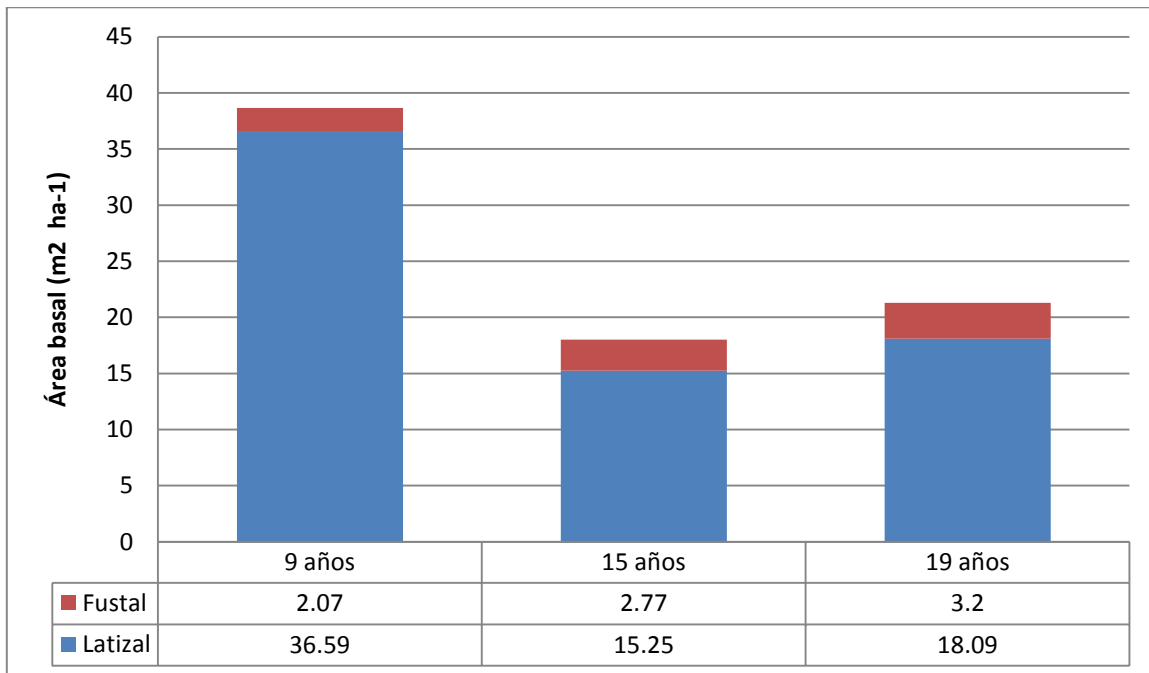


Figura 5. Área basal en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad de bosque de regeneración. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010.

4.1.3 Volumen de madera

El volumen de madera en categorías de vegetación fustal no tuvo mucha variación, Determinándose los valores de 20.37, 22.66 y 22.81m³/ha, para las edades de 9, 15 y 19 años, respectivamente. Muestra un incremento con la edad, y se corresponde con el incremento en el número de árboles en cada edad (Figura 6).

Cerrato y Escoto (1997) determinaron un volumen de 30.78 m³ para un total de 57 árboles/ha, los mayores aportes son dados por el bosque de galería, donde se localizan los individuos de mayores diámetros.

En la categoría de vegetación latizal, se encontró en la sucesión de 9 años la mayor cantidad de volumen con 336.47 m³/ha , seguido la sucesion de 19 años con 144.27 m³/ha y el menor

volumen con edad de 9 años con 101.83 m³/ha. Se debe al manejo racional del área, ya que es una área de estudio facilitada por estudiantes de la universidad.

Valdivia y Espinoza (2001), reportó un valor de volumen de 21.25 m³/ha, considerando tanto fustales como latizales. García y Barrios (2000), reportan un valor de volumen total de 112.48 m³/ha y un volumen comercial 42.82 m³ha⁻¹.

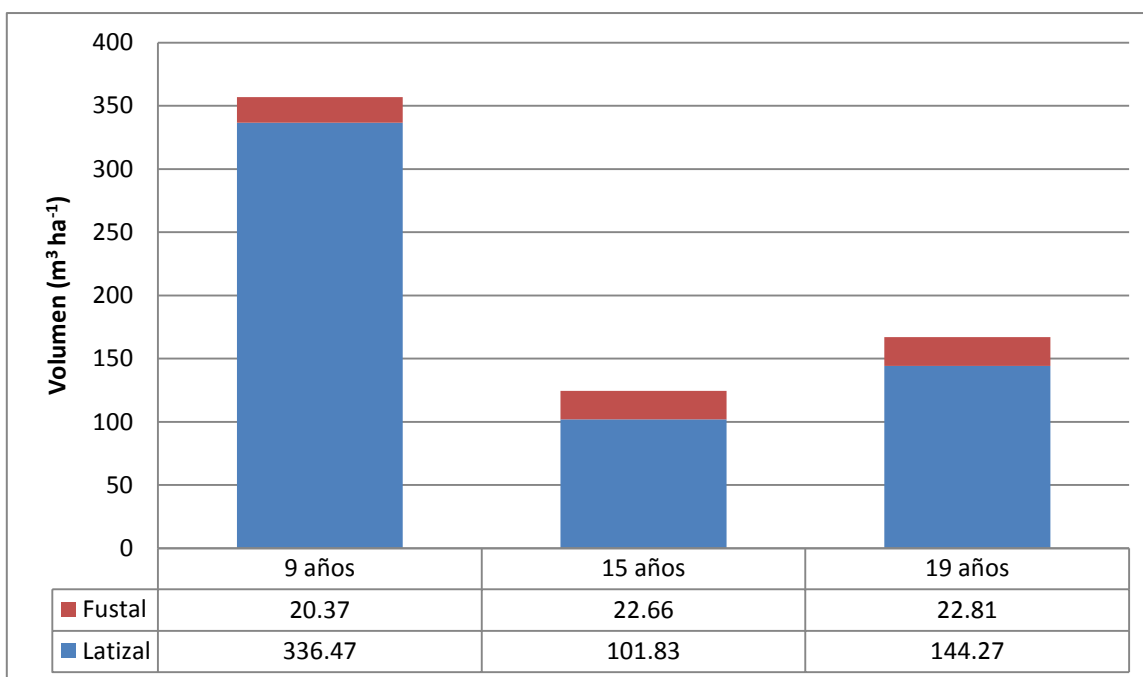


Figura 6. Volumen de madera en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010.

4.2 Biodiversidad

4.2.1 Índice de biodiversidad

En la categoría de vegetación fustal, el sitio más diverso es la sucesión de 15 años de edad (Cuadro 2), además es el que presenta mayor equidad según el índice de Shannon -Wiener de $H' = 2.34$ con respecto a las otras sucesiones, seguido de la sucesión de 9 años con $H' = 1.27$ y el menos equitativo el de 19 años con $H' = 1.24$.

Por otro lado, de acuerdo al índice de Simpson el sitio más dominante y más diverso es el nivel de 19 años $1-\lambda=0.67$, eso quiere decir que hay dominancia de especie ya que es un bosque con fines futuros para el aprovechamiento forestal.

Cuadro 2. Índice de biodiversidad en fustal del bosque seco tropical en tres sucesiones de edades (9, 15 y 19 años) en el municipio de Nandaime, 2010.

| Índice | 9 Años | 15 Años | 19 Años |
|-------------|--------|---------|---------|
| Riqueza | 9 | 14 | 7 |
| Abundancia | 12 | 28 | 32 |
| Dominancia | 0.31 | 0.10 | 0.33 |
| Shannon H | 1.27 | 2.34 | 1.24 |
| Simpson 1-D | 0.69 | 0.90 | 0.67 |

Con respecto a la categoría de vegetación latizal, corresponde el más diverso y el más equitativo según Shannon Wiener $H'= 2.08$ a la edad de 15 años. El menos equitativo y diverso es la sucesión de 9 años $H'= 1.00$ y de acuerdo al índice de Simpson el sitio más dominante y más diverso fue el de 9 años con $1-\lambda =0.48$. (Cuadro3)..(Fuente propia)

Cuadro 3. Índice de biodiversidad en latizal del bosque seco tropical en tres edades de desarrollo en el Municipio de Nandaime, 2010.

| Índice | 9 Años | 15 Años | 19 Años |
|-------------|--------|---------|---------|
| Riqueza | 5 | 8 | 8 |
| Abundancia | 17 | 8 | 12 |
| Dominancia | 0.52 | 0.12 | 0.18 |
| Shannon H | 1.00 | 2.08 | 1.91 |
| Simpson 1-D | 0.48 | 0.88 | 0.82 |

4.3 Peso de biomasa

4.3.1 Peso de hojarasca

La mayor cantidad biomasa seca en la hojarasca fue a los 19 años con 5.69 tha^{-1} , de la cual el 30% pertenecen al subcomponente hojas y el 70% al subcomponente ramas.

La siguiente sucesión con mayor cantidad de biomasa es el de 9 años con 4.52tha^{-1} de la cual el 48.7% es de hojas y el restante del componente ramas.

La sucesión de 15 años con 3.28tha^{-1} fue el más bajo en presentar la cantidad de biomasa seca con 13.1%, que corresponde al componente hojas y 86.9% a las ramas. Una razón de la menor cantidad de biomasa en la sucesión de 15 años, es atribuible al grado de inclinación de la pendiente, con aproximadamente 25% contrario a las otras fincas donde las parcelas se localizaban en áreas casi planas (Figura 7). Esta diferencia, incide sobre el factor de escorrentía, lo que ocasiona una remoción natural por el agua de la hojarasca depositada sobre la superficie del suelo.

