



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE

URACCAN

Monografía

Carbono almacenado en el ecosistema bosque del Laboratorio Natural de URACCAN, Nueva Guinea, 2017

Para optar al título de Ingeniería Agroforestal

Autores:

Br. Delvin Oniel Suarez Huete.

Br. Norvin Antonio Torrez Espinoza.

Tutor:

Msc. Wilson Antonio Calero Borge

RACCS, Nueva Guinea, Mayo, 2018

**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS
DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE**

URACCAN

Monografía

Carbono almacenado en el ecosistema bosque del Laboratorio Natural
de URACCAN, Nueva Guinea, 2017

Para optar al título de Ingeniería Agroforestal

Autores:

Br. Delvin Oniel Suarez Huete.

Br. Norvin Antonio Torrez Espinoza.

Tutor:

Msc. Wilson Antonio Calero Borge

RACCS, Nueva Guinea, Mayo, 2018

| CONTENIDO | N° Pg. |
|---|---------------|
| I. Introducción | 1 |
| II. Objetivos | 2 |
| 2.1. Objetivo general..... | 2 |
| 2.2. Objetivos específicos | 2 |
| III. Hipótesis | 3 |
| IV. Marco teórico | 4 |
| 4.1. Definiciones Generales | 4 |
| 4.1.1. Dióxido de carbono atmosférico..... | 4 |
| 4.1.2. Captura de Carbono | 4 |
| 4.1.3. Cambio Climático | 5 |
| 4.1.4. Dióxido de Carbono y su rol en el efecto del invernadero..... | 6 |
| 4.1.5. Sumideros de Carbono | 7 |
| 4.1.6. Efectos del estrés ambiental sobre la fijación de dióxido de Carbono .. | 7 |
| 4.2. Importancia de bosques y plantaciones forestales como sumideros de carbono | 9 |
| 4.3. La biomasa | 10 |
| 4.3.1. El Carbono en la biomasa aérea..... | 11 |
| 4.3.2. El carbono en la biomasa componentes leñosos | 11 |
| 4.4. Necromasa..... | 12 |
| 4.4.1. Necromasa en el suelo | 12 |
| 4.5. Métodos para la cuantificación de carbono..... | 12 |
| 4.5.1. Métodos para determinar carbono almacenado..... | 12 |
| 4.5.2. Métodos para la determinación de fijación de carbono en biomasa de los bosques y plantaciones | 14 |
| 4.6. Parcelas de muestreo | 17 |
| 4.6.1. Determinación del tipo y número de parcelas de muestreo | 17 |
| 4.6.2. Tipo de parcelas | 17 |
| 4.6.3. Tamaño de la parcela | 18 |
| 4.6.4. Pasos para determinar el número de Parcelas | 19 |

| | |
|--|-----------|
| 4.6.5. Pasos para definir la localización y la demarcación de los límites de las parcelas | 22 |
| V. Metodología y materiales..... | 25 |
| 5.1. Ubicación del estudio..... | 25 |
| 5.2 Enfoque de la investigación | 25 |
| 5.3 Tipo de investigación | 25 |
| 5.4 Población y muestra | 26 |
| 5.5. Técnicas e instrumentos | 28 |
| 5.5.1 Medición de variables dasométricas en plantaciones forestales y el ecosistema bosque | 28 |
| 5.5.2 Estimación carbono almacenado en ecosistema bosque y plantaciones forestales | 29 |
| 5.5.3 Estimación de biomasa aérea en ecosistema bosque y plantaciones forestales | 29 |
| 5.5.4 Estimación de Biomasa para Especies no maderables ecosistema bosque | 30 |
| 5.5.5. Estimación de biomasa para especies maderables ecosistema bosque y plantaciones | 30 |
| 5.5.7. Estimación de carbono aéreo en maderables ecosistema bosque y plantaciones forestales | 30 |
| 5.5.8 Carbono almacenado en necromasa en ecosistema bosque y plantaciones forestales | 31 |
| 5.6. Calculo de volumen de la madera aprovechada plantaciones forestales | 33 |
| 5.7. Operacionalización de variables | 34 |
| 5.8. Procesamiento y análisis de la información | 35 |
| 5.9. Materiales utilizados | 35 |
| VI. Resultados y discusión..... | 36 |
| 6.1. Caracterización de la composición arbórea del ecosistema bosque del Laboratorio Natural | 36 |
| 6.1.1 Especies arbóreas presentes en el ecosistema bosque. | 36 |

| | |
|---|-----------|
| Diversidad arbórea en el ecosistema..... | 36 |
| 6.1.2 Uso de los árboles. | 37 |
| 6.1.3 Densidad arbórea en el bosque y plantaciones forestales..... | 39 |
| 6.1.4. Área basal total ecosistema bosque y plantaciones forestales..... | 40 |
| 6.1.5 Volumen total de madera en el ecosistema bosque y plantaciones forestales | 41 |
| 6.2 Carbono almacenado en biomasa aérea en bosques y plantaciones..... | 42 |
| 6.2. Carbono total almacenado en bosques y plantaciones a partir de biomasa aérea..... | 43 |
| 6.3 Carbono almacenado en necromasa en el ecosistema bosque y plantaciones forestales. | 44 |
| 6.4. Carbono almacenado en necromasa | 45 |
| 6.5. Carbono total almacenado en el ecosistema bosque y plantaciones forestales | 46 |
| 6.6. Tasas de fijación de carbono en plantaciones Forestales | 47 |
| 6.7.Volumen de madera aprovechada en las plantaciones forestales | 48 |
| VII. Conclusiones | 49 |
| VIII. Recomendaciones | 50 |
| IX. Referencias | 51 |
| X. Anexos | 53 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Gráfica 1 Diversidad arbórea presente en el ecosistema bosque del laboratorio natural | 36 |
| Gráfica 2 Densidad arbórea (árb/ha) del ecosistema Bosque y plantaciones forestales del laboratorio natural. | 39 |

Índice de Tablas

| Contenidos | Pág. |
|--|-------------|
| Tabla 1 uso de las especies encontradas en el ecosistema bosque..... | 37 |

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a Dios omnipotente creador de todas lo que existe, por haberme dado la vida, fortaleza y sabiduría en momentos difíciles durante mi formación profesional, A Él sea la Honra y honor.

A mi padre Denis Suarez Talavera por ser mi amigo, mí mejor ejemplo de emprendedurismo, por darme su apoyo incondicional tanto económico como espiritual.

A mi linda madrecita Catalina Huete Torrez apoyarme con tanto sacrificio, amor y tiempo que ha dedicado desde mis primeros pasos en la primaria, hasta la culminación de mi carrera universitaria y haberme formado con buenos valores dignos de admirar.

A mis hermanas que de una u otra manera me apoyaron siempre y me animaron a seguir adelante y a mi familia en general.

Delvin Oniel Suarez Huete.

Dedico este trabajo a Dios por ser el creador de todo lo que existe y por mantenerme en pie en momentos difíciles de mí carrera, a El honor y gloria.

A mi padre Wilfredo Pilar Torrez por apoyarme siempre en el ciclo de mi preparación, a mi linda madre Fátima Espinoza quien siempre me ha brindado su apoyo durante momentos difíciles en mi carrera universitaria.

A mis hermanos que también me han apoyado incondicionalmente.

Norvin Antonio Torrez Espinoza.

Agradecimiento

Al cuerpo de docentes del área de recursos naturales Ing. Carlos Álvarez Amador, Msc. Arsenio Borge López, Ing. Filadelfo López, Dr. Wilberto Cruz Pastora y Ing. José Juan Meneses Aguilar que influyeron en gran manera en mi formación profesional.

Al Msc Wilson Antonio Calero Borge por su valiosa guía y asesoramiento a la realización de la misma disponiendo su valioso tiempo.

Delvin Oniel Suarez Huete

A los docentes Ing. Carlos Álvarez Amador, Msc. Arsenio Borge López, Ing. Filadelfo López, Dr. Wilberto Cruz Pastora e Ing. José Juan Meneses Aguilar que aparte de ser amigos son dignos de admirar pues me brindaron su apoyo en momentos cruciales en mi profesión.

Al Msc. Wilson Antonio Calero Borge por asesorarnos a la realización de este trabajo con su valiosa ayuda y tiempo.

Norvin Antonio Torrez Espinoza

Resumen

Los bosques y plantaciones forestales han demostrado ser importantes sumideros de carbono, donde se utiliza su biomasa como fuente y elemento de gran importancia debido que esta permite determinar los montos de carbono almacenado y liberado por eso el presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio Natural de la universidad URACCAN, Nueva Guinea en los dos ecosistemas antes mencionado. Remidiendo 24 parcelas, 18 en su ecosistema bosque y 6 en plantaciones forestales. Estimando el carbono almacenado en los componentes de biomasa aérea y necromasa se realizó inventario forestal en el que se midieron árboles con $dap > 10$ cm para obtener el. El diámetro altura al pecho (Dap), altura total (ht), altura comercial (hc) y el cálculo de carbono almacenado. En dependencia del resultado de estas variables dasométricas se proyectó para el cálculo ecuaciones alométricas que determinan el volumen m^3 y la cantidad de carbono.

Se caracterizó el ecosistema bosque donde se tomaron parámetros, densidad arbórea con 211 árboles por hectárea considerada buena por su variedad de especies encontradas, de alta importancia ecológica además del volumen total de madera de $143 m^3/ha$. Las tasas de fijación presentes en las plantaciones forestales, son diferentes en las especies oscilando entre 1-3 t/ha/año lo que indica un valor aceptable en relación a la edad que oscila desde los 15 a 25 años.

El carbono almacenado tanto en biomasa como en necromasa en el ecosistema bosque es de $66.37 tC/ha$ en plantaciones de $84.37 tC/ha$ una relación donde se considera mayor fijación y almacenamiento en las plantaciones forestales, el volumen de madera aprovechada en las misma por su madurez es de $10.63 m^3/ha$ en relación al total se ha aprovechado $44.64 m^3$. Se recomienda fomentar las áreas boscosas dado por los servicios ecosistémicos que ofrecen, principalmente la fijación y almacenamiento de carbono y promover las plantaciones forestales por la alta producción de madera comercial que producen bajo condiciones óptimas de manejo.

Palabras clave: ecuaciones alométricas, inventario forestal, propiedades dasométricas, volumen comercial, tasas de fijación.

I. Introducción

El dióxido de carbono (CO₂) es el gas de efecto invernadero más importante producido por las actividades humanas. Una de estas actividades es la deforestación, en los últimos 150 años, esta forma de utilizar los recursos naturales ha contribuido en forma muy significativa al aumento de las concentraciones de CO₂ en la atmósfera de la tierra. Actualmente, cerca de un 20% de las emisiones de CO₂ resultan de la eliminación y degradación de los ecosistemas forestales a través de la reforestación y manejo sostenible, implica recapturar el CO₂, disminuir la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera y reducir el calentamiento global.

Para la estimación adecuada la biomasa de los bosques, es un elemento de gran importancia porque esta permite determinar los montos de carbono y otros elementos químicos existentes en cada uno de sus componentes. Relacionado a la importancia de los ecosistemas para el almacenamiento de carbono, el Instituto Centroamericano de Administración de Empresas (INCAE) concreto, el Potencial de Carbono y fijación de CO₂ en la República de Nicaragua, tomando como base los datos de Uso del Suelo de 1996 en los años 2000,2005 y 2015, resultados en coníferas 59- 72 ton/ha; *Leucaena sp.* 21-42 ton/ha; *ina sp* 21-55, *Cupressus lusitanica* 20- 57 y *Acacia nilotica* 10-17 ton/ha.

Los bosques y plantaciones forestales han demostrado como ecosistemas, ser importantes sumideros de carbono, por esto la presente investigación abordó la captación y almacenamiento de carbono en el Laboratorio Natural (URACCAN) Nueva Guinea, 2017, determinando el volumen de carbono (t/ha). Enmarcada en el contexto de cambio climático, como un problema global, y así emplear alternativas para su mitigación, refleja la importancia de estos ecosistemas en el municipio de Nueva Guinea, aporta información relevante acerca de la capacidad que tienen los bosques y agro ecosistemas para el almacenamiento de carbono en la Costa caribe Nicaragüense de manera que puedan impulsarse acciones referidas a este tópico de investigación para que instituciones públicas o privadas y al entorno educativo.

II. Objetivos

2.1. Objetivo general

- Determinar el carbono almacenado en los ecosistemas bosque y plantaciones forestales del Laboratorio Natural de URACCAN Nueva Guinea.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar la composición arbórea del ecosistema bosque.
- Cuantificar el carbono almacenado en la biomasa aérea y necromasa del ecosistema bosque y plantaciones forestales.
- Identificar las tasas de fijación de carbono en las plantaciones forestales.

III. Hipótesis

H1: Las plantaciones forestales del Laboratorio Natural almacenan mayor cantidad de carbono (t/ha), que el ecosistema bosque.

H0: Las plantaciones forestales del Laboratorio Natural almacenan cantidades similares de carbono (t/ha), al ecosistema bosque.

IV. Marco teórico

4.1. Definiciones Generales

4.1.1. Dióxido de carbono atmosférico

De acuerdo a diferentes definiciones. Es un gas incoloro, inodoro e incombustible que se encuentra en baja concentración en el aire que respiramos (en torno a un 0,03% en volumen), (Revista *digital GREEN FACTS*, 2001).

Las plantas absorben dióxido de carbono durante la fotosíntesis. Aunque las actividades humanas liberan dióxido de carbono a través de la quema de combustibles fósiles, también se produce con ciertos procesos naturales.

El dióxido de carbono es el principal, gas de efecto invernadero, que contribuye al cambio climático. Fuente: The Pacific Forest Trust Glossary traducido por (FACTS, 2001)

También Corea, (2007) lo define como el gas producido naturalmente y derivado de la quema de fósiles y biomasa, así como los cambios de suelo y otros procesos.

4.1.2. Captura de Carbono

Barnasar (S.F) lo define como el proceso donde se produce una corriente concentrada de CO₂ de las que puede ser comprimida, transportada y, finalmente, almacenada.

La captura de carbono está definida también como extracción y almacenamiento de carbono de la atmósfera en sumideros de carbono (como los océanos, los bosques o la tierra) a través de un proceso físico o biológico como la fotosíntesis. Los seres humanos han intentado aumentar el secuestro de carbono plantando nuevos bosques (FACTS, 2001).

4.1.3. Cambio Climático

Bembibre (2008) lo define como la modificación del clima y cambios de orden natural, pero actualmente, se los encuentra asociados con el impacto humano sobre el planeta. Se trata de un fenómeno complejo que sólo puede ser observado y analizado mediante simulaciones computacionales.

Son numerosas las variables que inciden sobre el clima en condiciones normales. Tanto los ciclos del agua y del carbono como distintos parámetros exteriores al propio planeta (vientos solares, posición de la Luna) generan modificaciones sobre las condiciones atmosféricas que motivan la gran complejidad que caracteriza al clima de la Tierra (Bembibre, 2008).

Si bien cambio climático no es sinónimo de calentamiento global, ya que responde a diversas causas y da como resultado múltiples consecuencias, comúnmente lo encontramos asociado a este fenómeno de aumento de la temperatura promedio en la atmósfera y en los océanos. Así, en cuanto al impacto humano, se considera que ciertas prácticas desmedidas como la utilización indiscriminada de recursos naturales, la quema de combustibles que produce el dióxido de carbono (CO₂) y otras han alcanzado un efecto negativo trascendente en el aumento de la temperatura. La mayor presencia de CO₂ en la atmósfera motiva el llamado "efecto invernadero", por el cual la radiación calórica que llega a la tierra es reflejada en menor medida hacia el espacio. En consecuencia, la temperatura aumenta, con consecuencias directas en distintos parámetros, a predominio del descongelamiento de las grandes masas de hielo de las regiones polares (Bembibre, 2008).

4.1.4. Dióxido de Carbono y su rol en el efecto del invernadero

Según la revista digital de vanguardia (*ocio ultimate Magazine, 2009*) este gas es consecuencia de los distintos procesos industriales que el hombre utiliza para producir energía. Básicamente la quema de combustibles fósiles (petróleo, leña, gas natural, etc.) y biomasa (materia orgánica) sumándose a los distintos incendios forestales o de pastizales son grandes productores de CO₂ o dióxido de carbono.

Las consecuencias del incremento de dióxido de carbono son directas, existe un ciclo llamado el ciclo del carbono en donde el carbono se desplaza por toda la atmósfera, los océanos y la biósfera terrestre (MAGAZINE, S.F)

Durante su traspaso las plantas absorben ese carbono para realizar su fotosíntesis, y luego lo vuelven a liberar cuando éstas mueren o se descomponen. De igual manera el carbono se encuentra presente en todos los cuerpos tanto de animales como humanos, que incluso durante la respiración o en el proceso de descomposición es liberado como dióxido de carbono nuevamente a la atmósfera (MAGAZINE, S.F).

Las estadísticas entre los años,1000 y 1750 en comparación con el año, 2000, arrojaron un incremento de 88 ppm (partes por millón)de dióxido de carbono co₂, en la atmosfera, estadísticamente un 31%, un porcentaje que aún es muy inferior a lo que actualmente se produce debido al gran incremento de requerimiento energético y su consecutiva construcción de fábricas o procesos industriales (MAGAZINE, S.F).

Por ello que el incremento desmedido de CO₂ de la actualidad, sumado al ciclo del carbono una constante elevación de este gas que en cantidad deja de ser útil y se convierte en una amenaza hacia la atmósfera (MAGAZINE, S.F). El dióxido de carbono se viene produciendo constantemente en los últimos años y provoca como consecuencia ser uno de los causantes principales del desorden ambiental de hoy en día (MAGAZINE, S.F).

4.1.5. Sumideros de Carbono

Se conoce como sumidero todo sistema o proceso por el que se extrae de la atmósfera un gas o gases y se almacena. Las formaciones vegetales actúan como sumideros de C por su función vital principal, la fotosíntesis. Mediante esta función, los vegetales absorben CO₂ que compensa tanto las pérdidas de este gas que se producen por la respiración como las emisiones producidas en otros procesos naturales (descomposición de materia orgánica (Carvajal S.F).

La captación de CO₂ por los ecosistemas vegetales terrestres constituye un componente importante en el balance global de Carbono (C). A escala mundial se considera que la biosfera terrestre fija cerca de 2.000.000 toneladas/año (UNESA, 2005). Este valor es el resultante de la pequeña diferencia entre la absorción fotosintética de CO₂ las pérdidas por respiración, por descomposición de la materia orgánica y por perturbaciones de diferente naturaleza. A este valor le se denomina producción neta de la biosfera (PNB), y es la cantidad que a largo plazo queda almacenada en el sumidero.

El CO₂ secuestrado por las plantas es el resultado de la diferencia entre el CO₂ atmosférico absorbido durante el proceso de la fotosíntesis y el CO₂ emitido por la atmósfera durante la respiración. Esta diferencia es convertida en biomasa y suele oscilar entre el 45-50 % del peso seco de la planta. Por lo tanto, mientras el crecimiento sea alto, la vegetación natural y los cultivos agrícolas se convierten en los sumideros de carbono.

4.1.6. Efectos del estrés ambiental sobre la fijación de dióxido de Carbono

El estrés ambiental como la salinidad, la sequía, las altas o bajas temperaturas o la disminución de la radiación solar alteran la estructura y metabolismo de las plantas, por lo tanto, afectan a su crecimiento y su papel como secuestradores de CO₂ (Martínez-Ballesta et al., 2009). Estos factores ambientales, son variables clave que afectan al desarrollo de las plantas, dado que es esenciales en los procesos de

absorción y transporte de agua y nutrientes. Por lo tanto, los efectos de esos estreses pueden tener numerosas consecuencias para los cultivos, variando tanto desde respuestas fisiológicas a corto plazo en las plantas de forma individual, como cambios a largo plazo en la estructura y función de las plantas. En numerosos estudios se ha mostrado que las plantas presentan frente a factores ambientales un amplio rango de respuestas que conducen normalmente a un déficit hídrico (Kimball *et al*, 2002).

Dado el carácter fuertemente desecante de la atmósfera, el control las pérdidas de agua ha sido siempre un aspecto clave para las plantas. Por una parte, el flujo de agua a través de una planta debe ser suficiente para mantener la nutrición y la incorporación de CO₂ y por otra, como la asimilación y la transpiración están estrechamente ligadas en casi todas las plantas, la disponibilidad de agua impone un límite máximo a la productividad (Carvajal, 2001).

Al mismo tiempo, para evitar la desecación de las partes aéreas, el flujo de agua que entra en la planta por las raíces ha de compensar la salida de agua por las hojas. Dado que los procesos fisiológicos son extremadamente sensibles al déficit hídrico, la conservación del agua para mantener potenciales hídricos razonablemente altos suele ser el principal problema en las zonas con climas cálidos y escasez de precipitaciones (Arias, 2011).