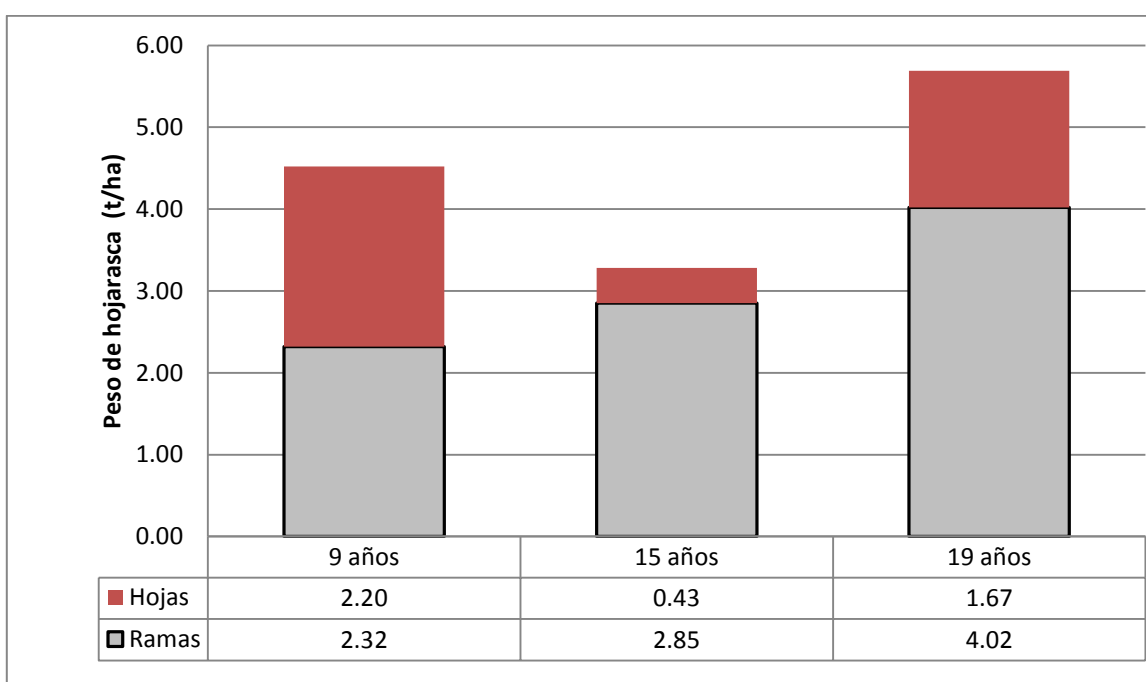


Figura 7. Peso de hojarasca (t/ha) en dos categoría de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010

4.3.2 Peso de biomasa aérea

Hojas y ramas

Para el subcomponente ramas y hojas, la biomasa seca almacenada por sucesiones fueron las siguiente: en primer lugar se encuentra la sucesión 9 años con un total de 206.82tha^{-1} ; luego la

sucesión de 15 años con un total de 94.89 tha^{-1} y finalmente la sucesión 19 años con 73.85 tha^{-1} . Predomina con un alto porcentaje la biomasa proporcionada por la categoría de vegetación latizal en las tres sucesiones (Figura 8).

Dicho estudio se tomó en cuenta únicamente la biomasa encontrada en hojas y ramas, los cuales en esa sucesión presentaba una DAP entre 3cm a 14cm. Los valores de biomasa por sucesión son inferiores en este estudio a los reportados, también en esta sucesión la especie que predomina en la finca de 9 años como madero negro por lo que es una especie de rápido crecimiento y que asegura una mayor captación de crecimiento en altura, su forraje es expandido y proporciona la biomasa en mayor intensidad que en los demás componente principalmente.

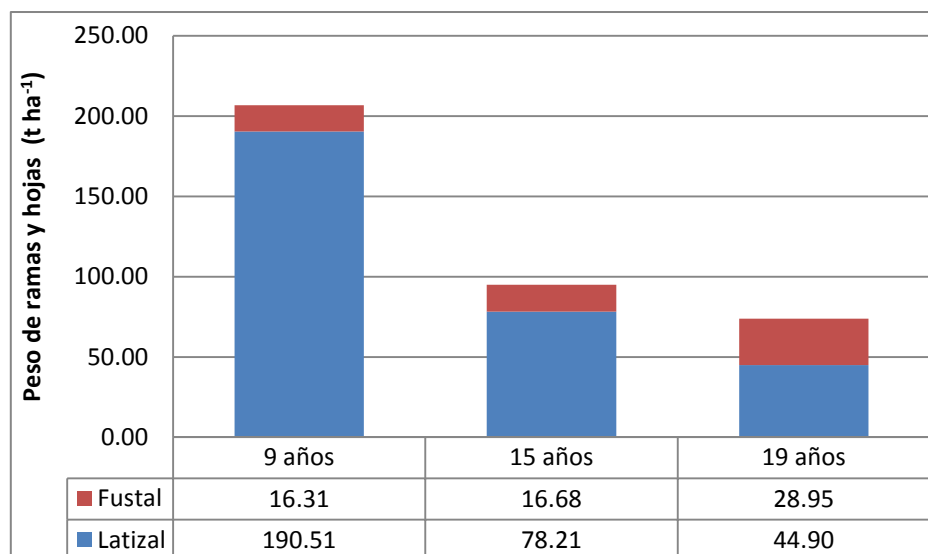


Figura 8. Peso de ramas y hojas en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaimé, departamento de Granada. 2010.

Fuste

Para el componente fuste, la biomasa seca almacenada por sucesiones fue la siguiente: en primer lugar se encuentra la sucesión 9 años con un total de 149.98 tha^{-1} y luego la sucesión de 15 años con un total de 66.26 tha^{-1} y finalmente la sucesión 19 años con 48.26 tha^{-1} (Figura 9).

Predomina con un alto porcentaje la biomasa proporcionada por la categoría de vegetación latizal en las tres sucesiones.

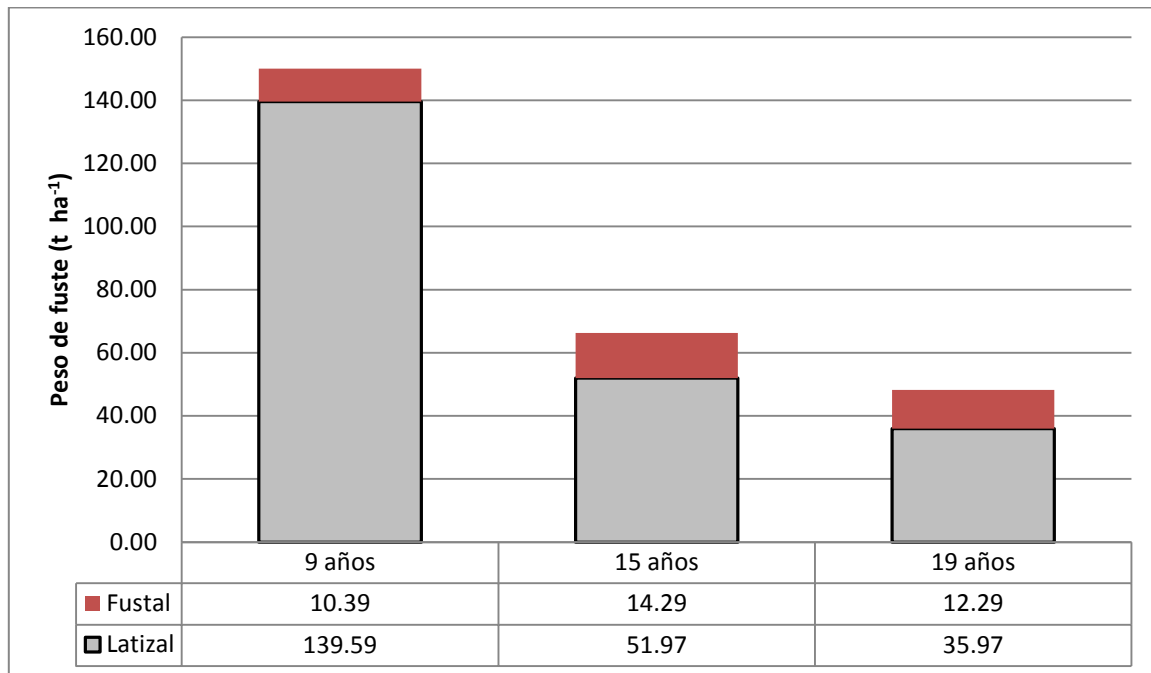


Figura 9. Peso del fuste en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010.

4.3.3 Peso de biomasa aérea por especies

Se presentan los resultados de la cantidad y proporción de peso de biomasa aérea en los subcomponentes: hojas, ramas y fustes de cada especie muestreada.

En cuanto al peso total de biomasa, el mayor valor total fue obtenido en especie de madero negro (*Gliricidia sepium*) con 237.98 kg árbol⁻¹, seguido de chiquirin (*Myrospermum frutescens*) con 140.54 y guatil (*Genipa americana*) con 84.22 kg árbol⁻¹. Predominando el aporte de las ramas con 51.81%, 55.37% y 62.11%, para madero negro, chiquirin y guatil, respectivamente (Figura 10).

Las especies con menores cantidades totales de biomasa fueron poro poro (*Cochiospermum vitifolium*), guiliguiste (*Karwinskia calderonii*) y guacimo (*Guazuma ulmifolia*). Sin embargo, únicamente poro poro, es la especie que presenta una mayor proporción de fuste con respecto

al peso total (76.13%). En cambio guiliguiste y guácimo, predomina las ramas, con 55.09% y 54.63%, respectivamente.

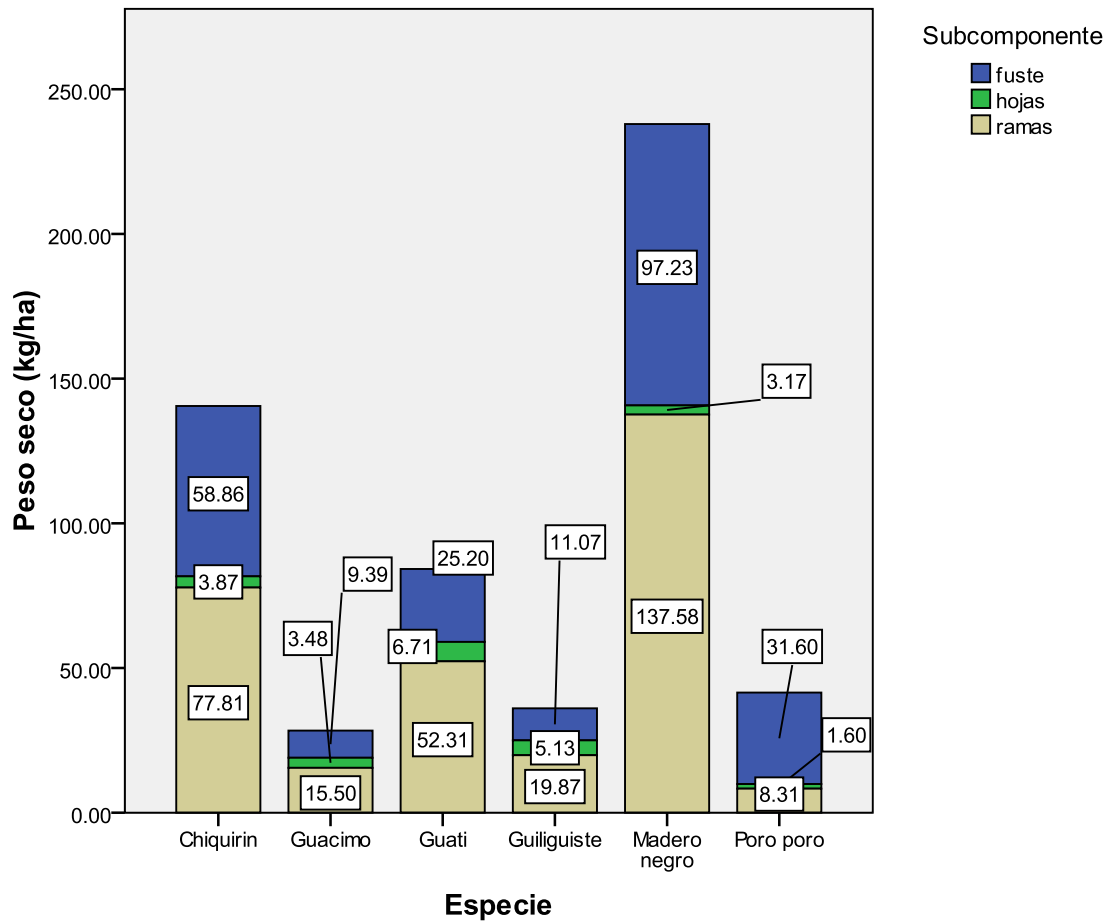


Figura 10. Peso de biomasa seca por subcomponente de árbol derribado en seis especies del estado fustal del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010.