Con el aumento de las temperaturas puede inducirse un incremento de la foto respiración que es un mecanismo de protección del aparato fotosintético y que no conlleva fijación del CO₂ (Sofo *et al.*, 2005). La acción combinada de los diferentes factores medioambientales (vapor de agua en la atmósfera y subida de las temperaturas) podría conducir a una mayor producción de biomasa, pero sólo si las plantas recibieran además un aporte de otros nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo o potasio (la acción antropogénica podría aportar nitrógeno a los ecosistemas naturales, ya que es un residuo de muchas de nuestras emisiones contaminantes) (Carvajal, 2001).

Se estima que la fijación de CO₂ se verá incrementada en los próximos 60 años debido al aumento en la temperatura. Se espera que la fijación de CO₂ se incremente el 1% por cada °C en regiones donde la temperatura media anual es de 30 °C y el 10% en regiones donde la temperatura media anual es de 10 °C. Las tasas fotosintéticas subirían un 25-75%, en las plantas de fotosíntesis C3 (las más comunes en latitudes medias y altas), al duplicarse la concentración de CO₂.

Los datos son menos concluyentes en el caso de las plantas cuya modalidad fotosintética es la C4, típica de lugares cálidos, siendo los intervalos de respuesta desde 0% hasta un 10-25% de incremento (UNESA, 2005). Esta problemática implica la necesidad de realizar estudios que permitan conocer el efecto de las diferentes condiciones ambientales sobre la capacidad de captación de CO₂, y las necesidades hídricas y nutricionales de los cultivos (Carvajal, 2001).

4.2. Importancia de bosques y plantaciones forestales como sumideros de carbono

Los bosques cubren el 29 por ciento de las tierras y contienen el 60 por ciento del carbono de la vegetación terrestre. Recientemente fue llevado a cabo un balance completo de los bosques de Francia por Dupouey *et al.*, 1999. Carbono del ecosistema fue de 137 t C/ha; los restos vegetales superficiales 6 por ciento y las raíces 6 por ciento. Estos datos son muy cercanos a los proporcionados en el último informe del IPCC (IPCC, 2000) para los bosques en Tennessee (Estados Unidos de América). También se proporcionan datos para los bosques tropicales cerca de Manaus (Brasil). El total de carbono en el sistema es mayor (447 t/ha). En general, en los bosques naturales el carbono del suelo está en equilibrio.

Según Arias (2011) los bosques, incluyendo las plantaciones forestales, cumplen un importante papel en el ciclo del carbono global, dado que gran parte de la biomasa está conformada por carbono (aproximadamente el 50%). La tasa de fijación de carbono está en función de la especie, el índice de sitio, el turno, etc. El

índice anual de fijación de carbono es más alto en las plantaciones jóvenes, o sea, las que se encuentran en Pleno crecimiento.

El carbono almacenado en un depósito puede cambiar debido a la diferencia entre adiciones de carbono y pérdidas de carbono. Cuando las pérdidas son mayores que las adiciones, el carbono almacenado disminuye, y por lo tanto el depósito actúa como fuente de la atmósfera; cuando las pérdidas son menores que las adiciones, el depósito actúa como sumidero de la atmósfera (IPCC, 2001).

Los bosques tropicales pueden actuar como fuentes o sumideros de carbono, por ello es necesario estudiar los flujos de éste y la cantidad almacenada en los diferentes tipos de bosques para conocer acerca de su capacidad de almacenamiento, liberación o neutralidad en el ciclo del C y su concentración en la atmósfera (Lugo & Brown 1992, citado por Arias, 2011).

4.3. La biomasa

Según la IPCC (2001) la biomasa es toda materia orgánica aérea o subterránea, Viva o muerta. La biomasa aérea viva puede ser calculada por medio de métodos destructivos o bien utilizando modelos alométricos ya establecidos. Mientras que la determinación de la biomasa aérea no viva debe hacerse determinando la biomasa de madera muerta y la biomasa de mantillo o necromasa. El mantillo comprende toda la biomasa no viva con un diámetro inferior a un diámetro mínimo elegido por el país (por ejemplo, 10 cm), que yace muerta, en varios estados de descomposición sobre el suelo mineral u orgánico, comprende las capas de detritus, fúmica y húmica. Las raíces finas vivas (de tamaño inferior al límite de diámetro sugerido para la biomasa bajo el suelo) se incluyen en el mantillo cuando no se pueden distinguir empíricamente de él mismo (IPCC, 2001).

4.3.1. El Carbono en la biomasa aérea

Connolly y Corea (cito a Medina, 2006) afirman que la biomasa aérea es la que conforma la estructura leñosa aérea de especies frutales, maderables y otros árboles y arbustos del sistema productivo.

Barrantes (cito a Salinas y Hernández, 2008) donde determinan que la biomasa aérea, refiere al peso del material vegetal de árboles sobre el suelo incluyendo, fustes, corteza, ramas y hojas y biomasa fustal, refiere al peso que corresponde a la biomasa del fuste comercial del árbol desde el tocón, hasta la primera bifurcación o inicio de la copa.

Está compuesta por los árboles, la vegetación arbustiva y la vegetación herbácea. Estos componentes de la biomasa se muestrean en parcelas de proporciones acordes a cada tipo de vegetación. Es muy importante hacer notar que el componente más importante de esta fuente son los árboles (ROMERO, 2011).

4.3.2. El carbono en la biomasa componentes leñosos

De acuerdo con Delgado y Pedraza (2002) la madera comúnmente empleado para referirse a las ramas derribadas, árboles muertos en pie, troncos y tocones; o bien, cualquier resto xiloso que se encuentra en los bosques.

La madera muerta juega un papel importante en los procesos ecológicos del bosque al ser un eslabón en el ciclo de carbono y de nutrientes, es fuente de alimento y ofrece hospedaje a muchos insectos, animales y a otros organismos (Louman, 2006).

La cantidad de madera depende tanto de los ciclos de regeneración (Buxó & Piqué, 2008) de la composición y estructura del bosque (Pozo *et al* 2009) así como del uso o manejo del mismo (Delgado y Peraza, 2002). En diversos países, la madera muerta constituye una fuente importante de leña para las comunidades rurales. Para

los estudios de estimación de biomasa en la madera muerta se debe identificar de previo si es madera caída (está en contacto con el suelo) o en pie. Para estimar la madera caída, el método general consiste en estimar el volumen de los troncos por categoría de densidad de la madera y posteriormente convertirlo en biomasa.

4.4. Necromasa

La necromasa o mantillo comprende toda la biomasa no viva con un diámetro inferior a un diámetro mínimo elegido por el país (por ejemplo, 10 cm), que yace muerta, en varios estados de descomposición sobre el suelo mineral u orgánico, comprende las capas de detritus, fúmica y húmica. Las raíces finas vivas (de tamaño inferior al límite de diámetro sugerido para la biomasa bajo el suelo) se incluyen en el mantillo cuando no se pueden distinguir empíricamente de él (IPCC, 2001).

La biomasa de mantillo se determina extrayendo una muestra en un área específica y luego comparando los valores de peso verde y peso seco para obtener el peso seco (biomasa seca) (IPCC, 2005).

4.4.1. Necromasa en el suelo

Herrera, Valle y Orrego (Como se citó en Saldarriaga, 1994) define como la masa vegetal muerta compuesta por pedazos de madera, leños, troncos, ramas o árboles muertos en pie (AMP) o caídos (Koechlin, 1979). Esta puede incluir, además, material cosechado por animales y materia orgánica lixiviada.

4.5. Métodos para la cuantificación de carbono

4.5.1. Métodos para determinar carbono almacenado

La metodología utilizada por el CEAB-UVG para estimar el carbono en ecosistemas terrestres se basa en los procedimientos para realizar un inventario forestal, los

cuales fueron adaptados para estimar el total de biomasa en base al volumen de madera total (Castellanos, 2010).

En el estudio realizado por IPCC (2003) recomiendan estimar el carbono de los componentes forestales siguientes.

- a) Biomasa por encima del suelo
- b) Biomasa por debajo del suelo
- c) Suelo
- d) Madera muerta

4.5.2. Métodos para la determinación de fijación de carbono en biomasa de los bosques y plantaciones

Según Rodríguez (1998) para la cuantificación del carbono potencial contenido en la biomasa con el bosque primario se utiliza un valor promedio resultante de 435,0 ± 78,0 ton/ha estimada para diferentes Zonas de Vida como en Costa Rica.

➤ **Para la cuantificación del Carbono se utiliza la ecuación:**

$$C_{Bprimario} = AT \times BL \times R = \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Donde:

$C_{Bprimario}$ = Carbono estimado contenido en el bosque primario

A_T : Área total del bosque primario (ha)

B_L : Biomasa promedio del bosque primario (ton/ha)

R_c : Contenido de carbono en la biomasa estimada en un 50%, según IPCC (1996)

➤ **Para la cuantificación de dióxido de carbono fijado se utiliza la relación:**

$$CO_2 \text{ fijado} = C \times (44/12) \quad \text{(Ecuación 2)}$$

Donde:

$CO_2 \text{ fijado}$ = Toneladas de dióxido de carbono fijado

C = Carbono en la biomasa

$(44/12)$ = Constante

Se asume bosque latifoliado cerrado.

Cuantificación del Carbono potencial contenido en la Biomasa del bosque de coníferas

Para la estimación del carbono potencial en la biomasa del bosque de coníferas se utiliza un valor de biomasa promedio de 303 ton/ha obtenido, utilizando datos de la Curva de Crecimiento de Grootshusen, C. y J. Reyes, 1990 citado en Flores Rodas, J. y Ruiz, Santiago, 1997, de 16 donde se obtiene que el volumen estimado de un bosque de pino a edad de 20 años es de 160m³/ha, a los 30 años de 265 m³/ha y a los 50 años de 415 m³/ha. (Jorge Rodríguez, 1998)

Para el cálculo del carbono potencial contenido en la biomasa del bosque de coníferas se utiliza la ecuación 1 anteriormente descrita y para el cálculo del carbono fijado en forma de dióxido de carbono se utiliza la ecuación 2, también descrita anteriormente.

Cuantificación de la Fijación del Carbono por Manejo de Bosque

Para la cuantificación de la fijación de carbono proveniente de actividades de manejo sostenible del bosque se utiliza la ecuación, (Jorge Rodríguez, 1998)

$$C_{\text{fijado}} = A_T \times T_{\text{ac}} \times R_c.$$

Donde:

C_{fijado} = Carbono fijado proveniente de actividades de manejo

A_T = Área total de bosque manejado

T_{ac} = Tasa anual de crecimiento

R_c = Fracción de carbono en la bvc biomasa (0,5 de acuerdo con el IPCC, 1996).

Para la cuantificación de dióxido de carbono fijado en el bosque manejado se utiliza la relación:

$$CO = C \times (44/12)$$

Donde:

CO_2 fijado = Toneladas de dióxido de carbono fijado

C = Carbono en la biomasa

$(44/12)$ = Constante.

Cuantificación de la Fijación del Carbono por Reforestación

La cuantificación inicial del carbono contenido en la biomasa del área plantada hasta 1996 es obtenida a partir de la relación:

$$C_{\text{plantación1996}} = A_T \times CF$$

Donde:

$C_{\text{plantación1996}}$ = Carbono fijado por las actividades de reforestación a 1996

A_T = Área total de la plantación

CF = Carbono promedio fijado por hectárea (6,07 tn/ha;(MINAE, 1996)

Para la cuantificación de la fijación de carbono en los escenarios provenientes de actividades de reforestación, se asume un valor promedio de incremento anual en biomasa por año de plantaciones de maderas duras de rápido crecimiento para latifoliadas de 12,5 tn/ha/año (IPCC, 1996), citado por (Jorge Rodríguez, 1998).

- **Se utiliza la siguiente ecuación para cuantificar el carbono fijado anualmente:**

$$C_{\text{fijado}} = A_T \times T_{AC} \times R_C \text{ (IPCC, 1997)}$$

Donde:

C_{fijado} = Carbono fijado proveniente de actividades de reforestación

A_T = Área total de la plantación

T_{AC} = Tasa anual de crecimiento (toneladas de materia seca por hectárea)

R_C = Fracción de carbono en la biomasa (0,5 de acuerdo con IPCC, 1996).

- **Para la cuantificación de dióxido de carbono fijado en la plantación se utiliza la relación:**

$$CO_{2\text{fijado}} = C \times (44/12)$$

Donde:

$CO_{2\text{ fijado}}$ = Toneladas de dióxido de carbono fijado

C = Carbono en la biomasa

$(44/12)$ =Constante.

4.6. Parcelas de muestreo

Según Borge (2008) las parcelas permanentes de muestreo (PPM) son áreas debidamente delimitadas y ubicadas geográficamente para registrar datos ecológicos y dasométricos con la finalidad de obtener resultados sobre incrementos, mortalidad, reclutamiento u otro tipo de información necesaria (Pinelo, 2000). Generalmente, todos los árboles en estas parcelas son marcados, medidos e identificados individualmente (John y Tschinkel, 1971). Estas parcelas permiten evaluar eficientemente los flujos de carbono (Segura y Kanninen, 2002), siendo herramientas estadísticas importantes, por que proveen datos más reales y de fácil comprobación de los cambios en el crecimiento de la vegetación (MacDicken, 1997).

La forma depende de la distribución espacial de los árboles de sombra, si éstos tienen distribución uniforme se recomienda emplear parcelas rectangulares o cuadradas, mientras si se disponen de manera no uniforme (al azar) se recomienda emplear parcelas circulares o realizar un censo total si la densidad es muy baja para reducir el error. La densidad arbórea determina el tamaño de la parcela si es alta se recomiendan parcelas pequeñas, si es baja se deben emplear parcelas de mayor tamaño (Andrade e Ibrahim, 2003).

4.6.1. Determinación del tipo y número de parcelas de muestreo

Según la literatura revisada Marcos Rüginitz Tito (2009) la definición del tipo, número y dimensiones de las parcelas deberá estar de acuerdo con el tipo de uso del suelo (ej. vegetación) a ser muestreado, precisión demandada, naturaleza de las informaciones requeridas y costos de establecimiento y medición. Se recomienda un estudio preliminar sobre los costos necesarios para realizar todo el trabajo de campo, los análisis de laboratorio y elaboración de los informes.

4.6.2. Tipo de parcelas

Como se ha planteado anteriormente, realizar mediciones en toda el área se torna prácticamente inviable por cuestiones de tiempo, costo y confiabilidad de los

resultados, y por lo tanto, se recurre a técnicas de muestreo. Así, para evaluar la cantidad de biomasa (carbono) en cada depósito seleccionado, también como estimar los cambios registrados en los respectivos depósitos a lo largo del tiempo, se pueden utilizar parcelas de muestreo del tipo temporal o permanente. Se considera muestreo temporal cuando las parcelas utilizadas en el segundo momento de medición son diferentes de la primera y, permanente cuando las parcelas seleccionadas en el primer momento son las mismas utilizadas (medidas) en el segundo y en los momentos siguientes (Silva, 1984). En general, se considera que el uso de muestreo permanente es estadísticamente más eficiente. Parcelas permanentes son comúnmente utilizadas en inventario de especies arbóreas, cuando cada árbol es identificado y monitoreado (en cuanto al crecimiento y supervivencia) en el tiempo (años). Para otros tipos de depósitos usualmente se utilizan parcelas temporales. Por su parte, las parcelas temporales pueden presentar un menor costo de establecimiento.

Una desventaja de la utilización de las parcelas permanentes, ocurre cuando algunos técnicos y productores, al saber que las parcelas permanentes serán visitadas por los verificadores de las certificadoras, de forma casi natural, realizan un manejo diferenciado (mayor atención), proporcionando una mayor producción de biomasa, no representando la realidad del área total del proyecto. Más detalles sobre los métodos de muestreo a utilizar serán presentados en las secciones metodológicas específicas a cada tipo de depósito (Marcos, 2009)

4.6.3. Tamaño de la parcela

El tamaño de parcela debe representar un equilibrio entre la exactitud, la precisión y tiempo (costo) de la medición. Para el caso de mediciones del componente arbóreo, el tamaño de la parcela estará relacionado con la cantidad de árboles, diámetro y variancia del carbono almacenado entre las parcelas. Para plantaciones de tamaño uniforme generalmente se utiliza una parcela de área que varía entre 100 m² una densidad de siembra de aproximadamente 1.111 árboles/ha o más) hasta 1000 m² (para plantaciones de poca densidad, como plantaciones de uso

múltiple). Entre tanto, cuanto menor es el tamaño de la parcela, mayor será el número de parcelas necesarias.

Esta tendencia es confirmada por Higuchi *et al.* (1990) en su estudio sobre el tamaño ideal de parcela de muestreo para inventarios de un bosque tropical húmedo. Según los autores, cuanto menor sea el número de parcelas menor será el tiempo del traslado de los trabajadores de campo y el establecimiento de parcelas. De acuerdo con Higuchi, utilizar el tamaño recomendado significa racionalizar el costo entre la inseguridad tolerable. Verificando la eficiencia de diversos tamaños y formas de parcelas en un muestreo aleatorio en el Bosque Nacional de Tapajós, Brasil, Silva (1980) presenta que para la variable volumen y para las condiciones del estudio, el tamaño de 2500 m² (50 X 50 m) fue más eficiente en relación a los demás tamaños evaluados. De acuerdo con Silva (1984), la metodología de inventario continuó siendo adoptada por la EMBRAPA Amazonia Oriental que utiliza parcelas de una hectárea para describir las características completas de los árboles individuales con dap superiores a 20 cm.

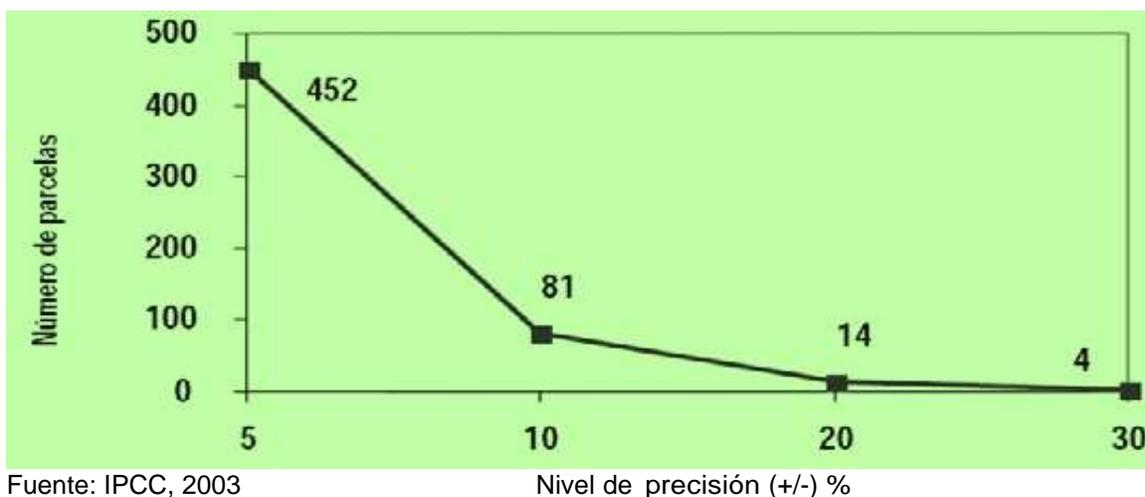
Según el autor, este tamaño posibilita obtener información más precisa sobre árboles de tamaño intermedio que constituirán la próxima cosecha. Entre tanto, para estos casos se recomienda una división en sub parcelas de 100 m² (10 X 10 m) para las mediciones de todos los árboles con diámetros iguales o mayores a 5 cm y menores a 20 cm. Basados en las experiencias del Programa de Alternativa al Corte y Quema del bosque (ASB, Alternatives to Slash e Burn), Hairiah et al. 2001, en su guía de métodos de muestreo de stock de carbono recomiendan parcelas rectangulares de 20 x 100 m (2000 m²) para la medición de árboles con DAP superior a 30 cm, y sub parcelas de 5 x 40 m (200 m²) para individuos menores con entre 5 a 30 cm (Marcos, 2009).

4.6.4. Pasos para determinar el número de Parcelas

Paso 1. Seleccionar el nivel de precisión deseado.

La selección del nivel de precisión está casi siempre relacionada con los recursos disponibles y con la exigencia del comprador (mercado). El nivel de precisión exigido tendrá un efecto directo sobre los costos del inventario. Usualmente, para proyectos forestales se utiliza un nivel de precisión (error de muestreo) de +/-10% del valor promedio de carbono a un nivel de confianza de 95%. Sin embargo, proyectos del tipo MDL forestal en pequeña escala pueden utilizar un nivel de precisión de hasta +/- 20 % (Emmer 2007). Con todo, niveles de precisión específicos pueden ser definidos para cada tipo de componente de los inventarios (Marcos, 2009).

La figura siguiente ilustra la relación entre el número de parcelas y el nivel (grado) de precisión (+/-% del carbono total almacenado en la biomasa viva y muerta, con 95% de confianza) para cuatro tipos de depósitos combinados (biomasa sobre el suelo, subterránea, hojarasca y materia orgánica del suelo) presentes en seis categorías de vegetación de un bosque tropical en Bolivia (Proyecto Piloto Noel Kempff). Para más información consultar Winrock International (1999).



Como se ilustra, para alcanzar un nivel de precisión de 5% serían necesarias 452 parcelas; en donde solamente 81 parcelas darían un nivel de precisión de 10%. Este ejemplo evidencia las implicaciones (costo-beneficio) de las exigencias de un mayor o menor nivel de precisión.

E = error permitido (promedio x nivel de precisión seleccionado). Como fue visto en el paso anterior, el nivel de precisión recomendado es de $\pm 10\%$ (0,1) del promedio, pero puede llegar a $\pm 20\%$ (0,2).

t = muestra estadística de la distribución t para un nivel de 95% de confianza (generalmente se utiliza 2 como número de muestra)

N = número de parcelas en el área del estrato (área del estrato dividido por el tamaño de la parcela en ha)

s = desviación estándar del estrato h.

$$n = \frac{(N * s)^2}{\frac{N^2 * E^2}{t^2} + N * s^2} \quad n = \frac{(250.000 * 18,1)^2}{\frac{250.000^2 * 12,3^2}{2^2} + 250.000 * 18,1^2}$$

4.6.5. Pasos para definir la localización y la demarcación de los límites de las parcelas

Paso 1. Preparar el mapa del proyecto con los límites (divisiones internas y externas) y sus estratos bien definidos.

Establecer la distancia recomendada del límite del área del proyecto para evitar interferencia de otras actividades (más conocido como efecto de borde). Es importante conocer el histórico de uso de la tierra del local donde se establecerá la parcela, evitando situar las parcelas en localidades en que el uso del suelo anterior fue totalmente atípico al restante del área del estrato, (Marcos, 2009).

Paso 2. Decidir si las parcelas serán distribuidas de forma aleatoria simple o sistemática.

La localización de las parcelas puede ser realizada por medio de la selección aleatoria simple o sistemática de las localidades. Como ya sabemos, el muestreo aleatorio simple requiere que todas las combinaciones posibles de la parcela tengan

igual posibilidad de ser muestreadas, siendo que la selección debe ser libre de cualquier elección y totalmente independiente de la selección de las demás parcelas (Ambiente Brasil 2008). Prodan y Peters (1997) recomiendan la utilización del muestreo aleatorio simple cuando ningún otro tipo de diseño de muestreo garantice estimaciones más exactas y precisas (ver figura 10). El muestreo sistemático consiste en la selección de parcelas a partir de un esquema rígido y preestablecido de sistematización, con el propósito de cubrir toda el área del proyecto.

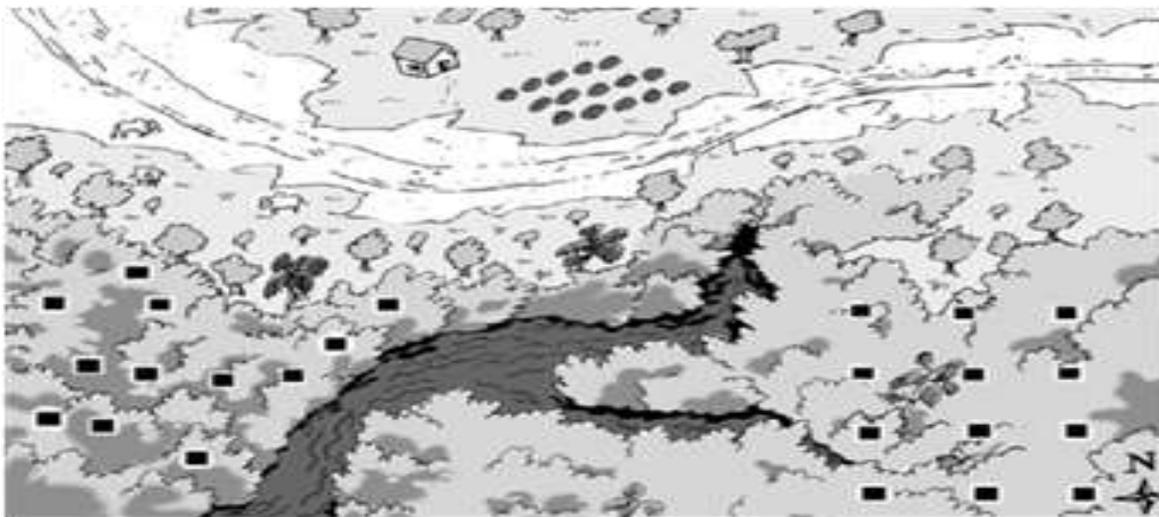


Figura 1: Representación de distribución aleatoria (lado izquierdo) y sistemática al (lado derecho)

Fuente: Marcos, (2009)

Paso 3. Selección de los sitios específicos para cada parcela

La localización de las parcelas debe ser realizada inicialmente en el mapa del área o del estrato y en seguida en el área. Se divide el mapa en cuadrantes o polígonos, asignando un número para cada uno de estos. Para la selección aleatoria simple de la ubicación de una parcela, se debe realizar un sorteo entre los números que representan a las parcelas. También se puede realizar la localización directamente en campo, como es el caso del muestreo de la vegetación de arbustos de pequeño porte, en el cual el proceso consiste en lanzar el marco utilizado para demarcar la parcela en forma aleatoria (Marcos, 2009).

Paso 4. Demarcación de los límites de las parcelas

Independiente del tipo (aleatoria, sistemática, temporal o permanente) cada parcela deberá ser georreferenciada con GPS en uno de los vértices previamente definido, y correctamente demarcada y señalizada¹⁴ para favorecer su localización durante el periodo (años) de monitoreo. Para el caso de parcelas permanentes rectangulares (comúnmente utilizadas en inventarios de plantaciones forestales), se recomienda fijar tubos de PVC o estacas de madera resistente (de 0,5 a 1,0 m de largo) en los cuatro vértices de la parcela.

V. Metodología y materiales

5.1. Ubicación del estudio

El estudio se realizó en la RACCS, en el municipio de Nueva Guinea, en la Colonia Jerusalén, en el Laboratorio Natural de la Universidad URACCAN.

Características del laboratorio Natural

El laboratorio natural tiene un total de 67.95 manzanas, Los suelos tienen una topografía irregular, quebrados en las áreas de los cultivos y en parte de las pasturas. El tipo de suelo es franco medio arcilloso. Los cuales están distribuidas en diferentes rubros: el pecuario y agrícola, como lo es a la crianza de ganado mayor, bovino con el fin para la producción de leche y carne, a la crianza de ganado menor como pelibueyes, conejos, y gallinas de patio. Por otro lado, producción de café, plátano, piña, cacao, y cucurbitáceas.

5.2 Enfoque de la investigación

Es de enfoque cuantitativo por que se utiliza la recolección y análisis de datos para medir las diferentes variables dasométricas y de riquezas biológicas para obtener la información necesaria y con ello llegar a las conclusiones de la investigación, para así de esta manera poder contestar preguntas de investigación e hipótesis.

5.3 Tipo de investigación

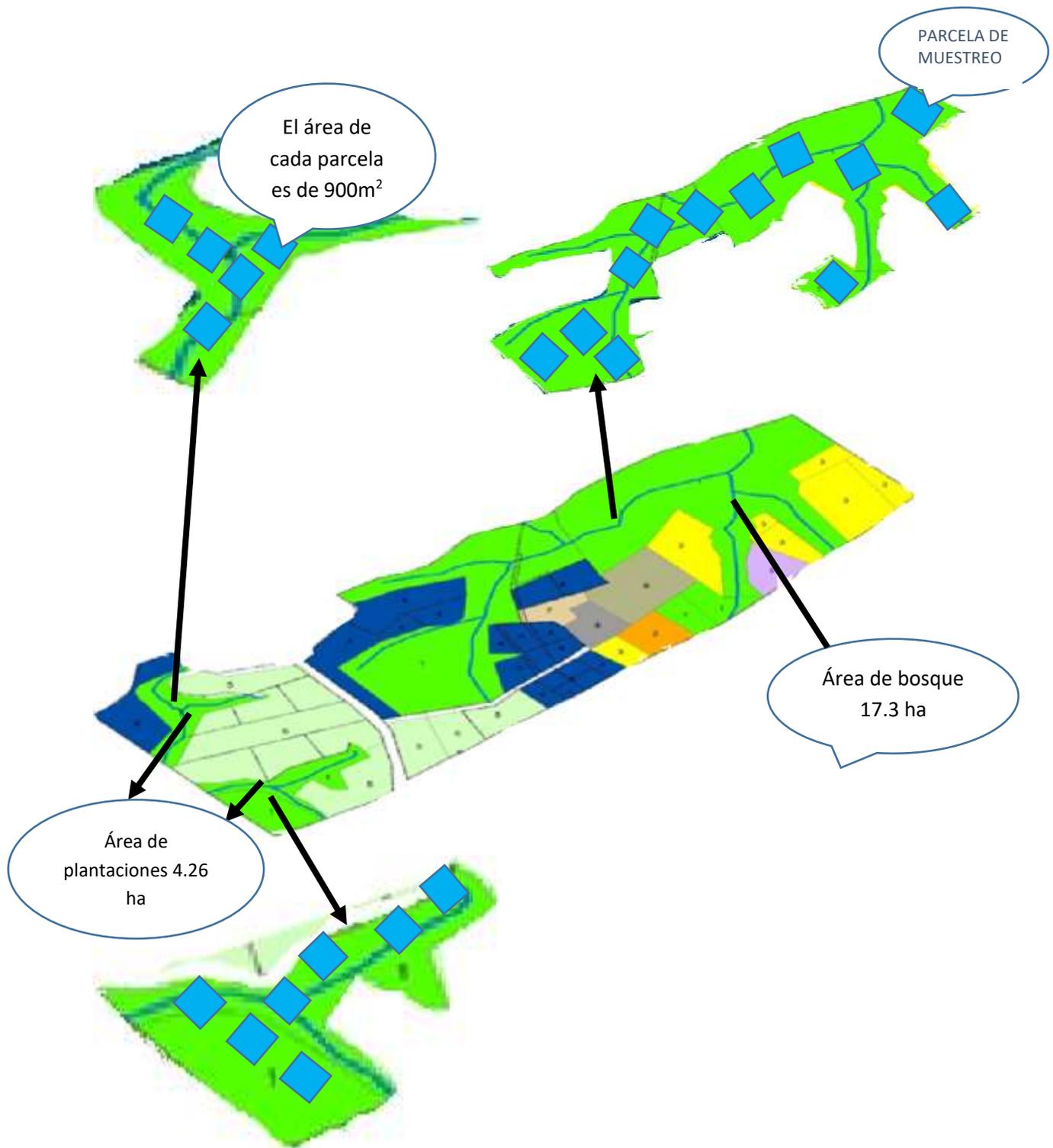
La investigación es descriptiva porque en ella se medirán distintas variables con el fin de describir el fenómeno en estudio con el uso de diversas técnicas, es de corte transversal porque solo se estudiará un periodo del fenómeno en estudio.

5.4 Población y muestra

La población es toda el área en el ecosistema bosque y plantaciones forestales (21.56 ha). Para obtener la muestra se trabajó con una intensidad de muestreo del 10%, para un total de 24 parcelas de muestreo de 30mx30 (900m²) establecidas al azar en el área.

Conociendo el área de plantaciones forestales que es de 4.26 ha, se establecieron 6 parcelas temporales, en el área de bosque que es de 17.3 ha se establecieron 18 parcelas temporales de medición, de forma cuadrada, a como se puede observar en el gráfico.

Estando en campo las parcelas fueron establecidas completamente al azar tomando en cuenta un margen que equivale a 20 m después de los límites superiores del área del bosque y plantaciones se procedió a establecer las parcelas de forma cuadrada continuamente la secuencia de establecimiento fue de 50m entre parcelas siendo un método al azar.



Diseño de las parcelas y su ubicación en el Laboratorio Natural en las plantaciones y ecosistema bosque
 Fuente: Yader Morales.

5.5. Técnicas e instrumentos

Para la recolección de información se realizó un inventario donde se clasificaron todas las especies presentes, se midieron todos los individuos con dap > 10 cm, todos los árboles fueron marcados con una numeración continua, siguiendo las manecillas del reloj, se midieron variables dasométricas con apoyo de las herramientas de campo como forcípula, clinómetro, cinta diamétrica, haciendo el registro específico por cada árbol, empleando el formato diseñado para tal efecto.

5.5.1 Medición de variables dasométricas en plantaciones forestales y el ecosistema bosque

Son el grupo de medidas que se utilizan para determinar la calidad del árbol y su potencial tales como; diámetro, volumen comercial, área basal, altura total, altura comercial, etc.

Área Basal (AB): Superficie del área proyectada en metros cuadrados que ocupa un árbol a la altura del pecho. Para un árbol individual se denomina AB. Para calcular el área basal utilizamos la siguiente fórmula.

$$AB = \frac{Dap^2 * \pi}{4}$$

Donde:

Dap= diámetro a la altura del pecho (m)

Altura Total: Distancia vertical entre el nivel del suelo y la yema terminal más alta de un árbol. Para esto se utilizó clinómetro.

Altura Comercial: Es la distancia que hay entre el límite inferior del árbol y el tope superior del fuste o sea donde termina el límite de aprovechamiento comercial del árbol. Para esto se utilizó clinómetro.

Volumen Total: Cantidad de madera de un árbol o masa boscosa rinde, según una unidad de medida determinada (metros cúbicos, pie tablares, pulgadas varas).

Existen diversas fórmulas para determinar el volumen total. Una de las más simples y que se utilizo es:

$$Vt = \frac{\pi \times dap^2 \times Ht \times ff}{4}$$

Donde:

Vt = Volumen comercial (m³)

Dap = diámetro a la altura del pecho (m)

Ht= altura Total (m)

ff = Factor de forma (0.70) y (0.47 para coníferas)

5.5.2 Estimación carbono almacenado en ecosistema bosque y plantaciones forestales

Es la cantidad de carbono que se encuentra almacenado en todas las partes del árbol, así como el fuste, tronco, hojas y raíces y materia orgánica en el suelo.

5.5.3 Estimación de biomasa aérea en ecosistema bosque y plantaciones forestales

Biomasa aérea, refiere al peso del material vegetal de árboles sobre el suelo incluyendo, fustes, corteza, ramas y hojas y biomasa fustal, refiere al peso que corresponde a la biomasa del fuste comercial del árbol desde el tocón, hasta la primera bifurcación o inicio de la copa.

Quiceno (2016) refiere que para estimar la biomasa aérea se utilizaron las especies arbóreas con un diámetro mayor a 10 cm, de acuerdo a Brown (2002) los árboles de diámetros menores contribuyen poco a la biomasa y carbono de un bosque.

5.5.4 Estimación de Biomasa para Especies no maderables ecosistema bosque (Andrade *et al*, 2008)

$$B: 10(1.12+2.62*\log(\text{dap}) + 0.3\log(\text{ht}))$$

Donde:

B: biomasa aérea total (kg/árbol)

dap: diámetro a la altura del pecho (1,30m) (cm);

ht: altura total (m);

Log: Logaritmo base 10;

5.5.5. Estimación de biomasa para especies maderables ecosistema bosque y plantaciones

$$B: 10(-0.94+1.32*\log(\text{dap}) + 1.14+\log(\text{ht}))$$

Donde:

B: biomasa aérea total (kg/árbol)

Dap: diámetro a la altura del pecho (1,30m).

ht: altura total (m);

Log: Logaritmo base 10; (Segura, 2005)

5.5.6. Estimación de carbono aéreo en no maderables en ecosistema bosque

Para la estimación de carbono aéreo se obtiene con la ecuación dada por la IPCC,

$$CC: B \times fc$$

Donde:

CC. contenido de carbono (tC/ha)

B: biomasa (t/ha)

Fc: fracción de carbono 0.5

5.5.7. Estimación de carbono aéreo en maderables ecosistema bosque y plantaciones forestales

Para la estimación de carbono aéreo se obtiene con la ecuación dada por la IPCC,

$$CC: B \times fc$$

Donde:

CC. contenido de carbono (tC/ha)

B: biomasa (t/ha)

fc: fracción de carbono (0.5)

Tasas de fijación de carbono en plantaciones forestales

El cálculo de las tasas de fijación es de gran importancia para la estimación de cuánto puede una plantación fijar en un año, dependiendo de la edad de esta, saber las tasas de fijación es esencial para el seguimiento de estudios de carbono (Borge, 2008).

$$TFc = \frac{CT}{EDAD}$$

TFc= Carbono fijado t/ha/año

CT: Carbono total (ton/ha)

Edad: años de la plantación forestal.

5.5.8 Carbono almacenado en necromasa en ecosistema bosque y plantaciones forestales

El carbono almacenado en la necromasa es toda la masa vegetal muerta compuesta por pedazos de madera, leños, trancos, ramas o árboles muertos en pie (AMP) o caídos. Esta puede incluir, además, material cosechado por animales y materia orgánica lixiviada. Para esto se usó de las ecuaciones alométricas para estimar la biomasa sobre el suelo (Pearson *et al.* 2007).

Para estimar la necromasa de madera caída y en descomposición se trazaron transeptos diagonales a la parcela de medición, con una longitud de 40 m, donde se inventariaron todos los árboles y arbustos sobre el suelo, se midieron el diámetro y longitud (altura) de acuerdo a (Rügnitz, 2009).

Para determinar la calidad de la madera en descomposición de acuerdo a (Rügnitz, 2009) plantean que para el caso de troncos caídos (mayores de 10 cm de diámetro), el método consiste en estimar el diámetro de los troncos por categoría de densidad (muchas veces relacionado con el estado de descomposición: sólido, intermedio y podrido). Se recomienda utilizar un machete, golpear este contra el tronco caído encontrado en el transepto. En caso que el machete rebote, se debe clasificar al tronco como sólido; en el caso que penetre ligeramente, se considera de densidad intermedia; y en caso la madera se desintegre, se considera podrido.