4.4 Contenido de carbono

4.4.1 Carbono en hojarasca

El contenido de carbono almacenado en el componente hojarasca, indica que el valor mayor está representado por la sucesión de 9 años con un total de 1.11 t ha^{-1} , donde el 40.5% se encuentran en las hojas y el 59.5% a las ramas. Es seguido por la sucesión de 19 años con una cantidad de 1.07 t ha^{-1} , distribuidas en un 28.04% en las hojas y el 71.96% en las ramas de carbono almacenado. Por último, la sucesión de 15 años, cuyo contenido de carbono fue el menor, con 0.57 t ha^{-1} , distribuidas con 7% para el subcomponente hojas y el 93% pertenecen a las ramas (Figura 11). Esto es congruente con la reducción de biomasa en ésta sucesión debido a la erosión. Comparando los dos subcomponentes de la hojarasca, la mayor acumulación de carbono se encontró en el subcomponente ramas en todas las sucesiones.

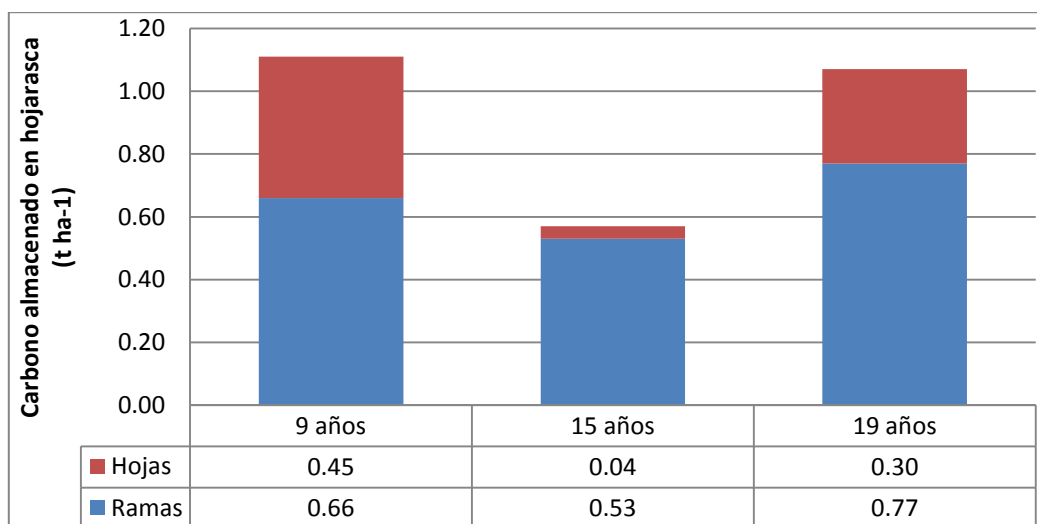


Figura 11. Carbono almacenado en hojarasca en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010.

En la finca Los Maderales, se encontró como especie predominante madero negro (*Gliricidia sepium*, L.). Esta especie presenta ventajas con respecto a otras especies de la zona como: rápido crecimiento, por lo cual son responsables de un aporte mayor y continuo de hojarasca al

suelo. En la finca La Zorra, predomina el poro-poro (*Cochiospermun vitifolium*), el cual no aporta continuamente hojas al suelo.

4.4.2 Carbono en biomasa aérea

Hojas y ramas

Se encontró que el mayor almacenamiento de carbono se dio en la edad de 9 años con un total de carbono de 37.49 tha^{-1} . Este resultado es consistente con la producción de biomasa en esa edad. El fustal contribuye con 12.22% del almacenamiento de carbono (Figura 12).

En general, el latizal predomina en todas las sucesiones pero su aporte decrece a medida que aumenta la edad del bosque.

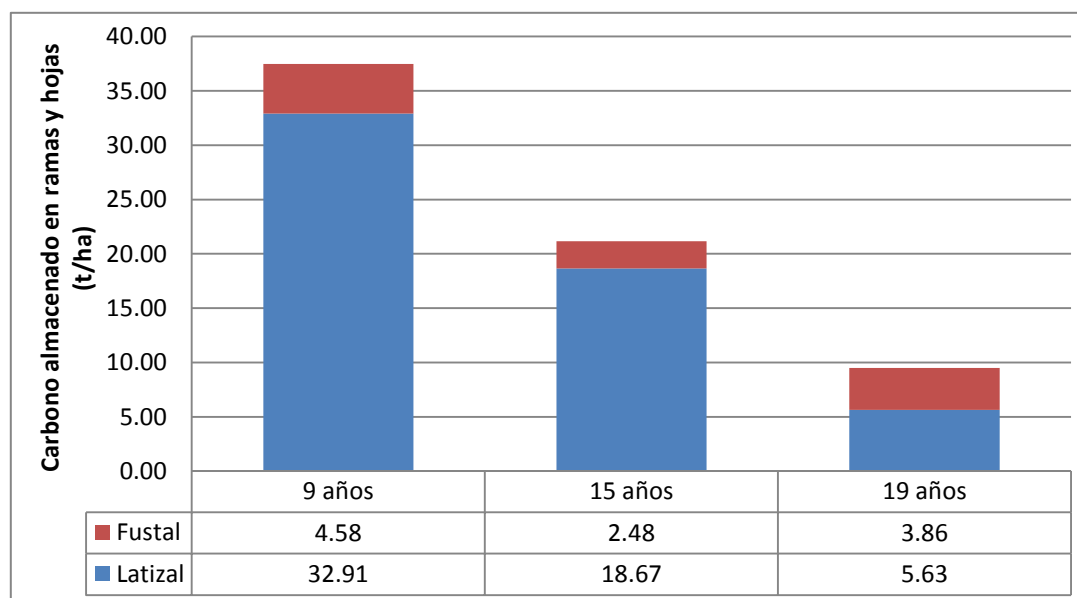


Figura 12. Carbono almacenado en hojas y ramas de biomasa aérea en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010.

Fuste

Para el subcomponente fuste, el carbono almacenado fue mayor en la edad 9 años con un total de 47.63 t ha^{-1} , a la edad de 15 años con un total de 21.54 t ha^{-1} y finalmente la finca El Panamá con un bosque de 19 años almacena una cantidad de 15.47 t ha^{-1} (Figura 13).

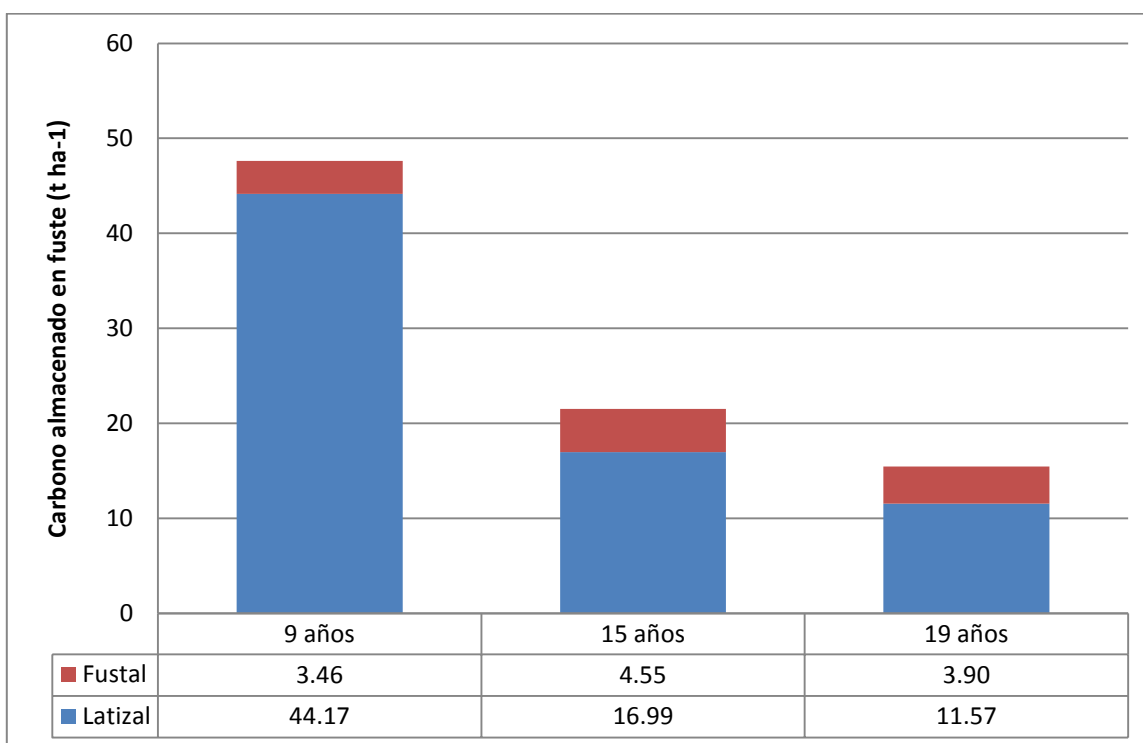


Figura 13. Carbono almacenado en fuste en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010.

4.4.3 Carbono en biomasa aérea por especies

Se presentan los resultados de la cantidad y proporción de carbono almacenada en los subcomponentes de la biomasa aérea (hojas, ramas y fuste) de cada especie muestreada.

En cuanto al total de carbono almacenado, el mayor valor total fue obtenido en especie de madero negro (*Gliricidia sepium*) con 46.91 kg árbol⁻¹, seguido de chiquirin (*Myrospermum frutescens*) con 29.47 kg árbol⁻¹ y guatil (*Genipa americana*) con 15.15kg árbol⁻¹. Contrario al peso de biomasa, en el carbono almacenado predomina el aporte del fuste con 65.62%, 63.70% y 50.22%, para madero negro, chiquirin y guatil, respectivamente (Figura 14).

Las especies con menores cantidades totales de carbono almacenado, fueron congruentes con los resultados de biomasa almacenada, y se mantienen las especies poro poro (*Cochiospermum vitifolium*), guiliguiste (*Karwinskia calderonii*) y guácimo (*Guazuma ulmifolia*).

Dentro de los cuales, poro poro es la especie que mantiene una mayor proporción de carbono almacenado en el fuste con respecto al peso total (89.52%). En cambio guiliguiste y guacimo, predomina las ramas, con 53.13% y 52.29%, respectivamente.

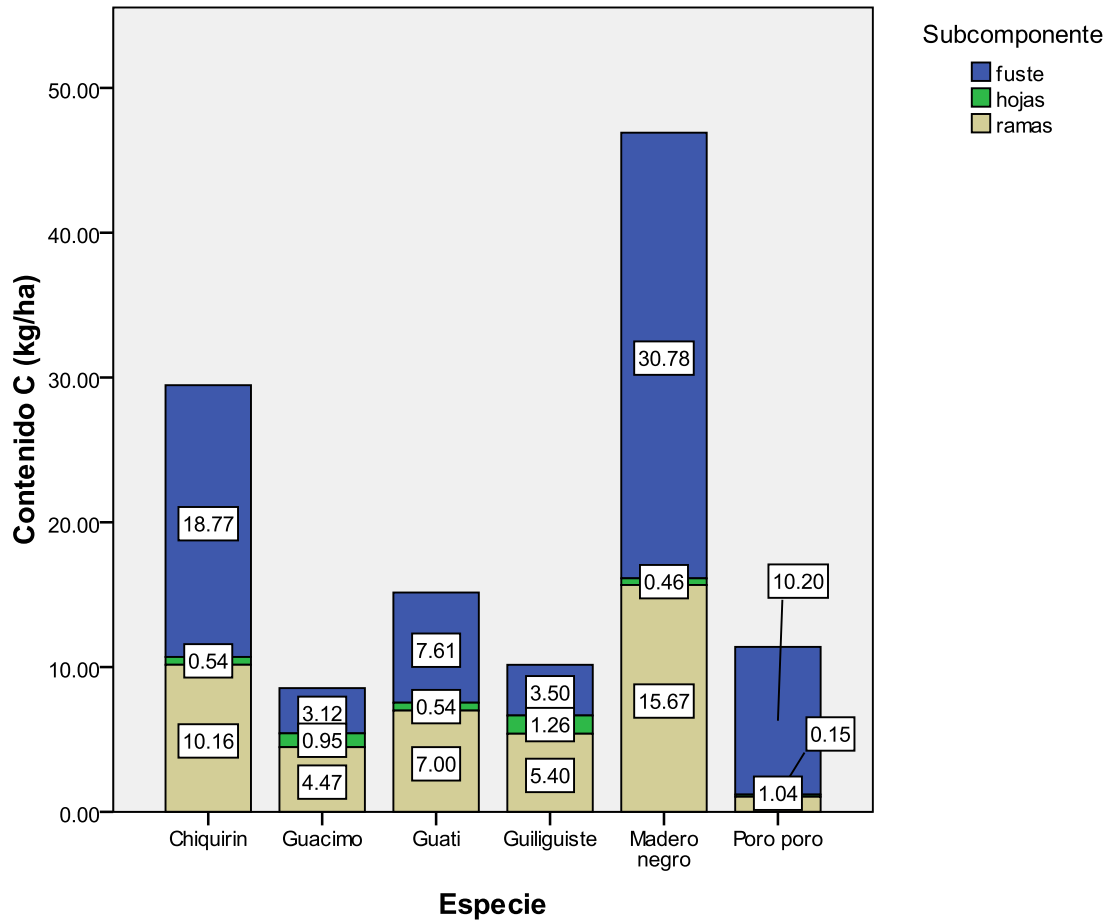


Figura 14. Carbono almacenado por subcomponente de árbol derribado en seis especies del estado fustal del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010.

4.4.4 Carbono en el suelo

De acuerdo a la cantidad de carbono presente en los primeros 20 cm de profundidad del suelo la sucesión fue de 42.39 t ha^{-1} para la finca Panamá con un bosque de 19 años (Figura 15), presento la mayor cantidad almacenada en el suelo respectivamente.

En la finca La Zorra (15 años), se determinó una cantidad de 27.68 t ha^{-1} y en la finca Los Maderales fue de 22.5 t ha^{-1} . Existiendo una tendencia a aumentar el contenido de carbono con los años de edad del bosque (Anexo 17).

Esto se relaciona con el mayor número de árboles por hectárea y al mayor aporte de biomasa al suelo en forma de hojarasca, debido a que el bosque aumenta su edad hay mayor contenido de carbono almacenado.

Al efectuarse comparaciones de las edades, indican que los efectos de almacenamiento de carbono se deben a varios factores: edad de la especie, porque aporta un mayor desarrollo por sus raíces, aporte de biomasa aérea al suelo y el tipo de vegetación existente. Este carbono almacenado en los suelos mejora la estructuración del mismo.

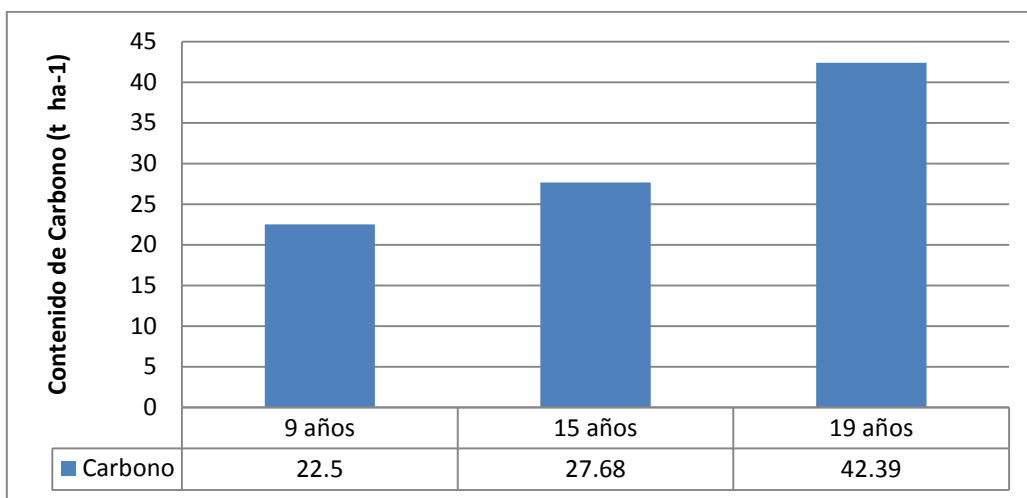


Figura 15. Contenido de carbono almacenado en el suelo en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaime, departamento de Granada. 2010.

4.4.5 Contenido total de carbono

Existe una variación del componente que principalmente predomina con aporte de carbono al valor total a través de los años.

En la edad temprana de 9 años, se acumula la cantidad de 108.83 t ha^{-1} , donde el principal aporte lo da la biomasa aérea. A los 15 años con un total acumulado de 70.94 t ha^{-1} en la sucesión de 15 años, donde la biomasa aérea aporta 68.18%. A la edad de 19 años, el aporte de la biomasa se reduce a un 36.5%, y el suelo con 61.9% de un total acumulado de 68.41 t ha (Figura 16).

Ordeñana W. Y M. Siu 2001. Reportan valores estimado de carbono de 212.05, 216.4/297.4, 231.2/312.1 y 244.9/306.4 t C ha^{-1} , para 0, 12, 20 y 50 años, respectivamente. Comparados con los resultados del estudio, indican una sobreestimación del carbono almacenado cuando se usan datos estimados y factores estándares de cálculo.

Connolly y Siu (2007), estima que el bosque tropical seco tiene como promedio de 27 t C ha^{-1} en América Latina. El carbono capturado se deposita o se fija en el follaje, ramas y sobre todo en el fuste de los árboles (Brown, 1988: citado por FAO, 1995).

Brown y Lugo (1984) indican que el contenido de carbono en un bosque tropical seco con una densidad abierta y discontinua, generalmente alcanza menos de una media de 40 t C ha^{-1} . Ordoñez (1998), reporto una cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea entre 124 a 131 t/ha, en una plantación energética de bosque templado en la ciudad de México, San Juan Nuevo, Michoacán.

Connolly y Siu (2007) trabajando en cuatro municipios de Nicaragua, incluyendo Nandaime, determinaron un valor promedio de $105.74 \text{ t C ha}^{-1}$, con rangos que oscilan de 93.70 a $120.97 \text{ t C ha}^{-1}$. La mayor fuente de almacenamiento fue en el suelo ($80.34 \text{ t C ha}^{-1}$), siguiendo la biomasa aérea ($21.27 \text{ t C ha}^{-1}$) y por último la hojarasca con 0.96 t C ha^{-1} . En el estudio en la Chipopa, se mantiene la relación con respecto a la proporción de carbono proveniente de la

hojarasca, sin embargo el mayor aporte lo da la biomasa. Los factores causales de tales resultados estarían reflejados en el contenido de materia orgánica y la profundidad de muestreo utilizada en los dos estudios.