Paso 1: Cálculo de biomasa arbórea sobre el suelo utilizando ecuación de Rüginitz, Chacón y Porro (2009). Para cada categoría de densidad se estimó el volumen de troncos caídos por hectárea utilizando la siguiente fórmula:

$$\text{Volumen (m}^3/\text{ha)} = \pi^2 \times [(D1^2 + D2^2 + \dots + Dn^2) / (8 \times L)]$$

Donde:

$D1^2$, $D2^2$, Dn = diámetro de cada tronco localizado en la trayectoria del transepto, en centímetros (cm)

8: constante

L = largo (distancia) del transepto (40 m)

Paso 2: Cálculo de la biomasa de necromasa

La biomasa de troncos caídos fue calculada a partir de la siguiente ecuación de acuerdo a Rüginitz, (2009), que considera el volumen (m^3/ha) de todos los troncos caídos, y la respectiva densidad:

Donde:

$$\text{BTC} = (\text{vol1} \times \text{dens1}) + (\text{vol2} \times \text{dens2}) + (\text{voln} \times \text{densn})$$

BTC: biomasa de troncos caídos (t MS/ha)

Vol1= es el volumen (m^3/ha), de los troncos caídos de cada categoría calculado a partir del transepto

dens = densidad (t/m^3) de cada categoría

Paso 3. Cálculo de la cantidad de carbono en necromasa de troncos caídos se obtuvo con la siguiente fórmula de Rüginitz, (2009), donde:

$$\text{TC} = \text{BTC} \times \text{CF}$$

TC: cantidad de carbono en la biomasa de troncos caídos (t C/ha);

BTC: biomasa de troncos caídos (t MS/ha);

CF: fracción de carbono (t C /t MS). (IPCC = 0,5)

5.6. Calculo de volumen de la madera aprovechada plantaciones forestales

El volumen de madera aprovechado en las parcelas se estimó midiendo todos los troncos de árboles aprovechados en la parcela. Se midió la altura de corte y el diámetro a todos los tocones aprovechados. El diámetro se midió en dos direcciones tratando de encontrar los puntos intermedios del tocón debido a la presencia de aletones. Debido a que las alturas de corte son variables, se estandarizó el diámetro de los tocones a una altura de corte de 1,3 m (dap) con la ecuación de Suárez (2001):

$$d = -136,90622 + 37,51902 \ln(dt) + 8,15199 \ln(ht)$$

Donde:

dt : Diámetro a la altura del tocón (cm)

ht : Altura del tocón (cm)

d : Diámetro del tocón a 1,30 m de altura (cm)

1. Para calcular el volumen de madera aprovechada se aplicó la ecuación alométricas de Somarriba y Beer (1987):

$$V = e^{-9,62+2,697\ln(d)}$$

Donde:

V : Volumen del fuste con corteza (m³)

e : Base de los logaritmos naturales

d : Diámetro a la altura del pecho (cm)

5.7. Operacionalización de variables

| Variable | Sub variable | Definición | Indicadores | Fuente | Técnica |
|--|---------------------------------|---|---|--|---------------------|
| Bosque plantaciones forestales y | Diversidad de especies arbóreas | Nombre y cantidad de árboles de cada especie que se encuentran y su estado siendo árboles mayores de 10 cm de (DAP) | # de especies arbóreas y nombre de especies encontradas | Cada árbol del ecosistema bosque y plantaciones forestales | Inventario forestal |
| | Densidad de árboles | | Arboles/ha | Cada árbol del ecosistema bosque y plantaciones forestales | Inventario forestal |
| Medición de variables dasométricas en plantaciones forestales y el ecosistema bosque | Diámetro altura al pecho (DAP) | Son un grupo de medidas que se ocupan para determinar la calidad del árbol y sus potenciales | Unidades en (cm) | Cada árbol del ecosistema bosque y plantaciones forestales | Medición directa |
| | Altura Total | | Unidades en Metro | Ecosistema bosque y plantaciones forestales Que sean arboles mayores de 10 cm de (DAP) | Medición directa |
| | Altura Comercial | | Unidades en Metro | Ecosistema bosque y plantaciones forestales Que sean arboles mayores de 10 cm de (DAP) | Medición directa |
| | Volumen comercial | | M ³ /ha | Ecosistema bosque y plantaciones forestales que sean arboles mayores de 10 cm de (DAP) | Ecuación de volumen |
| Área basal | | M ² /ha | Ecosistema bosque y plantaciones forestales Que | Ecuación de área basal | |

| | | | | | |
|---|---------------------------------------|---|------|--|---|
| | | | | sean arboles mayores de 5 cm de (DAP) | |
| Carbono almacenado en Ecosistema bosque y plantaciones forestales | Biomasa aérea | Cantidad de carbono que se encuentra almacenado en todas las diferentes partes del árbol y materia orgánica en el suelo. | t/ha | Ecosistema bosque y plantaciones forestales | Recolección de datos más ecuación |
| | Carbono almacenado en necromasa | | t/ha | Ecosistema bosque y plantaciones forestales | Recolección de datos más ecuación |

5.8. Procesamiento y análisis de la información

Para el procesamiento de la información, también para el desarrollo de la generación de tablas y gráficos presentados nos apoyamos de Microsoft Excel.

5.9. Materiales utilizados

- ✓ Libreta de campo
- ✓ Cinta diamétrica
- ✓ Cinta métrica
- ✓ Forcípula
- ✓ Machete
- ✓ Bolsas para muestra de suelo.
- ✓ Clinómetro.
- ✓ Calculadora.
- ✓ Cámara fotográfica

VI. Resultados y discusión

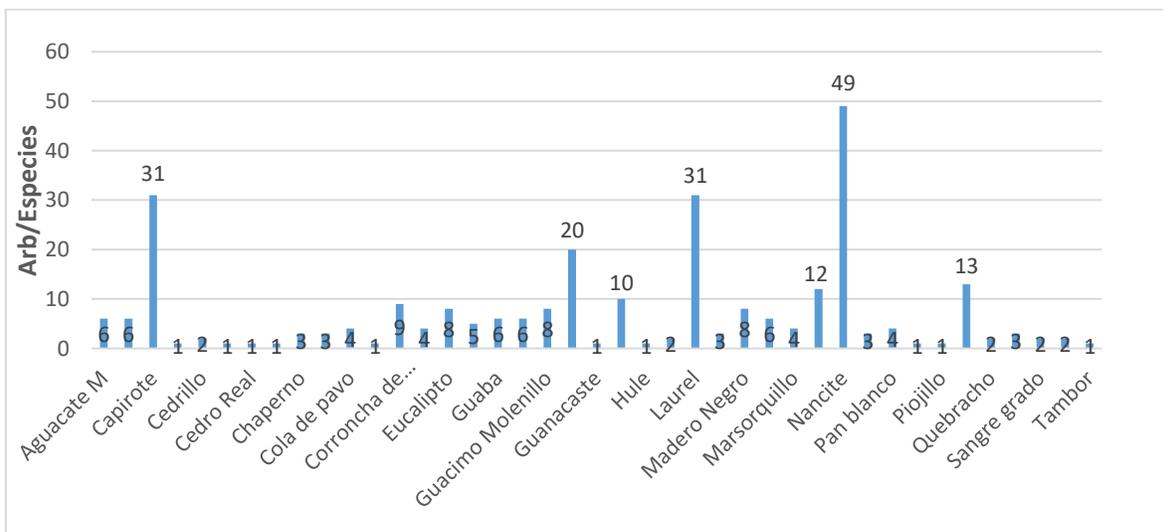
Analizados y procesados la información recopilada en campo de manera fiable fácil y eficaz por medio del inventario, los resultados que se obtuvieron son los siguientes, representados con el fin de valorar, determinar los objetivos planteados en el presente trabajo.

6.1. Caracterización de la composición arbórea del ecosistema bosque del Laboratorio Natural

6.1.1 Especies arbóreas presentes en el ecosistema bosque.

Diversidad arbórea en el ecosistema

En el estudio realizado en diversidad arbórea y almacenamiento de carbono en un fragmento del bosque húmedo de la zona atlántica de Costa Rica, 2003, muestran 90 especies de árboles en el bosque secundario con una alta cobertura predominante de laurel (*cordia alliodora*), este dato es superior a los resultados obtenidos en el ecosistema bosque del laboratorio natural de la Universidad URACCAN, donde se encontraron 41 especies, con una cobertura arbórea regular teniendo predominancia el nancite (*Byrsonima crassifolia*), segundo lugar el capirote (*Miconia argétea*) y laurel (*cordia alliodora*), ver el gráfico 1.



Gráfica 1 Diversidad arbórea presente en el ecosistema bosque del laboratorio natural

6.1.2 Uso de los árboles.

Según Lazos-Ruíz, 2016 en su estudio el uso de los árboles en Jamapa, tradiciones en un territorio deforestado encontró múltiples usos según su categoría usos maderables, extractivos, no extractivos; en la tabla 1 se observa las especies de árboles en el laboratorio, estos igualmente tienen también múltiples usos que corresponden Medicinal 10, para leña 22 especies, consumo animal 8, consumo humano 3, uso en la construcción 14, postes y muebles 12 y cercas vivas 2.

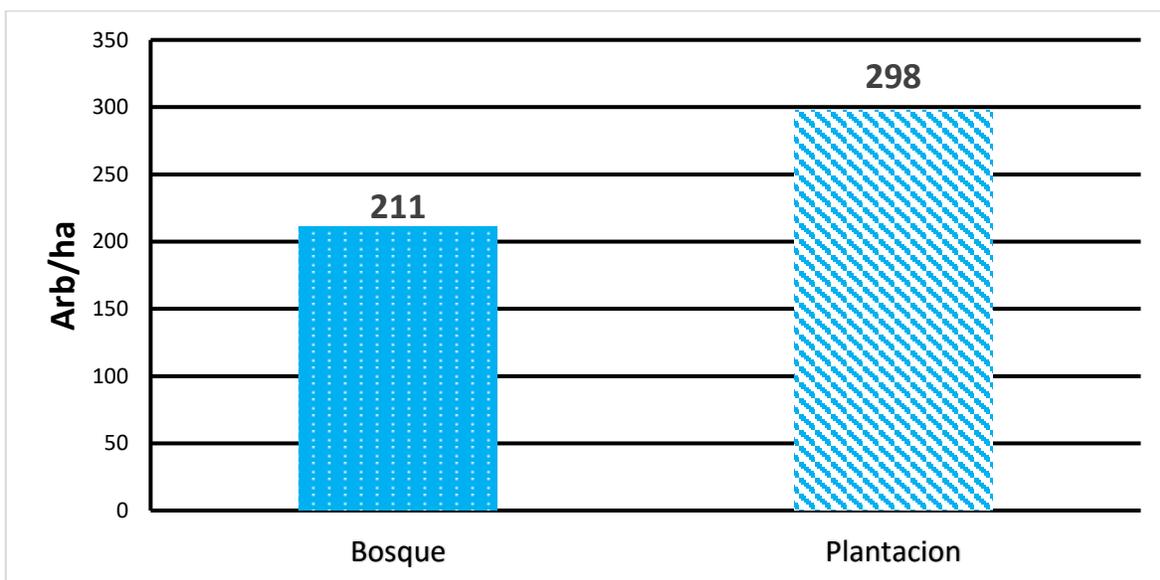
Tabla 1 uso de las especies encontradas en el ecosistema bosque.

| Especie | Usos | | | | | | | |
|--|-----------|------|----------------|----------------|--------------|--------|---------|--------------|
| | Medicinal | Leña | Consumo animal | Consumo humano | Construcción | Postes | Muebles | Cercas vivas |
| Nombre común Algodón Nombre científico: Ochroma lagopus Sw | x | x | x | | x | | | |
| Nombre común: Laurel Nombre Científico: Cordia Alliodora Familia Boraginaceae | | x | | | x | x | x | |
| Nombre común: Marañón Nombre científico: Anacardium occidentale Familia: Anacardiaceae | x | x | x | x | | | | |
| Nombre común: Roble Nombre científico: Tabebuia rosea Familia: Bignoniaceae | x | x | x | | x | x | x | x |
| Nombre común: Madero Negro Nombre Científico: Gliricidia sepium Familia: Fabaceae | x | x | x | | x | x | x | x |
| Nombre común cedro real Nombre científico: cedrela odorata Familia: Meliaceae. | x | x | | | | | x | |
| Nombre común guaba Nombre Científico: Inga sp Familia: leguminoseae | | x | x | x | | | | |
| Nombre común Guarumo Nombre científico Cecropia peltata Familia: Urticaceae | x | x | x | | | | | |
| Nombre común frjolillo Nombre científico cojoba arborea Familia fabaseae | | x | | | x | x | x | |
| Nombre común muñeco | | x | | | x | | | |
| Nombre común Bimbayan Nombre científico Vitex gaumeri greenm Familia Verbenaceae | | x | | | x | x | | |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| Nombre común Nancite Nombre científico Byrsonima crassifolia Familia Malpighiaceae | x | x | | x | x | x | x | |
| Nombre común: poro poro Nombre Científico: Cochlospermum vitifolium Familia Bixaceae | | x | x | | x | | | |
| Nombre Común: eucalipto Nombre Científico: Gmelina arborea Roxb. Familia: Verbenaceae. | x | x | | | | x | x | |
| Nombre Común: Aguacate de monte | | | x | | x | | x | |
| Nombre común Corroncha de lagarto Nombre científico Gyrocarpus americanus Familia Hernandiaceae | | x | | | x | | x | |
| Nombre común cola de pavo | | x | | | x | x | x | |
| Nombre común Capirote Nombre científico Miconia argétea Familia Melastomataceae | | x | | | | x | | |
| Nombre común Teca Nombre Científico: Tectona grandis Familia: Verbenaceae | x | x | | | x | x | x | |
| Nombre común pan blanco | | x | | | | x | | |
| Nombre común: tabacon | | x | | | | | | |
| Nombre común Peine mico | | x | | | | | x | |
| Nombre Común: Guácimo de Ternero Nombre Científico: Guazuma ulmifolia Lam Familia: Sterculiaceae | x | x | x | | | | x | |

6.1.3 Densidad arbórea en el bosque y plantaciones forestales

En el 2013, un estudio de la densidad básica de árboles del bosque de la Costa Caribe de Colombia, reflejó el promedio obtenido en ese estudio es de 125 árboles por hectárea; en relación con los árboles del ecosistema bosque del laboratorio natural fue de 211 árboles por hectárea, siendo superior que en Colombia y comparando los 298 árb/ha de las plantaciones forestales indica mayor densidad en relación al ecosistema bosque. La densidad muchas veces está determinada por el nivel de manejo brindado a estos ecosistemas, en la medida en que se promueva enriquecimiento y regeneración natural de las especies arbóreas. Esto también en algunos casos responde a los intereses y necesidades del agricultor.



Gráfica 2 Densidad arbórea (árb/ha) del ecosistema Bosque y plantaciones forestales del laboratorio natural.

6.1.4. Área basal total ecosistema bosque y plantaciones forestales

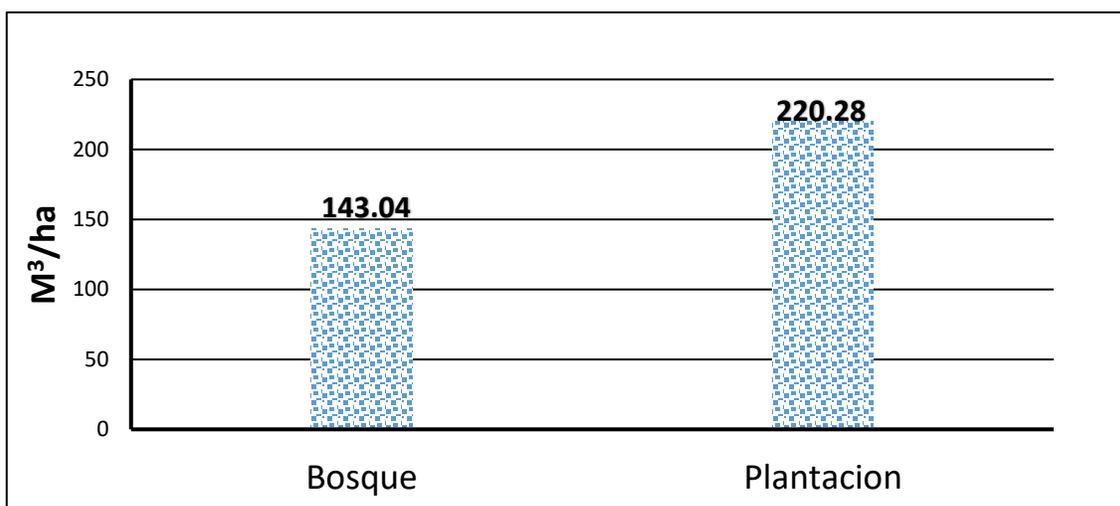
En el grafico 3 se observa que el ecosistema bosque del laboratorio natural presentó un área basal de 12.67 m²/ha, así mismo las plantaciones forestales tienen un área basal de 21.1 m²/ha lo cual es notable que el área basal en las plantaciones forestales es buena. En el estudio de Noguera, (2007) de composición, estructura y dinámica de dos sitios de bosque secundario en Nicaragua demuestran resultados de 10.2 m²/ha, es decir son similares a las encontradas para el presente estudio referente al bosque (Noguera Talavera, 2007)



Gráfica 3 Área basal m²/ha encontrada en bosque y plantaciones forestales del laboratorio natural.

6.1.5 Volumen total de madera en el ecosistema bosque y plantaciones forestales

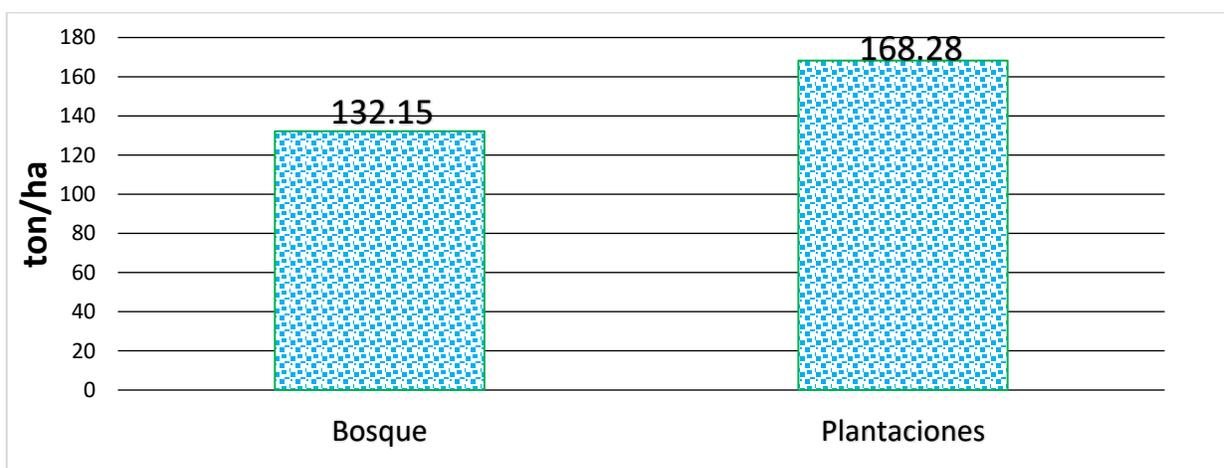
Según estudios de la FAO, en los bosques tropicales en dependencia de su zona los volúmenes maderables son los siguientes: 115,123 y 136 m³/ha en el análisis y los datos obtenidos el volumen total m³/ha que está disponible en el ecosistema bosque con especies y diferentes usos es de 143.04m³/ha, las plantaciones forestales presentaron 220.28 m³/ha, lo que se debe a que por ser plantación su densidad poblacional es alta, indica que los bosques del laboratorio natural supera los datos expuesto por la FAO indicando un óptimo volumen de madera disponible dado a la variedad de especies que se encuentran.



Gráfica 4 volumen total en m³/ha en los bosques y plantaciones forestales.

6.2 Carbono almacenado en biomasa aérea en bosques y plantaciones

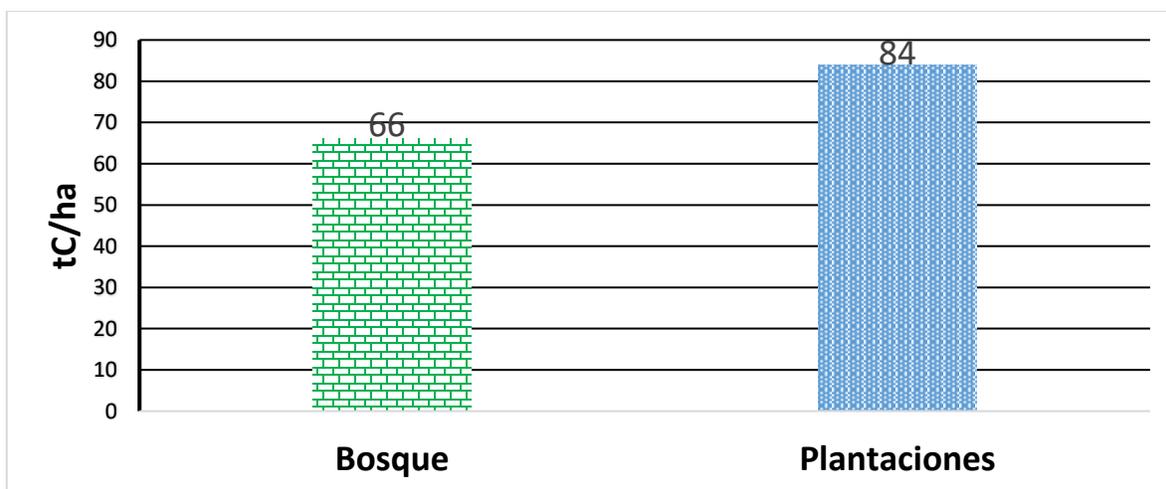
Según Brown & Lugo, (1982), el rango de biomasa aérea en bosque tropicales oscila entre 20-269 t/ha y plantaciones de 124.9 y 137.1 t/ha comparado con los resultados de la presente investigación la biomasa aérea del ecosistema bosque del laboratorio natural presenta 132.15 t/ha de biomasa aérea considerada buena. Las plantaciones forestales con una cifra de 168.28 ton/ha donde es notable que supera lo establecido por Brown & Lugo, *Grafico 5*.



Gráfica 5 Biomasa aérea ton/ha en bosque y plantaciones forestales.

6.2. Carbono total almacenado en bosques y plantaciones a partir de biomasa aérea

Según Obando, (2001) en su estudio estimación y almacenamiento de carbono en bosques secundarios, obtuvo resultados de 61-87 tC/ha en comparación con los 66 tC/ha que se estimaron en el ecosistema bosque del laboratorio natural es considerada buena en el rango del estudio antes mencionado. En el estudio realizado en el 2008 en Costa Rica, acumulación de biomasa y carbono en bosques secundarios y plantaciones en el Caribe de Costa Rica obtuvieron resultados de 90 tC/ha en plantaciones de palo de agua con una edad de 14 años conforme al resultado en este estudio las plantaciones forestales del laboratorio natural que presenta 84t/ha lo que indica una óptima almacenamiento de carbono.