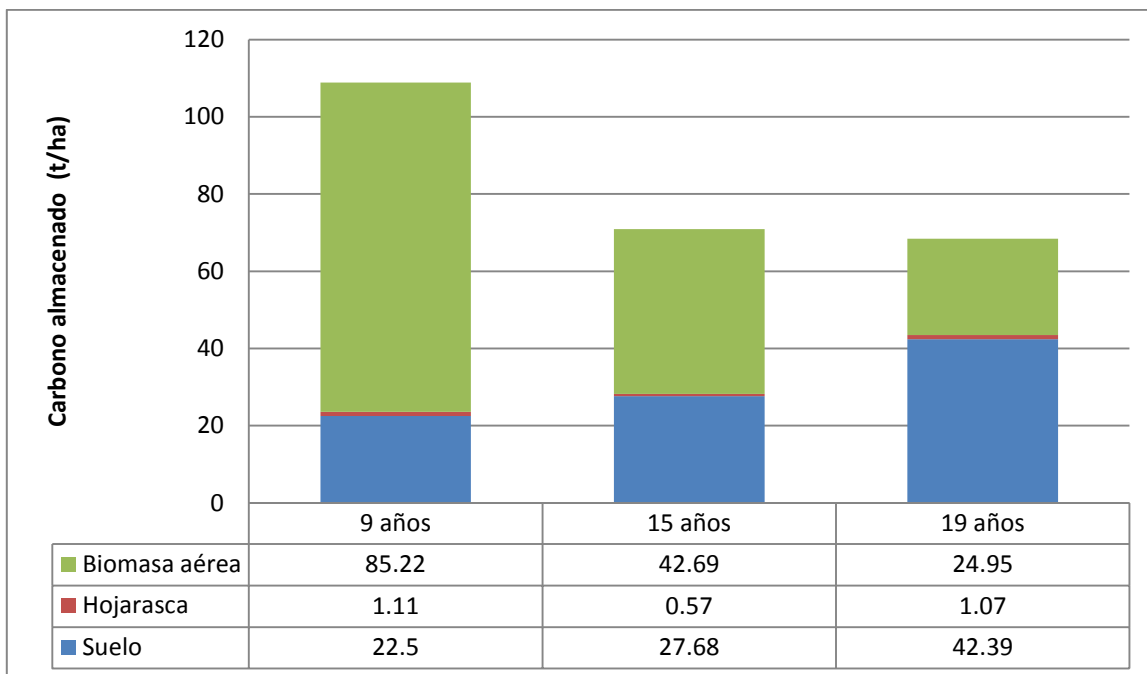


Figura 16. Contenido de carbono almacenado por componente en dos categorías de vegetación en tres sucesiones de edad del bosque seco tropical. Municipio de Nandaimé, departamento de Granada. 2010.

4.5 Tasa de fijación de carbono

Se puede observar en el Cuadro 4, que la tasa de fijación decrece a medida que aumenta el estado de madurez del bosque seco tropical. El bosque con la biomasa desarrollada en los latizales que predominan en los primeros nueve años, permite la obtención de una tasa inicial de 9.46 t año^{-1} .

Según algunos autores, los factores que influyan en la tasa de fijación de carbono dependerán de las especies arbóreas y densidad, materia orgánica presente en el suelo, edad de los componentes, tipos de suelo, características del sitio, climáticos y el manejo silvicultural (Segura 1999; Cubrero *et al.*, 1999).

Cuadro 4. Tasa anual de fijación de carbono de Biomasa Aérea por sucesiones de edad en el Bosque Seco Tropical en el Municipio de Nandaime, Granada, 2011

| Fincas | Edad | Carbono (t C ha ⁻¹) | Tasa de fijación de carbono (t C año ⁻¹) |
|--------------|------|---------------------------------|--|
| Los Maderaes | 9 | 85.22 | 9.46 |
| La Zorra | 15 | 42.69 | 2.85 |
| El Panamá | 19 | 24.95 | 1.31 |

V. CONCLUSIONES

La densidad de árboles en categorías de vegetación fustal, se incrementa con la edad del bosque seco tropical secundario en el municipio de Nandaime, siendo el caso contrario en la categoría de vegetación latizal. Predomina la mayor proporción de área basal a los 9 años en los latizales y a los 19 años en los fustales. En ambos casos son los que presentan mayor biodiversidad y dominancia.

En la categoría de vegetación fustal y latizal el sitio más diverso y más equitativo según Shannon- Wiener fue la sucesión de 15 años, con respecto al índice de Simpson el sitio más dominante y más diverso es la sucesión de 19 años en el fustal en cambio en latizal fue la de 9 años.

La biomasa y el contenido de carbono están estrechamente relacionados en su comportamiento, tendiendo a disminuir a medida que el bosque va creciendo. A sucesión de especies el fustal en 15 años (guatíl y poro poro) y 19 años de edad (madero negro y chiquirín), presentan un aporte importante del fuste a la biomasa y carbono total. En cambio a los 9 años, (guácimo y güiligüiste) predominan las hojas como aporte al peso y carbono total.

La biomasa y contenido de carbono aportados por hojarasca, presenta en general un ligero incremento a aunque la edad del bosque es la más joven.

El suelo, presenta una tendencia de aumento del contenido de carbono en el suelo con la edad.

A la edad de 9 años el bosque seco tropical secundario, presenta la mayor acumulación total de carbono. Donde la biomasa aérea juega un papel importante. Presentando acumulaciones similares en las edades de 15 y 19 años.

El bosque secundario de trópico seco tiene un potencial de fijación de carbono alto en los primero 9 años, reduciendo ese potencial en un 88% a la edad de 19 años.

VI. RECOMENDACIONES

Continuar colectando información de otras especies del bosque seco tropical con fines de evaluar el almacenamiento de carbono para luego realizar comparaciones con las especies ya estudiadas.

Capacitar en metodologías no destructivas para estimación de carbono basada en la información de los inventarios forestales.

Correlacionar valores medidos de carbono con métodos de medición con valores estimados.

Aprovechar los inventarios forestales que se realizan en otras instituciones para realizar estimaciones de biomasa para efectuar cálculos de contenido de carbono a bajos costos.

Obtener datos nacionales de densidad de la madera.

VII. LITERATURA CITADA

Schlegel, B, y J, Guerra, 2001. Manual de procedimientos para inventarios de carbono de sistemas forestales. Universidad Austral de Chile. Proyecto FONDEF D 98I1076. Medición de la capacidad de captura de carbono en Bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Pág. 17.

Brown, S., A. J. R. Gillespie y A.E. Lugo, A.E. 1989. Biomass estimation methods for tropical forests with applications to forest inventory data. Forest Science 35. N°4.88-902 p

Brown, S. y A. E. Lugo. 1992. Aboveground biomass estimates for tropical moist forests of the Brazilian Amazon. Interciencia, Vol. 17, No. 1

Brown, S.1997. Estimating biomass and biomass change of tropical forest: a primer. FAO ForestryPaper, Roma, Italy, 134 p.

Cerrato, Y. y O. Escoto. 1997. Estudio preliminar florístico y estructural de la vegetación arbóreas de la cuenca del Rio acayo, Santa teresa, Carazo. Managua, Nicaragua, 1999. Pp.64

Connolly W, R y C.A. Corea Siu. 2007. Cuantificación de la captura y almacenamiento de carbono en sistemas Agroforestales y Forestal en seis sitios de cuatro Municipios de Nicaragua. Tesis. Ing. Managua- Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 70 p.

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 n°126, Roma, Italia, 146p.

García, D. y J. Barrios. 2000. Caracterización florística, estructural del bosque de las riveras de la Laguna de apoyo y su contribución a la protección y conservación, Masaya, Granada; Managua, Nicaragua. Septiembre, 2000. Pp. 110

González, Y. y Cuadra Cruz M. 2004. Estandarización de unidades de medidas y cálculos de volúmenes de madera. Instituto Nacional Forestal (INAFOR). pág. 22.

Guido, F. 2004 Plan General de Manejo Cooperativa Bernardino Díaz Ochoa. Nandaime, Granada. 27p.

INIA_OIMT 1996. Manual de identificación de especies forestales de la sub región andina. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Organización Internacional de las Maderas Tropicales. Lima, Perú.

Locatelli, B. 1999. Bosques tropicales y ciclo del carbono. Ministerio de ambiente y recursos naturales; Managua, Nicaragua. 91Pp

MacDicken, K.G, 1997. A guide to monitoring carbon storage in Forestry and Agro forestry projects Winrocken international institute for Agricultural development, 87p.

Medina, C. 2006. Indicadores de impactos de los sistemas forestales y agroforestales. POSAF p1, 18p.

Ministerio Agropecuario y Forestal (MAGFOR).2005. Potencial de Plantaciones y Fijación de Carbono. PRENSA. Managua, Nicaragua. 168p.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (MAGDR). 1999. Potencial de los bosques naturales de Bolivia para producción forestal permanente. Edición y responsabilidad técnica: E., Dauber; R., Guzmán; J., Terán. Santa Cruz.La Paz. Superintendencia Forestal

Ordeñada W. y M.Siu 2001. Estimación del contenido y almacenamiento de carbono en el bosque seco secundario del Refugio de vida silvestre Chacocente. Managua, Nicaragua. 13-21 p.

Ordóñez, A. 1998. Estimación de la captura de carbono en un estudio de caso para bosque templado: San Juan Nuevo, Michoacán. Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias.UNAM. México D.F

PNUD. 2001. El Desarrollo Humano en Nicaragua.2000. Programa de las Naciones Unidas para el desarrollo.1^{era} Edición. Managua, Nicaragua. Pág. 196.

Prodan, M; Peters, R; Cox, F; Real, P.1997.MENSURA FORESTAL. Proyecto IICA/GTZ sobre Agricultura, Recursos Naturales y Desarrollo Sostenible. Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura(IICA). San Jose, CR. 586pag.

Ronda C. W. y C. Corea. 2007. Cuantificación de la captura y almacenamiento de carbono en sistemas agroforestal y forestal en seis sitios de cuatro municipios de Managua, Nicaragua, 2007. Pag.8

Salas, J. 1993. Arboles de Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente. Managua, Nicaragua.390p.

Valdivia, O y A. Espinoza. 2001. Estado actual de la regeneración natural en el bosque seco caducifolio Santa Rosa cuenca del rio Grande Carazo. Managua, Nicaragua. 2001, Pp 50

Valverde, R. y M. Matus. 2005. Manual de procedimientos analíticos, Managua, Nicaragua. 131p.

Zamora, J. Quiroz. 2000. Terminología forestal de uso común en Centro América. Manejo forestal tropical. CATIE. Unidad de manejo de bosques naturales. N 14. Junio, 2000. ISSN. 1049- 345.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Conceptos generales

Almacenamiento de carbono: Se refiere a la capacidad del bosque para mantener una determinada cantidad promedio de carbono por hectárea, que será liberado gradualmente a la atmosfera en un tiempo determinado.

Altura del Fuste Limpio: Es la distancia vertical entre el nivel del suelo y la porción donde se inicia la copa del árbol (MAGFOR, 2005).

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

Biomasa aérea: Es la que conforma las estructuras leñosas aéreas de especies frutales maderables y otros árboles y arbustos del sistema productivo (Medina, 2006).

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 plantas en ecosistema natural o agrarios (Medina 2006).

Biomasa: El total de materia orgánica seca o el contenido almacenado de energía de los organismos vivos (Zamora, *et al.* 2000).

Cambios climáticos: por cambio climático se entiende, un cambio de clima atribuido directa e indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmosfera global y que se suma a la variabilidad natural observada del clima durante el periodo de tiempo comparable (Pérez et al., 2005).

Clima: Es el estado incluyendo la descripción estadística del sistema del clima.

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).