Gráfica 6 Carbono almacenado en biomasa aérea ton/ha en bosque y plantaciones forestales.

6.3 Carbono almacenado en necromasa en el ecosistema bosque y plantaciones forestales.

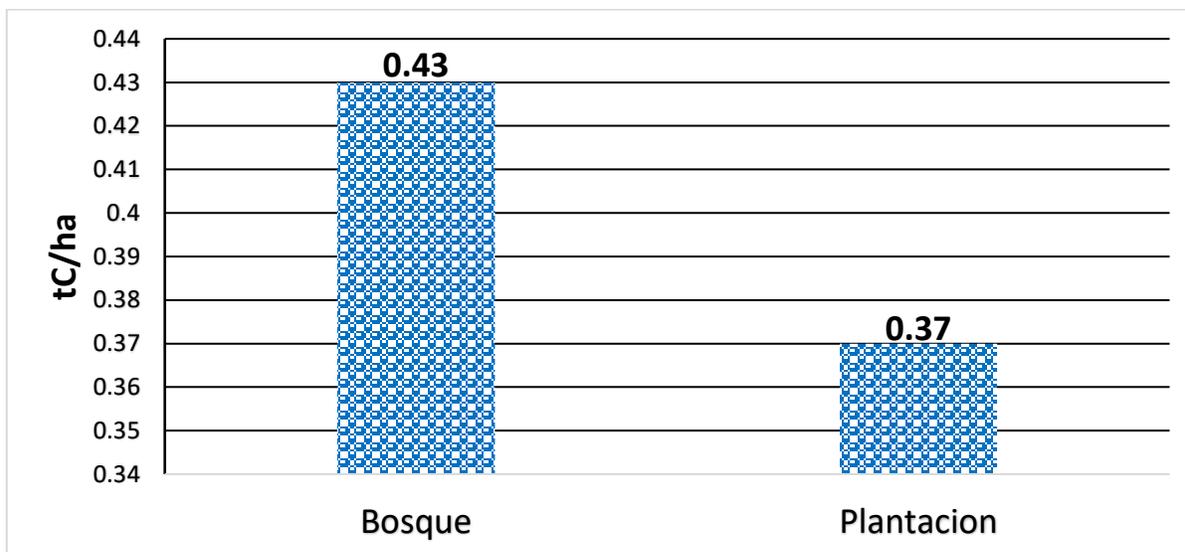
En el trabajo realizado en Costa Rica, (2016) evaluación del carbono almacenado en la biomasa, necromasa y carbono orgánico del suelo estimaron de 0.65-0.95 ton/ha de necromasa disponible una estimación tanto en plantaciones y bosques, en este estudio la ton/ha de necromasa en el ecosistema bosque es de 0.87 ton/ha y se puede notar en las plantaciones con apenas un tonelaje bajo 0.75 t/ha, presentado una mayor cantidad en el bosque.



Gráfica 7 Necromasa ton/ha en bosque y plantaciones forestales.

6.4. Carbono almacenado en necromasa

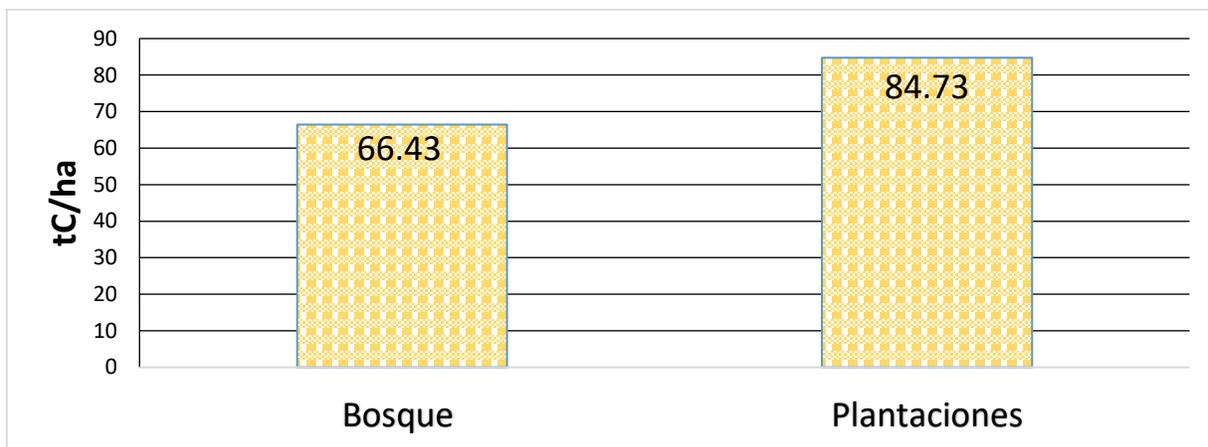
En los análisis obtenidos de carbono almacenado en necromasa se encontró que el ecosistema bosque, almacena 0.43 tC/ha y 0.37 tC/ha en plantaciones, consideradas bien en comparación con el estudio realizado en Costa Rica, 2016, con estimaciones de carbono de 0.41-0.49 tC/ha.



Gráfica 8 Carbono almacenado en necromasa en el bosque y plantaciones forestales.

6.5. Carbono total almacenado en el ecosistema bosque y plantaciones forestales

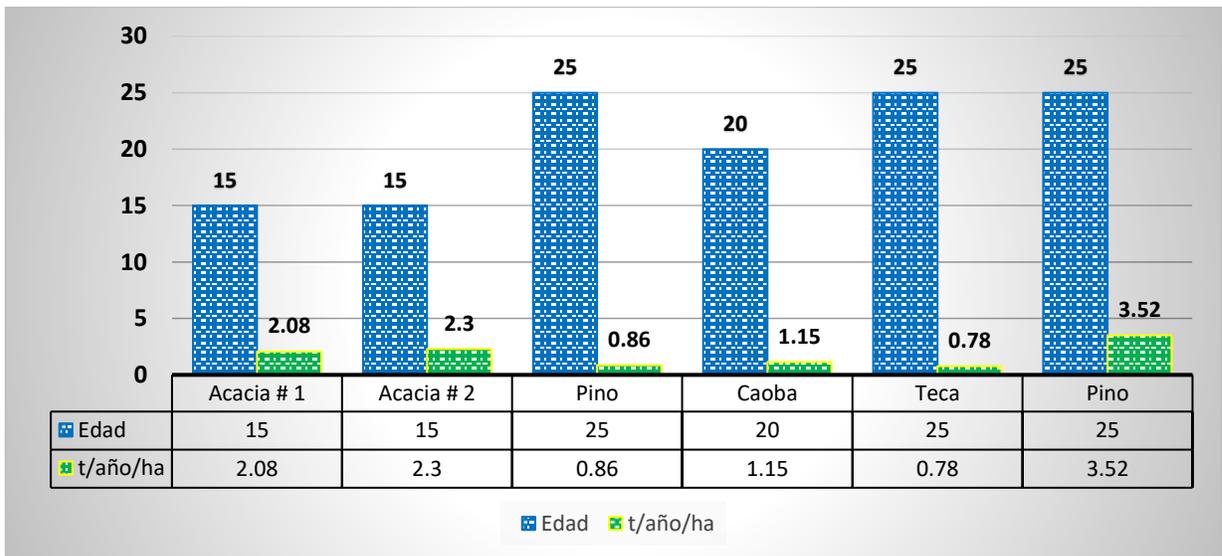
En el carbono total almacenado en los dos componentes de gran importancia antes mencionados se determina que la cantidad almacenada es 66.43 tC/ha en bosque y 84.73 tC/ha en plantaciones reflejando la gran importancia y papel que desempeñan dichos ecosistemas.



Gráfica 9 Carbono total almacenado en ecosistema bosque y plantaciones forestales del laboratorio natural.

6.6. Tasas de fijación de carbono en plantaciones Forestales

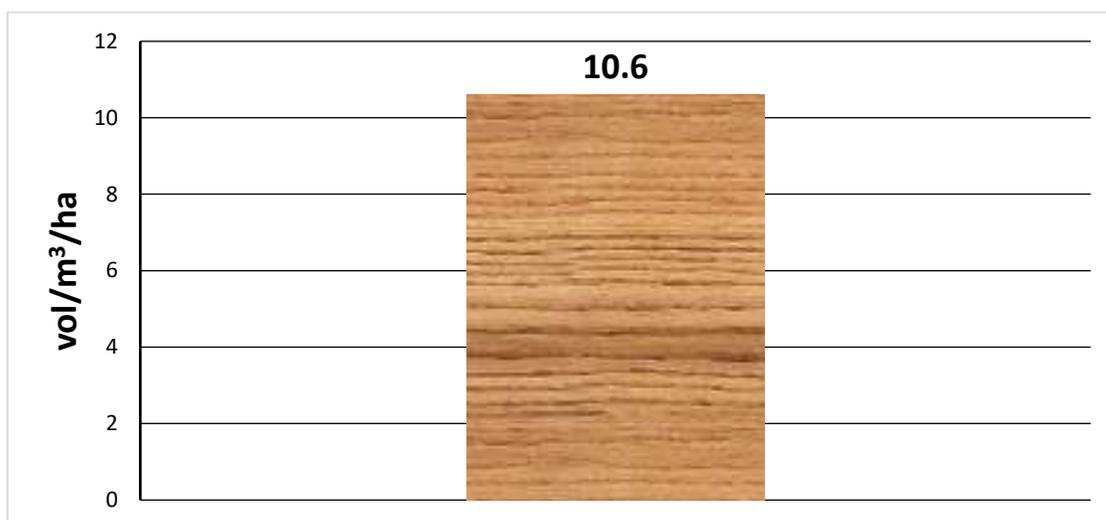
En estudios recientes como el de Calero (2008) refleja resultados de carbono fijado en plantaciones de laurel (*cordia alliodora*) y cedro amargo (*cedrela Odorata L.*) de 1,4 y 2,0 t C ha por año en relación con los resultados de este estudio en plantaciones del laboratorio natural (*acacia mangium*) con edad de 15 fija 2.08 tC/ha/año, caoba (*Swietenia macrophylla*) 1.15 tC/ha/año y pino 3.52 t C/ha/año, teca (*Tectona Grandis*) 0.78 tC /ha/año, observando así que las plantaciones tienen óptima fijación de carbono exceptuando la plantación de teca que no supera los valores registrados por Calero, (2008).



Gráfica 10 Biomasa aérea ton/ha en ecosistema bosque y plantaciones forestales.

6.7. Volumen de madera aprovechada en las plantaciones forestales

Es importante resaltar en dicho trabajo investigativo la madera aprovechada en plantaciones forestales, se hizo una estimación promedio del volumen de madera aprovechada con resultado promedio de 10.6 m³/ha, esto significa que se han aprovechado 44.64 m³ en todo el área de la plantación, este volumen que fijó y almaceno una gran cantidad de carbono en su respectivo tiempo.



Gráfica 11 volumen de madera aprovechada en las plantaciones forestales en m³/ha.

VII. Conclusiones

En los análisis del estudio sobre Carbono almacenado en el ecosistema bosque y plantaciones forestales del Laboratorio Natural de URACCAN, Nueva Guinea, 2017, se puede concluir con los resultados lo siguiente:

1. Se acepta la hipótesis alternativa. Las plantaciones forestales del Laboratorio Natural almacenan mayor cantidad de carbono (t/ha), que el ecosistema bosque y se rechaza la nula.
2. En el ecosistema bosque existe una amplia variedad de especies arbóreas de importancia y riqueza que brinda al ecosistema, diversos servicios ecosistémicos sobre todo el de fijación y almacenamiento de carbono. Las especies predominantes son nancite (*Byrsonima crassifolia*), segundo lugar el capirote (*Miconia argentea*) y laurel (*Cordia alliodora*).
3. El carbono almacenado en el ecosistema bosque tanto para la parte aérea como necromasa fue de 66.43 tC/ha mientras que en el ecosistema plantaciones forestales fue de 84.37 tC/ha, lo que permite asegurar que estos ecosistemas juegan un rol importante en el almacenamiento y retención de carbono como una forma de contribuir a la mitigación del cambio climático.
4. Las tasas de fijación de carbono en las plantaciones forestales para las diversas especies fue de 1 a 3 tC/ha/año, lo que evidencia el aporte de estos ecosistemas como importantes sumideros de carbono.
5. La amplia variedad de especies vegetales encontrada en el ecosistema bosque tienen múltiples usos en el que predomina leña, postes y madera de construcción, así como para preservar agua y biodiversidad.
6. En la caracterización del bosque se encontró que la densidad arbórea del ecosistema es alta conteniendo 211 árboles por hectárea.
7. Se está realizando tasas elevadas de aprovechamiento de madera que en promedio alcanzan 10.6 m³/ha, esto indica que para toda el área se aprovechan un total de 44.64 m³.

VIII. Recomendaciones

1. Continuar fomentando en el laboratorio natural el enriquecimiento, desarrollo y preservación del recurso bosque, dada su alta densidad y riqueza de especies vegetales.
2. Fomentar las áreas boscosas dado por los servicios ecosistémicos que ofrecen, principalmente la fijación y almacenamiento de carbono.
3. Fomentar las plantaciones forestales dado por la alta producción de madera comercial que producen bajo condiciones óptimas de manejo.
4. Establecer nuevas plantaciones forestales para contribuir a la mitigación del cambio climático a través de la fijación y almacenamiento de carbono.
5. Continuar desarrollando estudios relacionados a la fijación y almacenamiento de carbono.
6. Asegurar una red de parcelas permanentes en los ecosistemas presentes en el laboratorio natural para estudios de carbono y su aporte a la conservación.
7. Disminuir las tasas de aprovechamiento de árboles debido a que la misma actualmente es muy alta.
8. Divulgar datos e información en el contexto de estos estudios de carbono e importancia de los ecosistemas en productores y comunidades.

IX. Referencias

- Arias, H. A. (2011). *Biomasa sobre el suelo y carbono orgánico en el suelo en cuatro estadios de sucesión de bosques en la Península de Osa, Costa Rica*. Cartago.
- Barnasar, M. (S.F). Captura y Almacenamiento de carbono. *Ecología Política*, 9 .
- Bembibre, V. (05 de 10 de 2008). *Cambio climático*. Obtenido de Definición ABC: <https://www.definicionabc.com/medio-ambiente/cambio-climatico.php>
- Benavides, J. C. (2012). *biomasa aérea y contenido de carbono en el campus de la biomasa aérea y contenido de carbono* . Obtenido de https://www.google.com.ni/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/8987/1/BorreroBenavidesJuanCamilo2012.pdf&ved=0ahUKEwjs17nZ5NnXAhXkhOAKHRkJDyKQFghbMAw&usg=AOvVaw3vt3wGNLt7PTIkD7fi2sa_
- Borge, W. A. (2008). *Producción e incrementos de madera y carbono de laurel (Cordia alliodora) y cedro amargo (cedrela odorata L) de regeneración natural en cacaotales y bananales indígenas en Talamanca, Costa Rica*. Turrialba, Costa Rica.
- Carvajal, P. M. (2001). *investigación sobre la absorción de co2 por los cultivos mas representativos*.
- Castellanos, C. &. (2010). *Metodología para la Estimación del Contenido de Carbono en Bosques y Sistemas Agroforestales en Guatemala*. Guatemala: CARE.
- Corea, R. C. (Agosto de 2007). *Cuantificación de la captura y Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales en seis sitios de cuatro municipios de Nicaragua*. Managua.
- Esteban Álvarez, D. B. (2013). *densidad básica del fuste de árboles del bosque seco en la costa caribe de Colombia*. Santa Martha.
- FACTS, G. (SF de SF de 2001). *Dioxido de Carbono*. Obtenido de WWW.GREENFACTS.ORG: <https://www.greenfacts.org/es/glosario/def/dioxido-carbono.htm>

- Willian Fonseca, F. J. (s.f.). En F. J. Willian Fonseca, *acumulación de biomasa y carbono en bosques secundarios y plantaciones en el Caribe de Costa Rica*. Caribe Costa Rica.
- Jorge Rodríguez, L. P. (1998). *Potencial de carbono y fijación de dióxido de carbono en la biomasa en pie por encima del suelo en los bosques de Nicaragua*.
- Lawrence Vincent, M. J. (2000). *Comparación de algunos regímenes de espesura en plantaciones de teca en el área experimental de la reserva forestal de Caparo, Venezuela*.
- Lazos-Ruiz, A. (2016). El uso de los árboles en Jamapa, tradiciones en un territorio deforestado. *Bosques y maderas*.
- Lopera, G. Y. (2001). *Cuantificación existente y flujo de carbono en bosques y plantaciones*.
- Magasine, O. U. (S.F). *Gases del efecto del invernadero: dióxido de carbono*. *Ocio ultimate magazine*.
- Marcos, M. C. (2009). *Guía para la determinación de carbono en pequeñas propiedades rurales*. Lima, Perú: 1-ed.
- Mariajose Lopez, R. (2017). *Biomasa sobre el suelo y carbono orgánico en el suelo*. Ecuador.
- Noguera-Talavera, Á. (2007). *Composición, estructura y dinámica de dos sitios de bosque*. Granada.
- Obando, W. (2001). *Estimación del contenido y almacenamiento de carbono en bosque secundario*. Managua.
- Romero, H. A. (2011). *Estimación de la cantidad de carbono almacenado en los sistemas agroforestales de cacao (Theobroma cacao L.), en los departamentos de Suchitepéquez y Retalhuleu del sur-occidente de Guatemala*. Guatemala: ed.
- Sánchez, D. F. (2016). *Evaluación del carbono almacenado en la biomasa, necromasa y carbono orgánico*. Heredia Costa Rica.
- Yañes Sandoval, A. (2004). *La captura de carbono, ¿una herramienta para la gestión ambiental?* *Gaceta Ecológica*, (70)5-18.