Dióxido de carbono: Gas producido naturalmente, también es un derivado de quema de combustible fósil y de la biomasa, así como de los cambios de los usos del suelo y otros procesos industriales es el principal gas antropogénico de efecto invernadero que afecta a la temperatura de la tierra. Es el gas de referencia sobre el cual los otros gases de efecto invernadero son catalogados con un potencial de calentamiento global. El dióxido de carbono constituye aproximadamente un 0.036% de la composición de la atmósfera. (Pérez et al., 2005).

Efecto invernadero: es un fenómeno natural, convertido por el hombre en una amenaza para su propia seguridad, al ser alterado debido principalmente del consumo de energía generada por la combustión de derivado del petróleo, gas natural y carbón mineral, además de la destrucción del bosque, particularmente en el trópico (Pérez et al., 2005). La deforestación contribuye al aumento de la concentración de dióxido de carbono de dos formas: disminuyendo la cobertura vegetal capaz de fijar carbono atmosférico y promoviendo la liberación de carbono a la atmósfera a través de la quema y descomposición de biomasa, incluido la materia orgánica del suelo (Pérez et al., 2005).

Hojarasca: Se refiere a la materia orgánica que se encuentra en diferentes procesos de descomposición (Medina, 2006).

Secuestro de carbono: Es un 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)

Servicio Ambiental: Se refiere a la oferta que hacen los propietarios del bosque o de algún tipo de vegetación que legalmente se tiene como reserva natural y se aprovecha principalmente su capacidad de producción de agua, fijación de carbono, belleza escénica y biodiversidad.

Anexo 2. Formato para la toma de datos de la vegetación mayores de 10cm de DAP

Nivel de edad _____

Parcela N°: _____

| Especie | DAP | Altura Total | $\geq 10\text{cm}$ |
|---------|-----|--------------|--------------------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Anexo 3. Formatos para la toma de datos de la vegetación menores de 10cm de DAP

Nivel de edad _____

Parcela N°: _____

| Especie | DAP | Altura Total | <10cm |
|---------|-----|--------------|-------|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Anexo 4. Formato para la toma de datos para las muestras de suelo y densidad aparente

Sub subparcela N°: _____

Parcela N°: _____

Fecha: _____

Localización: _____

Nivel de edad: _____

Muestra: _____

Profundidad: _____

Anexo 5. Formato para la toma de datos para las muestras de hojarasca, y ramas.

Sub subparcela N°: _____

Parcela N°: _____

Fecha: _____

Localización: _____

Nivel de edad: _____

Muestra: _____

Profundidad: _____

Anexo 6. Base de datos del Inventario forestal realizado en la finca el Panamá en Nandaime, Granada 2010

Finca El Panamá Bosque Natural de 19 años
Parcela de 10x20m, Mayores de 10 cm de DAP

| Parcela | DAP | Altura | ABm ² | Volm ³ |
|---------------------------------|-------|--------|------------------|-------------------|
| Guácimo | 29.6 | 12 | 0.0688 | 0,5779 |
| Madero negro | 28 | 12 | 0.0616 | 0,5174 |
| Guácimo | 16 | 12 | 0.0201 | 0.1688 |
| Chiquirín | 17.5 | 13 | 0.0241 | 0,2193 |
| Madero negro | 21.6 | 12 | 0.0366 | 0.3074 |
| Guanacaste blanco | 14.5 | 11 | 0.0165 | 0.1271 |
| Madero negro | 16.4 | 14 | 0.0211 | 0.2068 |
| Madero negro | 23 | 11 | 0.0415 | 0.3196 |
| Parcela N°2 | | | | |
| Chiquirín | 14 | 19 | 0.0154 | 0.2048 |
| Chaperno | 13.8 | 16 | 0.0150 | 0.1680 |
| Guácimo | 26 | 16 | 0.0531 | 0.5947 |
| Guácimo | 25 | 22 | 0.0491 | 0.7561 |
| Cachito | 11.6 | 7 | 0.0106 | 0.0519 |
| Chiquirín | 14.1 | 13 | 0.0156 | 0.1420 |
| Chiquirín | 12 | 12 | 0.0113 | 0.0949 |
| Chiquirín | 14.7 | 13 | 0.0170 | 0.1547 |
| Madroño | 14.5 | 11 | 0.0165 | 0.1271 |
| Chiquirín | 14.9 | 12 | 0.0174 | 0.1462 |
| Chiquirín | 12.6 | 10 | 0.0125 | 0.0875 |
| Guácimo | 16.35 | 12 | 0.0210 | 0.1764 |
| Parcela N°3 | | | | |
| Madero negro | 13 | 10 | 0.0133 | 0.0931 |
| Chiquirín | 10.9 | 8 | 0.0093 | 0.0521 |
| Madero negro | 16 | 11 | 0.0201 | 0.1548 |
| Chiquirín | 11 | 11 | 0.0095 | 0.0732 |
| Madero negro | 14.9 | 11 | 0.0174 | 0.1340 |
| Madero negro | 14 | 12 | 0.0154 | 0.1294 |
| Chiquirín | 14.5 | 12 | 0.0165 | 0.1386 |
| Chiquirín | 10.6 | 12 | 0.0088 | 0.0739 |
| Parcela N°4 | | | | |
| No se encontró ningún árbol >10 | | | | |
| Parcela N°5 | | | | |
| Guácimo | 13 | 8 | 0.0133 | 0.0745 |

| Parcela | DAP | Altura | ABm ² | Volm ³ |
|-------------|-----|--------|------------------|-------------------|
| Parcela N°6 | | | | |
| Chiquirín | 10 | 9 | 0.0079 | 0.0498 |
| Chiquirín | 11 | 9 | 0.0095 | 0.0599 |
| Chaperno | 16 | 10 | 0.0201 | 0.1407 |

Anexo 7. Inventario forestal realizado en las parcelas en estado Latizal de 5x5m en la finca Panamá ,Nandaime, Granada 2010

| Parcela N.1 | DAP | Altura | AB m ² | Volm ³ |
|--------------|-----|--------|-------------------|-------------------|
| Cerillo | 5,5 | 4 | 0.1964 | 0.5499 |
| Guácimo | 5 | 4 | 0.0019 | 0.0053 |
| Madero negro | 6 | 7 | 0.0028 | 0.0098 |
| Parcela N.2 | | | | |
| Guácimo | 8 | 6 | 0.5027 | 2.1113 |
| Cornizuelo | 6 | 5 | 0.0028 | 0.0098 |
| Espino negro | 7 | 5 | 0.0038 | 0.0133 |
| Parcela N.3 | | | | |
| Guácimo | 5 | 4 | 0.0019 | 0.0053 |
| Guácimo | 6 | 6 | 0.0028 | 0.0118 |
| Chaperno | 8 | 6 | 0.0050 | 0.0210 |
| Chiquirín | 8 | 6 | 0.5027 | 2.1113 |
| Guarumo | 7 | 7 | 0.3848 | 1.8855 |
| Chaperno | 6 | 5 | 0.2827 | 2.7395 |

Anexo 8. Base de datos del Inventario forestal realizado en la Finca La Zorra, Nandaime Granada 2010.

Finca La Zorra bosque natural de 15 años

Parcela de 10x20m, mayores de 10 cm de DAP

| Parcela | Especie | DAP (cm) | Altura (m) | Área basal (m ² /ha) | Volumen de madera (m ³ /ha) |
|---------|--------------|----------|------------|---------------------------------|--|
| 1 | Guácimo | 19 | 15 | 0,0284 | 0,2982 |
| | Capulín | 28 | 16 | 0,0616 | 0,6899 |
| | Guarumo | 31 | 18 | 0,0755 | 0,9513 |
| 2 | Genízaro | 10,5 | 7 | 0,0087 | 0,0426 |
| | Guácimo | 12,7 | 7 | 0,0127 | 0,0622 |
| | Madero negro | 10 | 7 | 0,0079 | 0,0387 |
| 3 | Jagua | 10,5 | 15 | 0,0087 | 0,0914 |
| | Poro-poro | 18,6 | 18 | 0,0272 | 0,3427 |
| | Gallito | 10 | 8 | 0,0079 | 0,0442 |
| | Laurel | 11,5 | 10 | 0,0104 | 0,0728 |
| | Poro-poro | 19,3 | 15 | 0,0293 | 0,3077 |
| | Jocote | 22,3 | 16 | 0,0391 | 0,4379 |
| 4 | Guacuco | 11 | 6 | 0,0177 | 0,0743 |
| | Palo de sapo | 10,5 | 8 | 0,0087 | 0,0487 |
| | Guacuco | 10,5 | 7 | 0,0087 | 0,0426 |
| | Jocote | 20 | 18 | 0,0314 | 0,1758 |
| | Laurel | 10,8 | 9 | 0,0092 | 0,058 |
| | Gavilán | 21 | 9 | 0,0346 | 0,218 |
| | Muñeco | 18,9 | 9 | 0,0278 | 0,1751 |
| | Jocote | 13,5 | 7 | 0,0143 | 0,0701 |
| 5 | | No hay | | | |
| 6 | Laurel | 10 | 9 | 0,0079 | 0,0498 |
| | Laurel | 10 | 9 | 0,0079 | 0,0498 |
| | Poro-poro | 11 | 7 | 0,0095 | 0,0333 |
| | Poro-poro | 13,3 | 8 | 0,0139 | 0,0778 |
| | Poro-poro | 11,5 | 6 | 0,0104 | 0,0437 |
| | Gallito | 10,6 | 5 | 0,0088 | 0,0308 |
| | Muñeco | 10,2 | 12 | 0,0082 | 0,0689 |
| | Guacuco | 11,4 | 7 | 0,0 | 0,0500 |

Anexo 9. Inventario forestal realizado en estado Latizal en las parcelas de 5x5m en la finca la Zorra Nandaime, Granada 2010

| Parcela | Parcela N.3 | DAP | Altura | ABm ² | Volm ³ |
|---------|---------------|------|--------|------------------|-------------------|
| 3 | Especie | | | | |
| | Laurel | 7 | 13 | 0,3848 | 3,5017 |
| | Chocoyito | 5,38 | 7 | 0,2273 | 1,1138 |
| 4 | Palo de sapo | 7 | 7 | 0,3848 | 1,8855 |
| | Cornizuelo | 6.2 | 6 | 0,3019 | 1,268 |
| 6 | Madero negro. | 5,6 | 11 | 0.0025 | 0.0193 |
| | Genízaro | 6,6 | 8 | 0.0034 | 0.0190 |
| | Poro-poro | 7,2 | 7 | 0.0041 | 0.0210 |
| | Muñeco | 5,3 | 6 | 0.0022 | 0.0092 |

Anexo 10. Base de datos del Inventario forestal realizado en la Finca Los Maderales, Nandaime, Granada 2010

Finca los Maderales bosque natural de 9 años
Parcela de 10x20m, Arboles mayores de 10cm de DAP

| Parcela N.1 | DAP | Altura | ABm² | Volm³ |
|--------------------|------------|---------------|------------------------|-------------------------|
| Guácimo | 11 | 7 | 0,0095 | 0,0465 |
| Guácimo | 10,3 | 8 | 0,0083 | 0,0465 |
| Madero negro | 11 | 8 | 0,0095 | 0,0532 |
| Parcela N.2 | | | | |
| Güiligüiste | 10 | 5 | 0,0078 | 0,0273 |
| Güiligüiste | 10 | 5 | 0,0078 | 0,0273 |
| Madero negro | 13 | 7 | 0,0233 | 0,0652 |
| Madero negro | 10 | 6 | 0,0078 | 0,0328 |
| Parcela N.3 | | | | |
| Poro- Poro | 14 | 8 | 0,0154 | 0,0862 |
| Guácimo | 10,3 | 7 | 0,0083 | 0,0407 |
| Madero negro | 11 | 7 | 0,0095 | 0,0465 |
| Parcela N.4 | | | | |
| Madero negro | 10 | 7 | 0,0078 | 0,0382 |
| Güiligüiste | 11 | 8 | 0,0095 | 0,0532 |
| Parcela N.5 | | | | |
| No Hay | | | | |
| Parcela N.6 | | | | |
| No Hay | | | | |

Anexo 11. Inventario forestal en estado Latizal realizado en las parcelas de 5x5m en la finca los Maderales Nandaime, Granada

| Parcela N.1 | DAP | Altura | ABm² | Volm³ |
|--------------------|------------|---------------|------------------------|-------------------------|
| Madero negro. | 7,5 | 8 | 0,0044 | 0,0246 |
| Madero negro. | 6 | 8 | 0,2827 | 1,5831 |
| Madero negro. | 5,5 | 8 | 0,0024 | 0,0134 |
| Madero negro. | 7 | 8 | 0,3848 | 2,1549 |
| poro-poro | 6,3 | 6 | 0,0031 | 0,013 |
| Parcela N.2 | | | | |
| Madero negro. | 5,8 | 5 | 0,0026 | 0,0091 |
| Güiligüiste | 7,3 | 4 | 0,0042 | 0,0118 |
| Madero negro. | 6,3 | 5 | 0,0031 | 0,0108 |
| Madero negro. | 8,6 | 5 | 0,0058 | 0,0203 |
| Madero negro. | 5,1 | 4 | 0,002 | 0,0056 |
| Madero negro. | 5,4 | 5 | 0,0023 | 0,008 |
| Parcela N.3 | | | | |
| Madero negro. | 6,5 | 7 | 0,0033 | 0,0162 |
| Madero negro. | 5,5 | 6 | 0,0024 | 0,01 |
| Chaperno | 6,2 | 6 | 0,003 | 0,0126 |
| Chaperno | 6,1 | 5 | 0,0029 | 0,0101 |
| Madero negro. | 7,5 | 7 | 0,0044 | 0,0216 |
| Guácimo | 6,4 | 5 | 0,0032 | 0,0112 |

Anexo 12. Especies arbóreas de las categorías de vegetación fustal, con su nombre común, nombre científico y familias encontradas en el inventario forestal en las tres sucesiones de edad en el bosque tropical seco Nandaime, 2010

| Nombre Común | Nombre Científico | Familia |
|---------------------|-----------------------------------|----------------|
| Guácimo | <i>Guazumaulmifolia</i> | Sterculiaceae |
| Madero negro | <i>Gliricidiasepium</i> | Fabaceae |
| Chiquirín | <i>Myrospermunfrutescens</i> | Fabaceae |
| Guanacaste blanco | <i>Albiziacaribea</i> | Mimosaceae |
| Chaperno | <i>Albiziaminiflorus</i> | Fabaceae |
| Cachito | <i>Stemmadeniaovobata</i> | Apocynaceae |
| Madroño | <i>Calycophyllumcandidissimum</i> | Rubiaceae |
| Capulín | <i>Muntingiacalabura</i> | Elacarpaceae |
| Guarumo | <i>Cecropiapeltata</i> | Cecropiaceae |
| Genízaro | <i>Albiziasaman</i> | Fabaceae |
| Guatil, Jagua | <i>Genipa americana</i> | Rubiaceae |
| Poro-poro | <i>Cochiospermunvitifolium</i> | Bixaceae |
| Gallito | <i>Gyrocarpusamericanus</i> | Hemandiaceae |
| Laurel | <i>Cordiaalliadora</i> | Boraginaceae |
| Jocote | <i>Spondiamombin</i> | Anacardaceae |
| Guacuco | <i>Eugenia salamensis</i> | Myrtaceae |
| Palo de leche | <i>Sapiummacrocarpun</i> | Euphorbiaceae |
| Gavilán | <i>Albiziaguachapela</i> | Mimosaceae |
| Muñeco | <i>Cordia bicolor</i> | Boraginaceae |
| Güiligüiste | <i>Karwinskiacalderónii</i> | Rhamnaceae |

Anexo 13. Especies encontrada en categorías de vegetación latizal con su nombre común, nombre científico y familias encontradas en el inventario forestal en las tres sucesiones de edad en el bosque tropical seco Nandaime, 2010

| Nombre común | Nombre científico | Familia |
|---------------------|--------------------------------|----------------|
| Cerillo | <i>Caseariasylvestris</i> | Simarubaceae |
| Guácimo | <i>Guazumaulmifolia</i> | Sterculiaceae |
| Madero negro | <i>Gliricidiasepium</i> | Fabaceae |
| Cornizuelo | <i>Acacia collinsii</i> | Mimosaceae |
| Espino negro | <i>Pithecellobium dulce</i> | Mimosaceae |
| Chaperno | <i>Albiziaminimiflorus</i> | Fabaceae |
| Chiquirín | <i>Myrospermumfrutescens</i> | Fabaceae |
| Laurel | <i>Cordiaalliadora</i> | Boraginaceae |
| Chocollito | <i>Diospyrossalicyfolia</i> | Ebenaceae |
| Palo de sapo | <i>Sapiummacrocarpum</i> | Eufobiaceae |
| Genízaro | <i>Albiziasaman</i> | Fabaceae |
| Poró-poró | <i>Cochiospermunvitifolium</i> | Bixaceae |
| Muñeco | <i>Cordia bicolor</i> | Boraginaceae |
| Güiligüiste | <i>Karwinskiacalderonii</i> | Rhamnaceae |

Anexo 14. Datos recolectados y calculados de los diferentes componentes de la biomasa aérea, en el bosque seco tropical Nandaime, Granada 2010

| Finca | Parcela | Especies | Componente | Replicas | M.F Árbol (kg) | P.F(gr) | P.S | %H | %C | P.S(kg) | C(kg/Rep) |
|--------|---------|--------------|------------|----------|----------------------|-------------|-------|--------|-------|---------|---------------|
| Panamá | 1 | Madero negro | Ramas | 1 | 251,6 | 500 | 380 | 31,58 | 10,42 | 191,22 | 19,92 |
| | | | Ramas | 2 | 251,6 | 500 | 358 | 39,66 | 11,55 | 180,15 | 20,81 |
| | | | Ramas | 3 | 251,6 | 500 | 350 | 42,86 | 12,20 | 176,12 | 21,49 |
| | | | Hojas | 1 | 13,1 | 500 | 119,8 | 317,36 | 14,30 | 3,14 | 0,45 |
| | | | Hojas | 2 | 13,1 | 500 | 123,4 | 305,19 | 14,78 | 3,23 | 0,48 |
| | | | Hojas | 3 | 13,1 | 500 | 119,7 | 317,71 | 14,38 | 3,14 | 0,45 |
| | | | Fuste | 1 | 189,9 | 500 | 190 | 163,16 | 32,63 | 72,16 | 23,55 |
| | | | Fuste | 2 | 189,9 | 500 | 190 | 163,16 | 30,03 | 72,16 | 21,67 |
| | | | Fuste | 3 | 189,9 | 500 | 200 | 150,00 | 32,31 | 75,96 | 24,54 |
| Panamá | 2 | Chiquirín | Ramas | 1 | 90,7 | 500 | 362 | 38,12 | 12,84 | 65,67 | 8,43 |
| | | | Ramas | 2 | 90,7 | 500 | 357 | 40,06 | 13,49 | 64,76 | 8,74 |
| | | | Ramas | 3 | 90,7 | 500 | 396 | 26,26 | 12,84 | 71,83 | 9,22 |
| | | | Hojas | 1 | 13,4 | 500 | 144,5 | 246,02 | 14,14 | 3,87 | 0,55 |
| | | | Hojas | 2 | 13,4 | 500 | 145,6 | 243,41 | 14,54 | 3,90 | 0,57 |
| | | | Hojas | 3 | 13,4 | 500 | 143,3 | 248,92 | 13,09 | 3,84 | 0,50 |
| | | | Fuste | 1 | 104,9 | 500 | 320 | 56,25 | 30,19 | 67,14 | 20,27 |
| | | | Fuste | 2 | 104,9 | 500 | 318 | 57,23 | 32,63 | 66,72 | 21,77 |
| | | | Fuste | 3 | 104,9 | 500 | 336 | 48,81 | 32,85 | 70,49 | 23,16 |
| Zorra | 3 | Jagua | Ramas | 1 | 49,5 | 500 | 325 | 53,85 | 14,62 | 32,18 | 4,70 |
| | | | Ramas | 2 | 49,5 | 500 | 327 | 52,91 | 15,75 | 32,37 | 5,10 |
| | | | Ramas | 3 | 59,5 | 500 | 324 | 54,32 | 9,75 | 38,56 | 3,76 |
| | | | Hojas | 1 | 22,0 | 500 | 149 | 235,57 | 12,97 | 6,56 | 0,85 |
| | | | Hojas | 2 | 22,0 | 500 | 156 | 220,51 | 3,52 | 6,86 | 0,24 |
| | | | Hojas | 3 | 22,0 | 500 | 153 | 226,80 | 7,87 | 6,73 | 0,53 |
| | | | Fuste | 1 | 80,4 | 500 | 248 | 101,61 | 32,63 | 39,88 | 13,01 |
| | | | Fuste | 2 | 80,4 | 500 | 260 | 92,31 | 28,24 | 41,81 | 11,81 |
| | | | Fuste | 3 | 80,4 | 500 | 256 | 95,31 | 29,70 | 41,16 | 12,23 |
| Zorra | 6 | Poró-Poró | Ramas | 1 | 62,8 | 500 | 123 | 306,50 | 12,37 | 15,45 | 1,91 |