X. Anexos

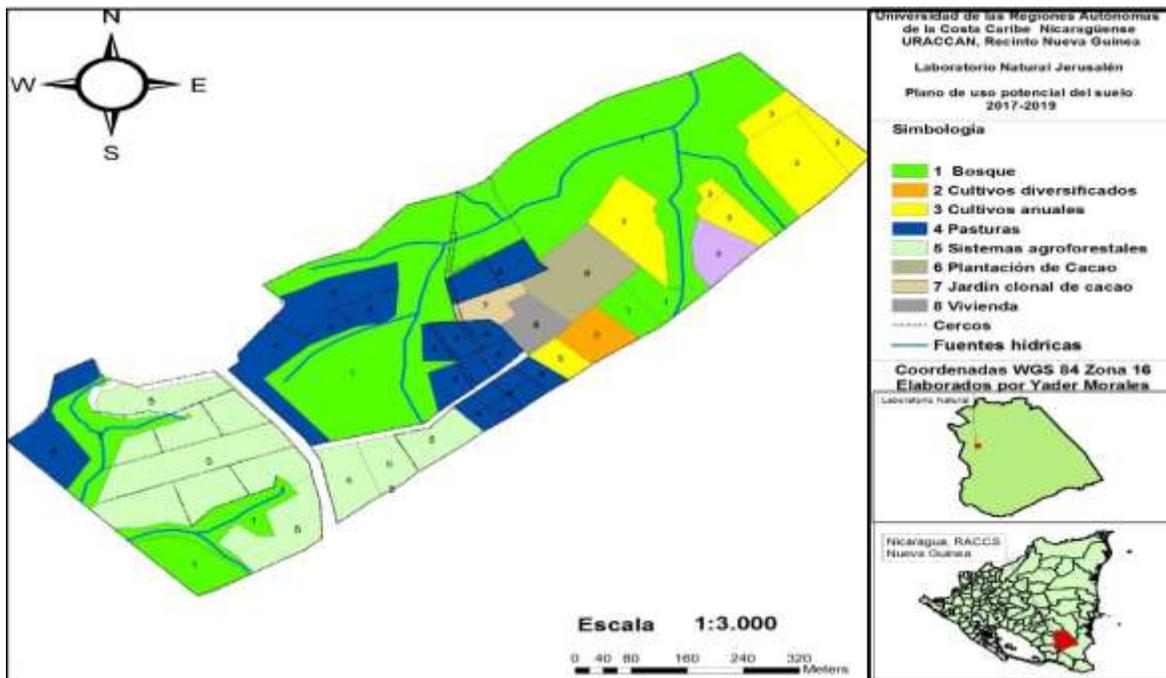
Anexo 1. Formato para la recolección de datos del inventario

| Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea | | | | |
|---|--------------------|---|-------|-------|
| parcela | georreferenciación | | lugar | fecha |
| | x | y | | |
| | | | | |
| | | | | |

Anexo 2. Formato del inventario forestal

| N° | Especie | DAP(cm) | Alt. total (mts) | Altura. comercial (mts) | Estado del árbol |
|----|---------|---------|---------------------|-------------------------------|---------------------|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

Mapa del laboratorio natural



Fuente: Ing. Yader Morales

**Tabla 1: Formato para recolección de dato del inventario
Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea
Plantación: parcela # 1
Fecha de medición 20 de marzo 2018
Fecha de establecimiento de la parcela 20 de marzo 2018**

| NOMBRE C | DAP | ALTURA T | ALTURA COMERCIA | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COMER | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacenado/ha |
|----------------|------|----------|-----------------|------------|-----------|-----------|---------------------|-----------------------|
| Acacia Mangium | 0.31 | 19 | 10 | 0.075 | 1.0034 | 0.5283 | 0.7020 | |
| Acacia | 0.29 | 20 | 13 | 0.0660 | 0.9247 | 0.6010 | 0.6816 | |
| Acacia | 0.16 | 12 | 8 | 0.0201 | 0.1688 | 0.1125 | 0.1736 | |
| Acacia | 0.16 | 11 | 5 | 0.0201 | 0.1548 | 0.0703 | 0.1572 | |
| Acacia | 0.24 | 13 | 8 | 0.0452 | 0.4116 | 0.2533 | 0.3249 | |
| Quebracho | 0.21 | 10 | 4 | 0.0346 | 0.2424 | 0.0969 | 0.2019 | |
| Quebracho | 0.2 | 7 | 3 | 0.031416 | 0.1539 | 0.0659 | 0.1261 | |
| Acacia | 0.28 | 12 | 9 | 0.0615 | 0.5172 | 0.3876 | 0.3635 | |
| Acacia | 0.22 | 18 | 7 | 0.0380 | 0.4789 | 0.1862 | 0.4197 | |
| Acacia | 0.34 | 20 | 10 | 0.0907 | 1.2710 | 0.6355 | 0.8408 | |
| Acacia | 0.24 | 19 | 7 | 0.0452 | 0.6016 | 0.2216 | 0.5007 | |
| Acacia | 0.16 | 9 | 5 | 0.0201 | 0.1266 | 0.0703 | 0.1251 | |
| Acacia | 0.19 | 20 | 9 | 0.0283 | 0.3969 | 0.1786 | 0.3900 | |
| Acacia | 0.28 | 13 | 8 | 0.0615 | 0.5603 | 0.3448 | 0.3982 | |
| Acacia | 0.16 | 9 | 5 | 0.0201 | 0.1266 | 0.0703 | 0.1251 | |

| | | | | | | | | |
|--------------------|------|----|----|----------------|---------------------|---------------------|----------------|---------------|
| Acacia | 0.33 | 14 | 8 | 0.0855 | 0.8381 | 0.4789 | 0.5382 | |
| Acacia | 0.15 | 11 | 6 | 0.0176 | 0.1360 | 0.0742 | 0.1444 | |
| Acacia | 0.21 | 19 | 8 | 0.0346 | 0.4606 | 0.1939 | 0.4198 | |
| Acacia | 0.27 | 18 | 9 | 0.0572 | 0.7214 | 0.3607 | 0.5500 | |
| Acacia | 0.24 | 19 | 6 | 0.0452 | 0.6016 | 0.1900 | 0.5007 | |
| Acacia | 0.3 | 19 | 11 | 0.0706 | 0.9401 | 0.5442 | 0.6723 | |
| Acacia | 0.24 | 6 | 6 | 0.0452 | 0.1900 | 0.1900 | 0.1345 | |
| Acacia | 0.26 | 18 | 8 | 0.0530 | 0.6687 | 0.2973 | 0.5233 | |
| Acacia | 0.3 | 20 | 10 | 0.07068 | 0.9896 | 0.4948 | 0.7128 | |
| Acacia | 0.35 | 13 | 9 | 0.0962 | 0.8755 | 0.6061 | 0.5346 | |
| Acacia | 0.28 | 23 | 8 | 0.0615 | 0.9913 | 0.3448 | 0.7631 | |
| Acacia | 0.31 | 15 | 12 | 0.0754 | 0.7925 | 0.6340 | 0.5362 | |
| Acacia | 0.24 | 19 | 9 | 0.0452 | 0.6016 | 0.2850 | 0.5007 | |
| Acacia | 0.24 | 10 | 5 | 0.0452 | 0.3166 | 0.1583 | 0.2409 | |
| Acacia | 0.35 | 30 | 14 | 0.0962 | 2.0204 | 0.9428 | 1.3870 | |
| Acacia | 0.31 | 24 | 11 | 0.0754 | 1.2680 | 0.5811 | 0.9163 | |
| Acacia Amarilla | 0.1 | 6 | 3 | 0.0078 | 0.0329 | 0.0164 | 0.0423 | |
| TOTAL | | | | 1.6421 | 19.585 8 | 10.217 3 | 14.6490 | |
| total/ha | | | | 18.2457 | 217.62 0 | 113.52 6 | 162.766 | 31.214 |

**Tabla 2: Formato para recolección de dato del inventario
Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea
Plantación: parcela # 2
Fecha de medición 20 de marzo 2018
Fecha de establecimiento de la parcela 20 de marzo 2018**

| NOMBRE C | DAP | ALTURA T | ALTURA COMERC | AREA BASAL | VOLUMEN NT | VOL COMER | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacena do/ha |
|-------------------|------|-------------|------------------|---------------|---------------|--------------|------------------------|------------------------------|
| Acacia Mangium | 0.18 | 10 | 3 | 0.0254 | 0.1781 | 0.0534 | 0.1648 | |
| Acacia | 0.32 | 23 | 12 | 0.0804 | 1.2948 | 0.6755 | 0.9102 | |
| Acacia | 0.34 | 25 | 13 | 0.0907 | 1.5888 | 0.8262 | 1.0844 | |
| Acacia | 0.22 | 18 | 9 | 0.0380 | 0.4789 | 0.2394 | 0.4197 | |
| Acacia | 0.35 | 25 | 13 | 0.0962 | 1.6837 | 0.8755 | 1.1267 | |
| Acacia | 0.33 | 20 | 9 | 0.0855 | 1.1974 | 0.5388 | 0.8083 | |
| Acacia | 0.23 | 19 | 8 | 0.0415 | 0.5525 | 0.2326 | 0.4734 | |
| Acacia | 0.3 | 23 | 7 | 0.0706 | 1.1380 | 0.3463 | 0.8359 | |
| Acacia | 0.11 | 9 | 3 | 0.0095 | 0.0598 | 0.0199 | 0.0762 | |
| Acacia | 0.21 | 12 | 5 | 0.0346 | 0.2909 | 0.1212 | 0.2486 | |
| Acacia | 0.22 | 17 | 8 | 0.0380 | 0.4523 | 0.2128 | 0.3932 | |
| Acacia | 0.16 | 10 | 3 | 0.0201 | 0.1407 | 0.0422 | 0.1410 | |
| Acacia | 0.3 | 25 | 12 | 0.0706 | 1.2370 | 0.5937 | 0.9192 | |
| Acacia | 0.12 | 16 | 8 | 0.0113 | 0.1266 | 0.0633 | 0.1648 | |
| Acacia | 0.2 | 20 | 9 | 0.0314 | 0.4398 | 0.1979 | 0.4173 | |
| Acacia | 0.2 | 22 | 8 | 0.0314 | 0.4838 | 0.1759 | 0.4652 | |

| | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|----|---------------|----------------------|----------------|-----------------|---------------|
| Acacia | 0.18 | 12 | 5 | 0.0254 | 0.2137 | 0.0890 | 0.2028 | |
| Acacia | 0.21 | 22 | 10 | 0.0346 | 0.5333 | 0.2424 | 0.4962 | |
| Acacia | 0.27 | 22 | 11 | 0.0572 | 0.8817 | 0.4408 | 0.6914 | |
| Acacia | 0.15 | 16 | 8 | 0.0176 | 0.1979 | 0.0989 | 0.2213 | |
| Acacia | 0.28 | 23 | 13 | 0.0615 | 0.9913 | 0.5603 | 0.7631 | |
| Acacia | 0.17 | 12 | 5 | 0.0226 | 0.1906 | 0.0794 | 0.1881 | |
| Acacia | 0.26 | 20 | 9 | 0.0530 | 0.7433 | 0.3344 | 0.5901 | |
| Acacia | 0.21 | 19 | 8 | 0.0346 | 0.4606 | 0.1939 | 0.4198 | |
| Acacia | 0.3 | 24 | 11 | 0.0706 | 1.1875 | 0.5442 | 0.8774 | |
| Acacia | 0.17 | 13 | 8 | 0.0226 | 0.2065 | 0.1271 | 0.2061 | |
| Acacia | 0.14 | 12 | 4 | 0.0153 | 0.1293 | 0.0431 | 0.1455 | |
| Acacia | 0.2 | 20 | 9 | 0.0314 | 0.4394 | 0.1979 | 0.4173 | |
| Acacia | 0.2 | 20 | 11 | 0.0314 | 0.4398 | 0.2419 | 0.4173 | |
| Acacia | 0.26 | 26 | 14 | 0.0530 | 0.9662 | 0.5203 | 0.7958 | |
| TOTAL | | | | 1.3074 | 18.9259 | 8.9295 | 15.0829 | |
| Total/h a | | | | 14.527 | 210.287 7 | 99.2169 | 167.5881 | 32.029 |

Tabla 3: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Plantación: parcela # 3

Fecha de medición 20 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 20 de marzo 2018

| NOMBRE C | DAP | ALTURA T | ALTURA COMERCIA | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOLUMEN COMERCIA L | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacenad |
|--------------|------|----------|-----------------|---------------|---------------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| Pino | 0.32 | 20 | 17 | 0.0804 2 | 0.7559 | 0.6425 | 0.7761 | |
| Pino | 0.38 | 22 | 16 | 0.1134 | 1.1726 | 0.8528 | 1.0856 | |
| Pino | 0.34 | 25 | 17 | 0.0907 | 1.0668 | 0.7254 | 1.0844 | |
| Pino | 0.34 | 25 | 18 | 0.0907 | 1.0668 | 0.7681 | 1.0844 | |
| Pino | 0.27 | 17 | 14 | 0.0572 | 0.4574 | 0.3767 | 0.5153 | |
| Pino | 0.34 | 17 | 14 | 0.0907 | 0.7254 | 0.5974 | 0.6986 | |
| Pino | 0.42 | 23 | 18 | 0.1385 | 1.4976 | 1.1720 | 1.3033 | |
| Pino | 0.5 | 20 | 15 | 0.1963 | 1.8456 | 1.3842 | 1.3989 | |
| Pino | 0.43 | 15 | 10 | 0.1452 | 1.0238 | 0.6825 | 0.8258 | |
| Pino | 0.36 | 19 | 15 | 0.1017 | 0.9089 | 0.7176 | 0.8552 | |
| TOTAL | | | | 1.1053 | 10.521 3 | 7.9196 | 9.6281 | |
| Total/h a | | | | 12.281 | 116.90 3 | 87.9959 | 106.9798 | 21.54 2 |

Tabla 4: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Plantación: parcela # 4

Fecha de medición 20 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 20 de marzo 2018

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCIA | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COMER | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacenado /ha |
|----------|----------|----------|-----------------|------------|-----------|-----------|---------------------|------------------------|
| Caoba | 0.28 | 13 | 2 | 0.0615 | 0.5603 | 0.0862 | 0.3982 | |
| Caoba | 0.1 | 7 | 4 | 0.0078 | 0.0384 | 0.0219 | 0.0505 | |
| Caoba | 0.18 | 7 | 4 | 0.0254 | 0.1246 | 0.0712 | 0.1097 | |
| Caoba | 0.16 | 6 | 4 | 0.0201 | 0.0844 | 0.0562 | 0.0788 | |
| Caoba | 0.38 | 12 | 6 | 0.1134 | 0.9526 | 0.4763 | 0.5439 | |
| Caoba | 0.34 | 11 | 4 | 0.0907 | 0.6991 | 0.2542 | 0.4253 | |
| Caoba | 0.37 | 15 | 11 | 0.1075 | 1.1289 | 0.8279 | 0.6772 | |
| Caoba | 0.3 | 14 | 10 | 0.0706 | 0.6927 | 0.494 | 0.47466 | |
| Caoba | 0.27 | 13 | 6 | 0.0572 | 0.5210 | 0.2404 | 0.3795 | |
| Caoba | 0.24 | 11 | 7 | 0.0452 | 0.34834 | 0.2216 | 0.2685 | |
| Caoba | 0.61 | 15 | 10 | 0.2922 | 3.0685 | 2.0457 | 1.3103 | |
| Caoba | 0.26 | 15 | 5 | 0.0530 | 0.5574 | 0.1858 | 0.4251 | |
| Caoba | 0.37 | 15 | 7 | 0.1075 | 1.1289 | 0.5268 | 0.6772 | |
| Caoba | 0.18 | 12 | 5 | 0.0254 | 0.2137 | 0.0890 | 0.2028 | |
| Caoba | 0.25 | 12 | 8 | 0.0490 | 0.4123 | 0.2748 | 0.3130 | |
| Caoba | 0.29 | 13 | 9 | 0.0660 | 0.6010 | 0.4161 | 0.4171 | |
| Caoba | 0.19 | 12 | 2 | 0.0283 | 0.2381 | 0.0396 | 0.2178 | |

| | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|----|---------------|----------------------|----------------|-----------------|----------------|
| Caoba | 0.21 | 15 | 5 | 0.0346 | 0.3636 | 0.1212 | 0.3206 | |
| Caoba | 0.29 | 15 | 5 | 0.0660 | 0.6935 | 0.2311 | 0.4910 | |
| Caoba | 0.2 | 11 | 4 | 0.0314 | 0.2419 | 0.0879 | 0.2111 | |
| Caoba | 0.13 | 11 | 4 | 0.0132 | 0.1022 | 0.0371 | 0.1195 | |
| Caoba | 0.22 | 13 | 8 | 0.0380 | 0.3459 | 0.2128 | 0.2896 | |
| Caoba | 0.31 | 13 | 5 | 0.0754 | 0.6868 | 0.2641 | 0.4555 | |
| Caoba | 0.39 | 17 | 6 | 0.1194 | 1.4215 | 0.5017 | 0.8373 | |
| Caoba | 0.11 | 5 | 2 | 0.0095 | 0.0332 | 0.0133 | 0.0390 | |
| Caoba | 0.33 | 18 | 10 | 0.0855 | 1.0776 | 0.5987 | 0.7168 | |
| TOTAL | | | | 1.6950 | 16.3377 | 8.3976 | 10.4511 | |
| Total/h a | | | | 18.833 | 181.530 6 | 93.3074 | 116.1242 | 23.1621 |

Tabla 5: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Plantación: parcela # 5

Fecha de medición 20 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 20 de marzo 2018

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCIA | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COMER | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacenado /ha |
|----------|----------|----------|-----------------|------------|-----------|-----------|---------------------|------------------------|
| Pino | 0.43 | 28 | 18 | 0.1452 | 1.911 | 1.2285 | 1.6824 | |
| Teca | 0.23 | 17 | 8 | 0.0415 | 0.4944 | 0.232 | 0.4170 | |
| Teca | 0.24 | 17 | 6 | 0.0452 | 0.5383 | 0.1900 | 0.4411 | |
| Teca | 0.22 | 14 | 6 | 0.0380 | 0.3725 | 0.1596 | 0.3151 | |
| Teca | 0.27 | 15 | 8 | 0.0572 | 0.6011 | 0.3206 | 0.4468 | |
| Teca | 0.26 | 17 | 4 | 0.0530 | 0.6318 | 0.1486 | 0.4903 | |
| Teca | 0.17 | 12 | 6 | 0.0226 | 0.1906 | 0.0953 | 0.1881 | |
| Teca | 0.23 | 15 | 11 | 0.0415 | 0.4362 | 0.3199 | 0.3615 | |
| Teca | 0.26 | 6 | 1 | 0.0530 | 0.2229 | 0.0371 | 0.1495 | |
| Teca | 0.28 | 15 | 8 | 0.0615 | 0.6465 | 0.3448 | 0.4688 | |
| Teca | 0.31 | 16 | 7 | 0.0754 | 0.8453 | 0.3698 | 0.5771 | |
| Teca | 0.22 | 13 | 5 | 0.0380 | 0.3459 | 0.1330 | 0.2896 | |
| Teca | 0.25 | 15 | 8 | 0.0490 | 0.5154 | 0.2748 | 0.4036 | |
| Teca | 0.22 | 14 | 6 | 0.0380 | 0.3725 | 0.1596 | 0.3151 | |
| Teca | 0.26 | 12 | 4 | 0.0530 | 0.4459 | 0.1486 | 0.3296 | |
| Teca | 0.35 | 19 | 6 | 0.0962 | 1.2796 | 0.4040 | 0.8240 | |
| Teca | 0.11 | 7 | 2 | 0.0095 | 0.0465 | 0.0133 | 0.0572 | |

| | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|---|---------------------|----------------------|---------------------|----------------|---------------------|
| Teca | 0.34 | 18 | 7 | 0.0907 | 1.1439 | 0.4448 | 0.7456 | |
| Teca | 0.21 | 10 | 4 | 0.0346 | 0.2424 | 0.0969 | 0.2019 | |
| TOTAL | | | | 1.0441 | 9.3725 | 5.1227 | 8.7054 | |
| Total/h a | | | | 11.601 2 | 104.139 3 | 56.919 6 | 96.7270 | 19.708 0 |

Tabla 6: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 6

Fecha de medición 20 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 20 de marzo 2018

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCIA | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COMER | Biomasa, kg/arb/año | Carbono almacenad o/ha |
|--------------|----------|----------|-----------------|------------|-----------|-----------|---------------------|------------------------|
| Guavillo | 0.11 | 6 | 4 | 0.0095 | 0.0399 | 0.0266 | 0.0428 | |
| Igualtil | 0.15 | 8 | 6 | 0.0176 | 0.0989 | 0.0742 | 0.0973 | |
| Guavillo | 0.57 | 22 | 6 | 0.2551 | 3.9297 | 1.0717 | 3.3163 | |
| Masorquillo | 0.28 | 12 | 5 | 0.0615 | 0.5172 | 0.2155 | 0.5057 | |
| Nancite | 0.21 | 12 | 6 | 0.0346 | 0.2909 | 0.1454 | 0.2380 | |
| Cebo | 0.35 | 25 | 6 | 0.0962 | 1.6837 | 0.4040 | 0.9276 | |
| Nanciton | 0.39 | 16 | 10 | 0.1194 | 1.3379 | 0.8362 | 1.2153 | |
| Guarumo | 0.21 | 14 | 11 | 0.0346 | 0.3394 | 0.2666 | 0.2391 | |
| Masorquillo | 0.25 | 14 | 5 | 0.0490 | 0.4810 | 0.1718 | 0.3775 | |
| Masorquillo | 0.2 | 15 | 5 | 0.0314 | 0.3298 | 0.1099 | 0.2108 | |
| Guaba Blanca | 0.31 | 15 | 6 | 0.0754 | 0.7925 | 0.3170 | 0.6647 | |
| Masorquillo | 0.21 | 14 | 5 | 0.0346 | 0.3394 | 0.1212 | 0.2391 | |
| Igualtil | 0.18 | 10 | 4 | 0.0254 | 0.1781 | 0.0712 | 0.1580 | |

| | | | | | | | | |
|-------------------|------|----|----|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| Guácimo Molenillo | 0.18 | 12 | 4 | 0.0254 4 | 0.21375 | 0.0712 | 0.1589 | |
| Guavillo | 0.22 | 12 | 6 | 0.0380 | 0.3193 | 0.1596 | 0.2688 | |
| Nancite | 0.26 | 10 | 6 | 0.0530 | 0.3716 | 0.2229 | 0.4142 | |
| Guácimo Molenillo | 0.32 | 16 | 8 | 0.0804 | 0.9007 | 0.4503 | 0.7237 | |
| Chilamate | 0.89 | 22 | 5 | 0.6221 | 9.5805 | 2.1774 | 10.6579 | |
| Tabacón | 0.34 | 15 | 3 | 0.0907 | 0.9533 | 0.1906 | 0.8467 | |
| Pan Blanco | 0.19 | 10 | 5 | 0.0283 | 0.1984 | 0.0992 | 0.1821 | |
| Guácimo Ternero | 0.15 | 14 | 6 | 0.0176 | 0.1731 | 0.0742 | 0.0990 | |
| Cedro real | 0.23 | 20 | 5 | 0.0415 | 0.5816 | 0.1454 | 0.3067 | |
| Guácimo Ternero | 0.18 | 13 | 8 | 0.0254 | 0.2315 | 0.1425 | 0.1593 | |
| Nanciton | 0.17 | 10 | 6 | 0.0226 | 0.1588 | 0.0953 | 0.1360 | |
| Chilamate | 0.95 | 25 | 10 | 0.7088 | 12.4044 | 4.9617 | 12.6932 | |
| Chilamate | 0.99 | 25 | 10 | 0.7697 | 13.4709 | 5.3883 | 14.1417 | |
| TOTAL | | | | 3.3691 | 49.917 | 18.0110 | 49.0216 | |
| Total/ha | | | | 37.434 7 | 554.637 6 | 200.122 3 | 544.684 5 | 90.754 9 |

Tabla 7: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 7

Fecha de medición 20 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 21 de marzo 2018

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCIAL | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COMER | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacenado /ha |
|-----------------|----------|----------|------------------|------------|-----------|-----------|---------------------|------------------------|
| Guapinol | 0.21 | 15 | 6 | 0.0346 | 0.3636 | 0.1454 | 0.2396 | |
| Pan Blanco | 0.17 | 11 | 3 | 0.0226 | 0.1747 | 0.0476 | 0.1364 | |
| Muñeco | 0.21 | 9 | 6 | 0.0346 | 0.2182 | 0.1454 | 0.2359 | |
| Nanciton | 0.14 | 7 | 5 | 0.0153 | 0.0754 | 0.0538 | 0.0809 | |
| Muñeco | 0.14 | 6 | 2 | 0.0153 | 0.0646 | 0.0215 | 0.0805 | |
| Laurel | 0.16 | 10 | 5 | 0.0201 | 0.1407 | 0.0703 | 0.1160 | |
| Guácimo Ternero | 0.15 | 8 | 5 | 0.0176 | 0.0989 | 0.0618 | 0.0973 | |
| Guácimo Ternero | 0.12 | 7 | 4 | 0.0113 | 0.0554 | 0.0316 | 0.0540 | |
| Pan Blanco | 0.2 | 7 | 2 | 0.0314 | 0.1539 | 0.0439 | 0.2060 | |
| Guácimo Ternero | 0.11 | 9 | 4 | 0.0095 | 0.0598 | 0.0266 | 0.0433 | |
| Cordoncillo | 0.15 | 11 | 6 | 0.0176 | 0.1360 | 0.074 | 0.0983 | |
| Guácimo Ternero | 0.19 | 20 | 8 | 0.0283 | 0.3969 | 0.1587 | 0.1859 | |

| | | | | | | | | |
|--------------------|------|----|----|---------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| Guácimo Ternero | 0.2 | 18 | 10 | 0.0314 | 0.3958 | 0.2199 | 0.2120 | |
| Aguacate | 0.38 | 12 | 8 | 0.1134 | 0.9526 | 0.6351 | 1.1256 | |
| Guácimo Ternero | 0.19 | 15 | 9 | 0.0283 | 0.2977 | 0.1786 | 0.1843 | |
| Guácimo Ternero | 0.16 | 15 | 8 | 0.0201 | 0.2111 | 0.1125 | 0.1175 | |
| Muñeco | 0.17 | 5 | 4 | 0.0226 | 0.0794 | 0.063 | 0.1332 | |
| Guácimo Ternero | 0.15 | 4 | 4 | 0.017 | 0.0494 | 0.0494 | 0.0953 | |
| Guácimo Ternero | 0.19 | 10 | 8 | 0.0283 | 0.1984 | 0.1587 | 0.1821 | |
| Laurel | 0.16 | 8 | 2 | 0.0201 | 0.1125 | 0.0281 | 0.1153 | |
| TOTAL | | | | 0.5409 | 4.2359 | 2.3277 | 3.5007 | |
| Total/ha | | | | 6.0100 | 47.0667 | 25.8634 | 38.8972 | 8.8118 |

Tabla 8: Formato para recolección de dato del inventario
Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea
Ecosistema bosque: parcela # 8
Fecha de medición 20 de marzo 2018
Fecha de establecimiento de la parcela 21 de marzo 2018

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCI T | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COMER T | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacenad o/há |
|--------------------|----------|-------------|------------------------|---------------|--------------|-------------------|------------------------|------------------------------|
| Guácimo Ternero | 0.17 | 18 | 8 | 0.0226 | 0.2859 | 0.127 | 0.1384 | |
| Capirote | 0.12 | 6 | 1 | 0.0113 | 0.0475 | 0.007 | 0.0538 | |
| Guácimo Ternero | 0.14 | 15 | 7 | 0.0153 | 0.1616 | 0.075 | 0.0828 | |
| Laurel | 0.21 | 20 | 10 | 0.0346 | 0.4849 | 0.242 | 0.2416 | |
| Guácimo Ternero | 0.19 | 8 | 5 | 0.0283 | 0.1587 | 0.099 | 0.1808 | |
| Guácimo Ternero | 0.12 | 6 | 4 | 0.0113 | 0.0475 | 0.031 | 0.0538 | |
| Nancite | 0.3 | 10 | 2 | 0.0706 | 0.4948 | 0.098 | 0.6026 | |
| Guácimo Ternero | 0.14 | 8 | 6 | 0.0153 | 0.0862 | 0.064 | 0.0812 | |
| Capirote | 0.12 | 6 | 2 | 0.0113 | 0.0475 | 0.015 | 0.0538 | |
| Marañón | 0.16 | 8 | 5 | 0.0201 | 0.1125 | 0.070 | 0.1153 | |
| Guácimo Ternero | 0.19 | 9 | 6 | 0.0283 | 0.1786 | 0.119 | 0.1815 | |
| Guácimo Ternero | 0.14 | 13 | 7 | 0.0153 | 0.1400 | 0.075 | 0.0824 | |
| Laurel | 0.14 | 7 | 4 | 0.0153 | 0.0754 | 0.043 | 0.0809 | |

| | | | | | | | | |
|--------------------|------|----|---|---------------|---------------------------|--------------|---------------------------|--------------------------|
| Marañón | 0.2 | 8 | 5 | 0.0314 | 0.1759 | 0.109 | 0.2069 | |
| Marañón | 0.19 | 8 | 5 | 0.0283 | 0.1587 | 0.099 | 0.1808 | |
| Marañón | 0.2 | 8 | 5 | 0.0314 | 0.1759 | 0.109 | 0.2069 | |
| Marañón | 0.18 | 8 | 5 | 0.0254 | 0.1425 | 0.089 | 0.1570 | |
| Guácimo Ternero | 0.16 | 8 | 5 | 0.0201 | 0.1125 | 0.070 | 0.1153 | |
| Guácimo Ternero | 0.16 | 9 | 5 | 0.0201 | 0.1266 | 0.070 | 0.1157 | |
| Madero | 0.28 | 8 | 2 | 0.0615 | 0.3448 | 0.086 | 0.4996 | |
| Laurel | 0.11 | 6 | 3 | 0.0095 | 0.0399 | 0.019 | 0.0428 | |
| Nancite | 0.13 | 6 | 3 | 0.0132 | 0.0557 | 0.027 | 0.0663 | |
| Nancite | 0.16 | 6 | 3 | 0.0201 | 0.0844 | 0.042 | 0.1143 | |
| Nancite | 0.13 | 5 | 3 | 0.0132 | 0.0464 | 0.027 | 0.0659 | |
| Nancite | 0.13 | 5 | 3 | 0.0132 | 0.0464 | 0.027 | 0.0659 | |
| Guarumo | 0.24 | 7 | 5 | 0.0452 | 0.2216 | 0.158 | 0.3322 | |
| Peine de mico | 0.13 | 6 | 3 | 0.0132 | 0.0557 | 0.027 | 0.0663 | |
| Acacia | 0.22 | 10 | 5 | 0.0380 | 0.2660 | 0.133 | 0.2673 | |
| TOTAL | | | | 0.6847 | 4.3753 | 2.171 | 4.4534 | |
| Total/ha | | | | 7.6079 | 48.614 6 | 24.12 | 49.482 2 | 10.90 0 |

**Tabla 9: Formato para recolección de dato del inventario
Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea
Ecosistema bosque: parcela # 9
Fecha de medición 20 de marzo 2018
Fecha de establecimiento de la parcela 21 de marzo 2018**

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCI | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COMER | Biomasa, kg/ár/b/año | Carbono almacenad o/ha |
|-------------|----------|-------------|-------------------|---------------|--------------|--------------|-------------------------|------------------------------|
| Capirote | 0.12 | 6 | 2 | 0.0113 | 0.047 | 0.0158 | 0.0538 | |
| Cedrillo | 0.32 | 5 | 13 | 0.0804 | 0.281 | 0.7318 | 0.6989 | |
| Capirote | 0.1 | 5 | 2 | 0.0078 | 0.027 | 0.0109 | 0.0331 | |
| Guácimo | 0.23 | 12 | 6 | 0.0415 | 0.349 | 0.1745 | 0.3020 | |
| Acacia | 0.25 | 25 | 8 | 0.0490 | 0.859 | 0.2748 | 0.3841 | |
| Guácimo | 0.23 | 13 | 11 | 0.0415 | 0.378 | 0.3199 | 0.3027 | |
| Capirote | 0.12 | 6 | 2 | 0.0113 | 0.047 | 0.0158 | 0.0538 | |
| Cedrillo | 0.32 | 5 | 14 | 0.0804 | 0.281 | 0.7881 | 0.6989 | |
| Guarumo | 0.13 | 11 | 4 | 0.0132 | 0.102 | 0.0371 | 0.0675 | |
| Poroporo | 0.24 | 8 | 3 | 0.0452 | 0.253 | 0.0950 | 0.3336 | |
| Capirote | 0.13 | 8 | 2 | 0.0132 | 0.074 | 0.0185 | 0.0669 | |
| Nancite | 0.14 | 7 | 2 | 0.0153 | 0.075 | 0.0215 | 0.0809 | |
| Nancite | 0.16 | 8 | 3 | 0.0201 | 0.112 | 0.0422 | 0.1153 | |
| Guarumo | 0.16 | 9 | 4 | 0.0201 | 0.126 | 0.0562 | 0.1157 | |
| Capirote | 0.11 | 6 | 2 | 0.0095 | 0.039 | 0.0133 | 0.0428 | |
| Poroporo | 0.11 | 7 | 3 | 0.0095 | 0.046 | 0.0199 | 0.0430 | |
| Poroporo | 0.1 | 8 | 4 | 0.0078 | 0.043 | 0.0219 | 0.0336 | |
| Capirote | 0.13 | 6 | 2 | 0.0132 | 0.055 | 0.0185 | 0.0663 | |

| | | | | | | | | |
|-----------------|------|---|---|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------|
| Guácimo | 0.14 | 7 | 4 | 0.0153 | 0.075 | 0.0431 | 0.0809 | |
| TOTAL | | | | 0.5064 | 3.277 | 2.7197 | 3.5747 | |
| Total/ha | | | | 5.6269 | 36.419 | 30.219 | 39.7191 | 8.976 |

Tabla 10: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 10

Fecha de medición 20 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 21 de marzo 2018

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCI T | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COMER | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacenad o/ha |
|--------------|----------|-------------|------------------------|---------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------------|
| Acacia | 0.12 | 12 | 8 | 0.011 | 0.095 | 0.063 | 0.054 | |
| Capirote | 0.1 | 5 | 3 | 0.007 | 0.027 | 0.016 | 0.033 | |
| Cola de pavo | 0.1 | 9 | 4 | 0.007 | 0.049 | 0.021 | 0.033 | |
| Muñeco | 0.21 | 13 | 6 | 0.034 | 0.315 | 0.145 | 0.238 | |
| Muñeco | 0.2 | 8 | 6 | 0.031 | 0.175 | 0.131 | 0.206 | |
| Nancite | 0.11 | 7 | 3 | 0.009 | 0.046 | 0.019 | 0.043 | |
| Teca | 0.2 | 8 | 5 | 0.031 | 0.175 | 0.109 | 0.146 | |
| Teca | 0.22 | 11 | 6 | 0.038 | 0.292 | 0.159 | 0.239 | |
| Teca | 0.1 | 6 | 3 | 0.007 | 0.032 | 0.016 | 0.042 | |
| Teca | 0.1 | 7 | 4 | 0.007 | 0.038 | 0.021 | 0.050 | |
| Teca | 0.25 | 9 | 4 | 0.049 | 0.309 | 0.137 | 0.225 | |
| Teca | 0.3 | 9 | 5 | 0.070 | 0.445 | 0.247 | 0.286 | |
| Teca | 0.18 | 7 | 4 | 0.025 | 0.124 | 0.071 | 0.109 | |
| Teca | 0.31 | 13 | 6 | 0.075 | 0.686 | 0.317 | 0.455 | |
| Teca | 0.24 | 12 | 4 | 0.045 | 0.380 | 0.126 | 0.296 | |
| Teca | 0.19 | 7 | 4 | 0.028 | 0.138 | 0.079 | 0.117 | |

| | | | | | | | | |
|----------------------|------|---|---|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| Teca | 0.22 | 8 | 5 | 0.038 | 0.212 | 0.133 | 0.166 | |
| Teca | 0.18 | 7 | 4 | 0.025 | 0.124 | 0.071 | 0.109 | |
| TOTAL | | | | 0.545 | 3.672 | 1.890 | 2.857 | |
| Total/h a | | | | 6.060 | 40.804 | 21.008 | 31.754 | 7.365 |

**Tabla 11: Formato para recolección de dato del inventario
Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea
Ecosistema bosque: parcela # 11
Fecha de medición 20 de marzo 2018
Fecha de establecimiento de la parcela 21 de marzo 2018**

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCI | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COMER | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacenad o/ha |
|----------------------|----------|-------------|-------------------|---------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------------|
| Aguacate de monte | 0.13 | 11 | 5 | 0.013 | 0.102 | 0.046 | 0.067 | |
| Aguacate de monte | 0.13 | 9 | 4 | 0.013 | 0.083 | 0.037 | 0.067 | |
| Capirote | 0.24 | 7 | 2 | 0.045 | 0.221 | 0.063 | 0.332 | |
| Capirote | 0.13 | 6 | 2 | 0.013 | 0.055 | 0.018 | 0.066 | |
| Capirote | 0.12 | 7 | 3 | 0.011 | 0.055 | 0.023 | 0.054 | |
| Cola de pavo | 0.21 | 8 | 5 | 0.034 | 0.193 | 0.121 | 0.235 | |
| Corroncha | 0.23 | 12 | 7 | 0.041 | 0.349 | 0.203 | 0.302 | |
| Corroncha | 0.12 | 12 | 6 | 0.011 | 0.095 | 0.047 | 0.054 | |
| Corroncha | 0.16 | 9 | 4 | 0.020 | 0.126 | 0.056 | 0.115 | |
| Laurel | 0.15 | 7 | 3 | 0.017 | 0.086 | 0.037 | 0.096 | |
| Muñeco | 0.24 | 9 | 7 | 0.045 | 0.285 | 0.221 | 0.334 | |
| nancite | 0.1 | 7 | 4 | 0.007 | 0.038 | 0.021 | 0.033 | |
| Teca | 0.19 | 12 | 4 | 0.028 | 0.238 | 0.079 | 0.217 | |
| Teca | 0.34 | 13 | 6 | 0.090 | 0.826 | 0.381 | 0.514 | |
| Teca | 0.22 | 11 | 5 | 0.038 | 0.292 | 0.133 | 0.239 | |
| Teca | 0.24 | 7 | 3 | 0.045 | 0.221 | 0.095 | 0.160 | |

| | | | | | | | | |
|-----------------|------|----|---|--------------------------|---------------|---------------|---------------|-------------------------|
| Teca | 0.38 | 14 | 8 | 0.113 | 1.111 | 0.635 | 0.648 | |
| Teca | 0.21 | 9 | 5 | 0.034 | 0.218 | 0.121 | 0.179 | |
| Teca | 0.28 | 10 | 4 | 0.061 | 0.431 | 0.172 | 0.295 | |
| TOTAL | | | | 0.686 | 5.032 | 2.516 | 4.015 | |
| Total/ha | | | | 7.630 5 | 55.919 | 27.957 | 44.620 | 9.94 8 |

Tabla 12: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 12

Fecha de medición 21 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 21 de marzo 2018

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCI | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COMER | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacenad o/ha |
|-----------------------------|----------|-------------|-------------------|---------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------------|
| Corronch a de lagarto | 0.2 | 5 | 3 | 0.031 | 0.109 | 0.065 | 0.204 | |
| Corronch a de lagarto | 0.2 | 6 | 2 | 0.031 | 0.131 | 0.043 | 0.205 | |
| Nancite | 0.1 | 6 | 2 | 0.007 | 0.032 | 0.010 | 0.033 | |
| Madero negro | 0.14 | 6 | 2 | 0.015 | 0.064 | 0.021 | 0.080 | |
| Roble | 0.27 | 8 | 4 | 0.057 | 0.320 | 0.160 | 0.454 | |
| Nancite | 0.29 | 8 | 4 | 0.066 | 0.369 | 0.184 | 0.547 | |
| Nancite | 0.43 | 14 | 6 | 0.145 | 1.423 | 0.609 | 1.563 | |

| | | | | | | | | |
|-----------------|------|----|---|--------------------|---------------------|--------------------|----------------|---------------|
| Nancite | 0.49 | 14 | 5 | 0.188 | 1.848 | 0.660 | 2.201 | |
| Acacia | 0.42 | 18 | 8 | 0.138 | 1.745 | 0.775 | 1.481 | |
| Nancite | 0.15 | 8 | 3 | 0.017 | 0.098 | 0.037 | 0.097 | |
| Nancite | 0.14 | 8 | 3 | 0.015 | 0.086 | 0.032 | 0.081 | |
| Nancite | 0.17 | 8 | 4 | 0.022 | 0.127 | 0.063 | 0.135 | |
| Acacia | 0.29 | 19 | 9 | 0.066 | 0.878 | 0.416 | 0.562 | |
| Acacia | 0.43 | 20 | 6 | 0.145 | 2.033 | 0.609 | 1.580 | |
| Nancite | 0.16 | 7 | 3 | 0.020 | 0.098 | 0.042 | 0.114 | |
| Nancite | 0.13 | 8 | 2 | 0.013 | 0.074 | 0.018 | 0.066 | |
| Nancite | 0.1 | 5 | 1 | 0.007 | 0.027 | 0.005 | 0.033 | |
| Roble | 0.29 | 11 | 5 | 0.066 | 0.508 | 0.231 | 0.552 | |
| TOTAL | | | | 1.056 0 | 9.979 | 3.990 | 9.995 | |
| Total/ha | | | | 11.73 3 | 110.88 5 | 44.33 4 | 111.056 | 22.266 |

Tabla 13: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 13

Fecha de medición 22 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 22 de marzo 2018

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCI | AREA BASAL | VOLUME N T | VOL COMER | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacena do/ha |
|-------------|----------|-------------|-------------------|---------------|---------------|--------------|------------------------|------------------------------|
| Nancite | 0.1 | 6 | 2 | 0.007 | 0.032 | 0.010 | 0.033 | |
| Nancite | 0.12 | 6 | 2 | 0.011 | 0.047 | 0.015 | 0.053 | |
| Nancite | 0.12 | 7 | 3 | 0.011 | 0.055 | 0.023 | 0.054 | |
| Nancite | 0.1 | 7 | 1 | 0.007 | 0.038 | 0.005 | 0.033 | |
| Nancite | 0.11 | 7 | 1 | 0.009 | 0.046 | 0.006 | 0.043 | |
| Nancite | 0.12 | 8 | 3 | 0.011 | 0.063 | 0.023 | 0.054 | |
| Nancite | 0.14 | 8 | 3 | 0.015 | 0.086 | 0.032 | 0.081 | |
| Nancite | 0.13 | 7 | 2 | 0.013 | 0.065 | 0.018 | 0.066 | |
| Nancite | 0.13 | 8 | 3 | 0.013 | 0.074 | 0.027 | 0.066 | |
| Nancite | 0.14 | 5 | 3 | 0.015 | 0.053 | 0.032 | 0.080 | |
| Nancite | 0.1 | 5 | 1 | 0.007 | 0.027 | 0.005 | 0.033 | |
| Nancite | 0.21 | 6 | 2 | 0.034 | 0.145 | 0.048 | 0.233 | |
| Nancite | 0.1 | 6 | 2 | 0.007 | 0.032 | 0.010 | 0.033 | |
| Nancite | 0.15 | 5 | 2 | 0.017 | 0.061 | 0.024 | 0.096 | |
| Nancite | 0.14 | 6 | 2 | 0.015 | 0.064 | 0.021 | 0.080 | |
| Nancite | 0.14 | 5 | 1 | 0.015 | 0.053 | 0.010 | 0.080 | |
| Nancite | 0.12 | 4 | 2 | 0.011 | 0.031 | 0.015 | 0.053 | |

| | | | | | | | | |
|-----------------------------|------|----|----|---------------|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Nancite | 0.1 | 4 | 1 | 0.007 | 0.021 | 0.005 | 0.032 | |
| corronch a de lagarto | 0.21 | 15 | 6 | 0.034 | 0.363 | 0.145 | 0.239 | |
| Acacia | 0.37 | 20 | 10 | 0.107 | 1.505 | 0.752 | 0.940 | |
| Acacia | 0.29 | 22 | 5 | 0.066 | 1.017 | 0.231 | 0.759 | |
| Acacia | 0.35 | 17 | 5 | 0.096 | 1.144 | 0.336 | 0.725 | |
| Acacia | 0.5 | 20 | 5 | 0.196 | 2.748 | 0.687 | 1.398 | |
| Acacia | 0.41 | 15 | 4 | 0.132 | 1.386 | 0.369 | 0.775 | |
| Acacia | 0.44 | 15 | 6 | 0.152 | 1.596 | 0.638 | 0.851 | |
| TOTAL | | | | 1.019 | 10.766 | 3.502 | 6.900 | |
| Total/ha | | | | 11.325 | 119.628 | 38.917 | 76.677 | 16.051 |