| | | | | | | | | | | | |
|------------|---|-------------|-------|---|------|-----|-----|--------|-------|-------|------|
| | | | Ramas | 2 | 62,8 | 500 | 139 | 259,71 | 13,12 | 17,46 | 2,29 |
| | | | Ramas | 3 | 62,8 | 500 | 147 | 240,14 | 12,22 | 18,46 | 2,26 |
| | | | Hojas | 1 | 5,8 | 500 | 136 | 267,65 | 9,45 | 1,58 | 0,15 |
| | | | Hojas | 2 | 5,8 | 500 | 137 | 264,96 | 9,00 | 1,59 | 0,14 |
| | | | Hojas | 3 | 5,8 | 500 | 140 | 257,14 | 9,60 | 1,62 | 0,16 |
| | | | Fuste | 1 | 30,7 | 500 | 264 | 89,39 | 30,85 | 16,18 | 4,99 |
| | | | Fuste | 2 | 30,7 | 500 | 252 | 98,41 | 32,79 | 15,45 | 5,07 |
| | | | Fuste | 3 | 30,7 | 500 | 240 | 108,33 | 33,18 | 14,71 | 4,88 |
| Maderaless | 1 | Guácimo | Ramas | 1 | 23,1 | 500 | 304 | 64,47 | 28,16 | 14,04 | 3,96 |
| | | | Ramas | 2 | 23,1 | 500 | 299 | 67,22 | 30,92 | 13,81 | 4,27 |
| | | | Ramas | 3 | 23,1 | 500 | 273 | 83,15 | 27,43 | 12,61 | 3,46 |
| | | | Hojas | 1 | 9,9 | 500 | 174 | 187,36 | 27,46 | 3,45 | 0,95 |
| | | | Hojas | 2 | 9,9 | 500 | 176 | 184,09 | 31,12 | 3,48 | 1,08 |
| | | | Hojas | 3 | 9,9 | 500 | 178 | 180,90 | 23,49 | 3,52 | 0,83 |
| | | | Fuste | 1 | 26,6 | 500 | 204 | 145,10 | 33,18 | 10,85 | 3,60 |
| | | | Fuste | 2 | 26,6 | 500 | 196 | 155,10 | 33,34 | 10,43 | 3,48 |
| | | | Fuste | 3 | 26,6 | 500 | 210 | 138,10 | 33,34 | 11,17 | 3,72 |
| Maderaless | 2 | Güiligüiste | Ramas | 1 | 20,0 | 500 | 330 | 51,52 | 25,39 | 13,20 | 3,35 |
| | | | Ramas | 2 | 20,0 | 500 | 335 | 49,25 | 27,03 | 13,40 | 3,62 |
| | | | Ramas | 3 | 20,0 | 500 | 319 | 56,74 | 29,06 | 12,76 | 3,71 |
| | | | Hojas | 1 | 12,3 | 500 | 213 | 134,74 | 25,12 | 5,24 | 1,32 |
| | | | Hojas | 2 | 12,3 | 500 | 209 | 139,23 | 29,85 | 5,14 | 1,53 |
| | | | Hojas | 3 | 12,3 | 500 | 204 | 145,10 | 18,77 | 5,02 | 0,94 |
| | | | Fuste | 1 | 30,3 | 500 | 276 | 81,16 | 28,73 | 16,73 | 4,81 |
| | | | Fuste | 2 | 30,3 | 500 | 280 | 78,57 | 34,15 | 16,97 | 5,79 |
| | | | Fuste | 3 | 30,3 | 500 | 274 | 82,48 | 31,98 | 16,60 | 5,31 |

Anexo 15. Datos recolectados y calculados en el componente hojas en el bosque seco tropical Nandaime, Granada 2010

| Finca | Parcela | P.F. Hojarasca (gr) | P.F. Muestra (g) | Peso S muestra | % C | % H | P.S Parcela | gr C/ Parcela | Kg C/ ha |
|-----------|---------|---------------------|------------------|----------------|-------|--------|-------------|---------------|----------|
| El Panamá | 1 | 1154,30 | 500,00 | 150,50 | 17,93 | 232,23 | 347,68 | 62,34 | 623,39 |
| | 2 | 188,90 | 188,90 | 55,20 | 10,50 | 242,20 | 55,23 | 5,80 | 57,99 |
| | 3 | 237,90 | 237,90 | 99,00 | 22,99 | 140,30 | 99,13 | 22,79 | 227,90 |
| La Zorra | 3 | 65,30 | 65,30 | 19,00 | 9,15 | 243,68 | 18,98 | 1,74 | 17,37 |
| | 4 | 104,40 | 104,40 | 41,00 | 8,47 | 154,63 | 40,94 | 3,47 | 34,68 |
| | 6 | 214,90 | 214,90 | 68,00 | 8,25 | 216,03 | 68,01 | 5,61 | 56,11 |
| Maderales | 1 | 373,70 | 373,70 | 184,00 | 27,43 | 103,10 | 184,09 | 50,50 | 504,96 |
| | 2 | 247,00 | 247,00 | 237,00 | 25,31 | 4,22 | 237,5 | 60,01 | 601,11 |
| | 3 | 390,60 | 390,60 | 89,00 | 26,95 | 338,88 | 88,97 | 23,98 | 239,77 |

Anexo 16. Datos recolectados y calculados en el componente ramas en el bosque seco tropical, Nandaime, Granada 2010

| Finca | Parcela | Comp . | P.F. Ramas | P.F. Muestra | P.S. Muestra | %C | %H | P.S. Parcela | gr C/Parcela | Kg C/ ha |
|---------------|---------|--------|------------|--------------|--------------|-------|--------|--------------|--------------|----------|
| El Panamá | 1 | ramas | 1.190,00 | 500,00 | 206,50 | 14,86 | 142,13 | 491,47 | 73,03 | 730,3 |
| El Panamá | 2 | ramas | 530,80 | 500,00 | 208,00 | 14,14 | 140,38 | 220,81 | 31,22 | 312,2 |
| El Panamá | 3 | ramas | 729,40 | 500,00 | 339,00 | 25,38 | 47,49 | 494,53 | 125,51 | 1255,1 |
| La Zorra | 3 | ramas | 782,70 | 500,00 | 188,00 | 9,07 | 165,96 | 294,30 | 26,69 | 266,9 |
| La Zorra | 4 | ramas | 648,30 | 500,00 | 197,00 | 7,72 | 153,81 | 255,43 | 19,72 | 197,2 |
| La Zorra | 6 | ramas | 547,90 | 500,00 | 180,00 | 9,22 | 177,78 | 197,24 | 18,19 | 181,9 |
| Los Maderales | 1 | ramas | 472,50 | 472,50 | 156,00 | 29,16 | 202,88 | 156,00 | 45,49 | 454,9 |
| Los Maderales | 2 | ramas | 461,10 | 461,10 | 275,00 | 27,35 | 67,67 | 275,00 | 75,21 | 752,1 |
| Los Maderales | 3 | ramas | 616,30 | 616,30 | 266,00 | 28,60 | 131,69 | 266,00 | 76,08 | 760,8 |

Anexo 17. Datos recolectados y calculados en el Suelo, en el bosque seco tropical Nandaime, Granada 2010

| Finca | Edad | LABS A | Bosque | Parcela | Repetición | Da(ton/m3) | CO % | Peso Suelo (ton/ha) | C (ton/ha) |
|---------------|-------------|---------------|---------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------|----------------------------|-------------------|
| El panamá | 19 | 1479 | seco | 1 | 1 | 1,03 | 2.81 | 2.050 | 57,60 |
| El Panamá | 19 | 1480 | seco | 1 | 2 | 0.94 | 2.81 | 1.880 | 52,83 |
| El Panamá | 19 | 1481 | seco | 1 | 3 | 0.99 | 2.81 | 1.980 | 55,64 |
| El Panamá | 19 | 1489 | seco | 2 | 1 | 0.96 | 1.35 | 1.920 | 25,92 |
| El Panamá | 19 | 1490 | seco | 2 | 2 | 1.02 | 1.35 | 2.040 | 27,54 |
| El Panamá | 19 | 1491 | seco | 2 | 3 | 0.90 | 1.35 | 1.800 | 24,30 |
| El Panamá | 19 | 1820 | seco | 6 | 1 | 1.04 | 2.25 | 2.080 | 46,80 |
| El Panamá | 19 | 1821 | seco | 6 | 2 | 1.13 | 2.25 | 2.260 | 50,85 |
| El Panamá | 19 | 1822 | seco | 6 | 3 | 0.89 | 2.25 | 1.780 | 40,05 |
| La Zorra | 15 | 1514 | seco | 3 | 1 | 0.93 | 1.58 | 1.860 | 29,39 |
| La Zorra | 15 | 1515 | seco | 3 | 2 | 1.07 | 1.58 | 2.140 | 33,81 |
| La Zorra | 15 | 1516 | seco | 3 | 3 | 1.13 | 1.58 | 2.260 | 35,71 |
| La Zorra | 15 | 1517 | seco | 4 | 1 | 0.98 | 0.85 | 1.960 | 16,66 |
| La Zorra | 15 | 1518 | seco | 4 | 2 | 1.04 | 0.85 | 2.080 | 17,68 |
| La Zorra | 15 | 1519 | seco | 4 | 3 | 1.04 | 0.85 | 2.080 | 17,68 |
| La Zorra | 15 | 1834 | seco | 6 | 1 | 0.96 | 1.67 | 1.920 | 32,06 |
| La Zorra | 15 | 1835 | seco | 6 | 2 | 1.00 | 1.67 | 2.000 | 33,40 |
| La Zorra | 15 | 1836 | seco | 6 | 3 | 0.98 | 1.67 | 1.960 | 32,73 |
| Los maderales | 9 | 1811 | seco | 1 | 1 | 1.11 | 0.23 | 2.220 | 5,11 |
| Los maderales | 9 | 1812 | seco | 1 | 2 | 1.00 | 0.23 | 2.000 | 4,60 |
| Los maderales | 9 | 1813 | seco | 1 | 3 | 1.06 | 0.23 | 2.120 | 4,88 |
| Los maderales | 9 | 1814 | seco | 2 | 1 | 1.02 | 1.11 | 2.040 | 22,64 |
| Los maderales | 9 | 1815 | seco | 2 | 2 | 1.04 | 1.11 | 2.080 | 23,09 |
| Los maderales | 9 | 1816 | seco | 2 | 3 | 1.09 | 1.11 | 2.180 | 24,20 |
| Los maderales | 9 | 1817 | seco | 3 | 1 | 1.14 | 1.73 | 2.280 | 39,44 |
| Los maderales | 9 | 1818 | seco | 3 | 2 | 1.15 | 1.73 | 2.300 | 39,79 |
| Los maderales | 9 | 1819 | seco | 3 | 3 | 1.12 | 1.73 | 2.240 | 38,75 |