Tabla 14: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 14

Fecha de medición 22 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 22 de marzo 2018

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCI | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COMER | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacenad o/ha |
|----------------------|----------|-------------|-------------------|---------------|---------------------|---------------|------------------------|------------------------------|
| Acacia | 0.51 | 17 | 6 | 0.204 | 2.430 | 0.857 | 1.193 | |
| Acacia | 0.43 | 15 | 6 | 0.145 | 1.524 | 0.609 | 0.825 | |
| Acacia | 0.34 | 16 | 7 | 0.090 | 1.016 | 0.444 | 0.652 | |
| Acacia | 0.31 | 12 | 3 | 0.075 | 0.634 | 0.158 | 0.415 | |
| Acacia | 0.21 | 12 | 4 | 0.034 | 0.290 | 0.096 | 0.248 | |
| Acacia | 0.18 | 12 | 4 | 0.025 | 0.213 | 0.071 | 0.202 | |
| Acacia | 0.46 | 19 | 8 | 0.166 | 2.210 | 0.930 | 1.182 | |
| Acacia | 0.15 | 8 | 2 | 0.017 | 0.098 | 0.024 | 0.100 | |
| Nancite | 0.11 | 5 | 2 | 0.009 | 0.033 | 0.013 | 0.039 | |
| Nancite | 0.13 | 6 | 3 | 0.013 | 0.055 | 0.027 | 0.059 | |
| Nancite | 0.1 | 5 | 2 | 0.007 | 0.027 | 0.010 | 0.034 | |
| Teca | 0.23 | 10 | 4 | 0.041 | 0.290 | 0.116 | 0.227 | |
| Teca | 0.23 | 12 | 4 | 0.041 | 0.349 | 0.116 | 0.280 | |
| TOTAL | | | | 0.873 | 9.176 | 3.479 | 5.462 | |
| Total/h a | | | | 9.704 | 101.96 6 | 38.664 | 60.692 | 13.055 |

Tabla 15: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 15

Fecha de medición 22 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 22 de marzo 2018

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCI T | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COMER | Biomasa, kg/arb/año | Carbono almacenad c/ha |
|-------------|----------|-------------|------------------------|---------------|--------------|--------------|------------------------|------------------------------|
| Acacia | 0.15 | 12 | 6 | 0.017 | 0.148 | 0.074 | 0.159 | |
| Acacia | 0.3 | 15 | 8 | 0.070 | 0.742 | 0.395 | 0.513 | |
| Acacia | 0.3 | 16 | 6 | 0.070 | 0.791 | 0.296 | 0.552 | |
| Acacia | 0.19 | 5 | 8 | 0.028 | 0.099 | 0.158 | 0.080 | |
| Acacia | 0.35 | 13 | 7 | 0.096 | 0.875 | 0.471 | 0.534 | |
| Acacia | 0.25 | 10 | 8 | 0.049 | 0.343 | 0.274 | 0.254 | |
| Acacia | 0.32 | 32 | 6 | 0.080 | 1.801 | 0.337 | 1.326 | |
| Acacia | 0.35 | 35 | 8 | 0.096 | 2.357 | 0.538 | 1.653 | |
| Acacia | 0.39 | 39 | 5 | 0.119 | 3.261 | 0.418 | 2.157 | |
| Acacia | 0.29 | 29 | 5 | 0.066 | 1.340 | 0.231 | 1.041 | |
| Capirote | 0.12 | 12 | 3 | 0.011 | 0.095 | 0.023 | 0.054 | |
| Capirote | 0.14 | 14 | 1 | 0.015 | 0.150 | 0.010 | 0.082 | |
| Frijolillo | 0.3 | 14 | 6 | 0.070 | 0.692 | 0.296 | 0.608 | |
| Guarumo | 0.15 | 15 | 4 | 0.017 | 0.185 | 0.049 | 0.099 | |
| Guarumo | 0.19 | 19 | 5 | 0.028 | 0.377 | 0.099 | 0.185 | |
| Guarumo | 0.1 | 10 | 2 | 0.007 | 0.054 | 0.010 | 0.033 | |
| Laurel | 0.14 | 8 | 5 | 0.015 | 0.086 | 0.053 | 0.081 | |

| | | | | | | | | |
|-----------------|------|----|---|---------------|----------------|---------------|----------------|---------------|
| Laurel | 0.22 | 22 | 7 | 0.038 | 0.585 | 0.186 | 0.273 | |
| Muñeco | 0.2 | 20 | 7 | 0.031 | 0.439 | 0.153 | 0.212 | |
| Nancite | 0.2 | 10 | 5 | 0.031 | 0.219 | 0.109 | 0.208 | |
| Nancite | 0.24 | 10 | 4 | 0.045 | 0.316 | 0.126 | 0.335 | |
| Piojillo | 0.15 | 15 | 2 | 0.017 | 0.185 | 0.024 | 0.099 | |
| Poroporo | 0.11 | 11 | 2 | 0.009 | 0.073 | 0.013 | 0.043 | |
| Poroporo | 0.15 | 15 | 4 | 0.017 | 0.185 | 0.049 | 0.099 | |
| Poroporo | 0.1 | 10 | 2 | 0.007 | 0.054 | 0.010 | 0.033 | |
| Teca | 0.3 | 13 | 7 | 0.070 | 0.643 | 0.346 | 0.607 | |
| TOTAL | | | | 1.130 | 16.108 | 4.764 | 11.334 | |
| Total/ha | | | | 12.566 | 178.980 | 52.940 | 125.934 | 24.882 |

Tabla 16: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 16

Fecha de medición 22 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 22 de marzo 2018

| NOMB RE COM UN | DAP (cm) | ALTU RA T | ALTURA COMER CIAL | Are a bas al | VOLU MEN T | Volum en comer cial | Bioma sa, kg/árb/ año | Carbono almacena do/ha |
|-------------------------|-------------|--------------|-------------------------|-----------------------|---------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Acacia | 0.28 | 17 | 10 | 0.0 61 | 0.732 | 0.431 | 0.540 | |
| Acacia | 0.36 | 16 | 4 | 0.1 01 | 1.140 | 0.285 | 0.703 | |
| Acacia | 0.45 | 18 | 10 | 0.1 59 | 2.003 | 1.113 | 1.079 | |
| Acacia | 0.3 | 16 | 10 | 0.0 70 | 0.791 | 0.494 | 0.552 | |
| Acacia | 0.28 | 14 | 6 | 0.0 61 | 0.603 | 0.258 | 0.433 | |
| Acacia | 0.3 | 18 | 11 | 0.0 70 | 0.890 | 0.544 | 0.632 | |
| Acacia | 0.18 | 12 | 5 | 0.0 25 | 0.213 | 0.089 | 0.202 | |
| Acacia | 0.25 | 13 | 6 | 0.0 49 | 0.446 | 0.206 | 0.342 | |
| Nancit e | 0.1 | 6 | 3 | 0.0 07 | 0.032 | 0.016 | 0.033 | |
| Nancit e | 0.12 | 5 | 2 | 0.0 11 | 0.039 | 0.015 | 0.053 | |

| | | | | | | | | |
|-----------------|------|----|---|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Nancit e | 0.13 | 6 | 3 | 0.013 | 0.055 | 0.027 | 0.066 | |
| Nancit e | 0.18 | 7 | 1 | 0.025 | 0.124 | 0.017 | 0.156 | |
| Teca | 0.24 | 11 | 4 | 0.045 | 0.348 | 0.126 | 0.336 | |
| TOTAL | | | | 0.703 | 7.424 | 3.626 | 5.133 | |
| Total/ha | | | | 7.811 | 82.492 | 40.299 | 57.041 | 12.359 |

Tabla 17: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 17

Fecha de medición 22 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 22 de marzo 2018

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCIAL | AREAS BASAL | VOLUMEN T | VOLUMEN COMER | Biomas, kg/árb/año | Carbono almacenado/ha |
|----------------------|----------|----------|------------------|-------------|-----------|---------------|--------------------|-----------------------|
| Corroncha de Lagarto | 0.21 | 8 | 6 | 0.034 | 0.193 | 0.145 | 0.235 | |
| Sangre Grado | 0.2 | 19 | 13 | 0.031 | 0.417 | 0.285 | 0.212 | |
| Muñeco | 0.2 | 13 | 10 | 0.03 | 0.285 | 0.219 | 0.209 | |
| Capirote | 0.12 | 6 | 4 | 0.01 | 0.047 | 0.031 | 0.053 | |
| Guanacaste | 0.86 | 23 | 6 | 0.580 | 9.352 | 2.439 | 9.755 | |
| Muñeco | 0.14 | 8 | 4 | 0.015 | 0.086 | 0.043 | 0.081 | |
| Elequeme | 0.46 | 22 | 5 | 0.166 | 2.559 | 0.581 | 1.891 | |
| Aguacate Montero | 0.11 | 6 | 5 | 0.009 | 0.039 | 0.033 | 0.042 | |
| Frijolillo | 0.4 | 8 | 6 | 0.125 | 0.703 | 0.527 | 1.272 | |
| Capirote | 0.15 | 7 | 5 | 0.017 | 0.086 | 0.061 | 0.096 | |

| | | | | | | | | |
|---------------------------|------|----|---|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|
| Guácimo o Molenillo | 0.3 | 10 | 3 | 0.070 | 0.494 | 0.148 | 0.602 | |
| Muñeco | 0.19 | 8 | 5 | 0.028 | 0.158 | 0.099 | 0.180 | |
| guarumo | 0.12 | 9 | 6 | 0.011 | 0.071 | 0.047 | 0.054 | |
| Laurel | 0.26 | 12 | 9 | 0.053 | 0.445 | 0.334 | 0.416 | |
| Cola de pavo | 0.15 | 9 | 4 | 0.017 | 0.111 | 0.049 | 0.097 | |
| Laurel | 0.3 | 18 | 8 | 0.070 | 0.890 | 0.395 | 0.613 | |
| TOTAL | | | | 1.275 | 15.94 | 5.445 | 15.81 | |
| Total/hora | | | | 14.17 | 177.17 | 60.50 | 175.73 | 33.40 |

Tabla 18: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 18

Fecha de medición 22 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 22 de marzo 2018

| NOMBR E C | DAP (cm) | ALT URA T | ALTUR A COMER CIAL | AREA BASA L | VOLU MEN T | VOL COM ER | Biomasa, kg/árb/año | Carbon o almace nado/ha |
|-----------------------------|-------------|-----------------|-----------------------------|-------------------|------------------|------------------|------------------------|----------------------------------|
| Corronc ha de lagarto | 0.6 | 22 | 6 | 0.282 | 4.354 | 1.187 | 3.79 | |
| Laurel | 0.34 | 16 | 7 | 0.090 | 1.016 | 0.444 | 0.848 | |
| Roble | 0.18 | 8 | 3 | 0.025 | 0.142 | 0.053 | 0.157 | |
| Laurel | 0.3 | 14 | 7 | 0.070 | 0.692 | 0.346 | 0.608 | |
| Capirote | 0.15 | 8 | 5 | 0.017 | 0.098 | 0.061 | 0.097 | |
| Guarum o | 0.14 | 9 | 5 | 0.015 | 0.096 | 0.053 | 0.0815 | |
| Laurel | 0.26 | 12 | 9 | 0.053 | 0.445 | 0.334 | 0.416 | |
| Laurel | 0.25 | 12 | 6 | 0.049 | 0.412 | 0.206 | 0.375 | |
| Laurel | 0.31 | 14 | 6 | 0.075 | 0.739 | 0.317 | 0.663 | |
| Nancite | 0.1 | 6 | 3 | 0.007 | 0.032 | 0.016 | 0.033 | |
| Capirote | 0.17 | 7 | 3 | 0.022 | 0.111 | 0.047 | 0.134 | |
| Capirote | 0.13 | 7 | 4 | 0.013 | 0.065 | 0.037 | 0.066 | |
| Poropor o | 0.17 | 10 | 6 | 0.022 | 0.158 | 0.095 | 0.136 | |
| Teca | 0.3 | 9 | 5 | 0.070 | 0.445 | 0.247 | 0.600 | |

| | | | | | | | | |
|-----------------|------|---|---|--------------|--------------|--------------|-----------------|----------------|
| Poroporo | 0.13 | 7 | 3 | 0.013 | 0.065 | 0.027 | 0.066 | |
| Poroporo | 0.16 | 8 | 4 | 0.020 | 0.112 | 0.056 | 0.115 | |
| Poroporo | 0.22 | 9 | 4 | 0.038 | 0.239 | 0.106 | 0.266 | |
| TOTAL | | | | 0.888 | 9.230 | 3.640 | 8.462160 | |
| | | | | 99426 | 86118 | 25831 | 399 | |
| Total/ha | | | | 9.877 | 102.5 | 40.44 | 94.02400 | 19.2205 |
| | | | | 714 | 65124 | 73146 | 443 | 666 |

Tabla 19: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 19

Fecha de medición 22 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 22 de marzo 2018

| NOMBR E C | DAP (cm) | ALT URA T | ALTUR A COM E RCIAL | ARE A BAS AL | VOLU MEN T | VOL COM ER | Biomasa, kg/árb/año | Carbon o almacen ado/ha |
|-----------------------------|-------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------|------------------|------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| Capirote | 0.21 | 9 | 5 | 0.034 | 0.218 | 0.121 | 0.235 | |
| Guarum o | 0.15 | 9 | 6 | 0.017 | 0.111 | 0.074 | 0.097 | |
| Tambor | 0.6 | 26 | 12 | 0.282 | 5.145 | 2.375 | 3.812 | |
| Cedro macho | 0.9 | 18 | 7 | 0.636 | 8.015 | 3.117 | 10.90 | |
| Guaba | 0.17 | 8 | 3 | 0.022 | 0.127 | 0.047 | 0.135 | |
| Corronc ha de lagarto | 0.44 | 27 | 8 | 0.152 | 2.873 | 0.851 | 1.693 | |
| Capirote | 0.13 | 8 | 3 | 0.013 | 0.074 | 0.027 | 0.066 | |
| Laurel | 0.22 | 15 | 7 | 0.038 | 0.399 | 0.186 | 0.270 | |
| Cortez | 0.4 | 20 | 9 | 0.125 | 1.759 | 0.791 | 1.307 | |
| Capirote | 0.11 | 6 | 2 | 0.009 | 0.039 | 0.013 | 0.042 | |
| Laurel | 0.28 | 8 | 5 | 0.061 | 0.344 | 0.215 | 0.499 | |
| Algodón | 0.21 | 9 | 5 | 0.034 | 0.218 | 0.121 | 0.235 | |
| TOTAL | | | | 1.428 | 19.32 | 7.942 | 19.307 | |
| Total/ha | | | | 15.87 3808 | 214.7 | 88.25 31291 | 214.52231 95 | 39.8383 662 |

Tabla 20: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 20

Fecha de medición 22 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 22 de marzo 2018

| NOMBRE C | DA P (c m) | ALTURA T | ALTURA COMERCIAL | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COMER | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacenado/ha |
|--------------|------------|----------|------------------|------------|-----------|-----------|---------------------|-----------------------|
| Laurel | 0.3 | 14 | 5 | 0.119 | 1.170 | 0.418 | 1.210 | |
| Capiro te | 0.11 | 6 | 3 | 0.009 | 0.039 | 0.019 | 0.042 | |
| Marañón | 0.21 | 8 | 4 | 0.034 | 0.193 | 0.096 | 0.235 | |
| Guácimo | 0.21 | 7 | 5 | 0.034 | 0.169 | 0.121 | 0.234 | |
| Algodón | 0.24 | 8 | 5 | 0.045 | 0.253 | 0.158 | 0.333 | |
| Eucalipto | 0.3 | 20 | 12 | 0.070 | 0.989 | 0.593 | 0.615 | |
| Eucalipto | 0.38 | 23 | 12 | 0.113 | 1.825 | 0.952 | 1.147 | |
| Muñeco | 0.12 | 6 | 4 | 0.011 | 0.047 | 0.031 | 0.053 | |
| Capiro te | 0.23 | 10 | 5 | 0.041 | 0.290 | 0.145 | 0.300 | |
| Cola de pavo | 0.16 | 10 | 4 | 0.020 | 0.140 | 0.056 | 0.116 | |

| | | | | | | | | |
|-----------------|------|----|---|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Frijolillo | 0.11 | 6 | 3 | 0.009 | 0.039 | 0.019 | 0.042 | |
| Capirote | 0.17 | 8 | 5 | 0.022 | 0.127 | 0.079 | 0.135 | |
| Algodón | 0.14 | 9 | 6 | 0.015 | 0.096 | 0.064 | 0.081 | |
| Frijolillo | 0.24 | 10 | 4 | 0.045 | 0.316 | 0.126 | 0.335 | |
| Algodón | 0.21 | 7 | 5 | 0.034 | 0.169 | 0.121 | 0.234 | |
| Algodón | 0.13 | 6 | 5 | 0.013 | 0.055 | 0.046 | 0.066 | |
| Eucalipto | 0.43 | 21 | 8 | 0.145 | 2.134 | 0.813 | 1.582 | |
| TOTAL | | | | 0.78 | 8.063 | 3.866 | 6.768 | |
| Total/ha | | | | 8.73 | 89.59 | 42.95 | 75.20 | 15.77 |

Tabla 21: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 21

Fecha de medición 22 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 22 de marzo 2018

| NOM BRE C | DAP (cm) | ALT URA T | ALTUR A COMER CIAL | AREA BASAL | VOLU MEN T | VOL COME R | Bioma sa, kg/árb /año | Carbono almacen ado/ha |
|-----------------|-------------|-----------------|-----------------------------|---------------|---------------|------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Poroporo | 0.15 | 12 | 7 | 0.017 | 0.148 | 0.086 | 0.098 | |
| Poroporo | 0.22 | 8 | 5 | 0.038 | 0.212 | 0.133 | 0.265 | |
| Capirote | 0.15 | 8 | 5 | 0.017 | 0.098 | 0.061 | 0.097 | |
| Guácimo | 0.17 | 9 | 6 | 0.022 | 0.142 | 0.095 | 0.135 | |
| Capirote | 0.16 | 7 | 3 | 0.020 | 0.098 | 0.043 | 0.114 | |
| Capirote | 0.13 | 7 | 2 | 0.013 | 0.065 | 0.018 | 0.066 | |
| laurel | 0.16 | 10 | 6 | 0.020 | 0.140 | 0.084 | 0.116 0 | |
| laurel | 0.43 | 14 | 7 | 0.145 | 1.423 | 0.711 | 1.563 | |
| Tabacón | 0.14 | 7 | 3 | 0.015 | 0.075 | 0.032 | 0.080 | |
| laurel | 0.24 | 16 | 8 | 0.045 | 0.506 | 0.253 | 0.340 | |
| Madero | 0.23 | 8 | 4 | 0.041 | 0.232 | 0.116 | 0.298 | |

| | | | | | | | | |
|-----------------|------|----|----|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|
| Madero | 0.28 | 11 | 7 | 0.061 | 0.474 | 0.301 | 0.504 | |
| Madero | 0.27 | 11 | 6 | 0.057 | 0.440 | 0.240 | 0.458 | |
| laurel | 0.32 | 11 | 9 | 0.080 | 0.619 | 0.506 | 0.715 | |
| Capirote | 0.15 | 8 | 5 | 0.017 | 0.098 | 0.061 | 0.097 | |
| laurel | 0.27 | 15 | 10 | 0.057 | 0.601 | 0.400 | 0.462 | |
| Ceiba | 0.92 | 24 | 12 | 0.664 | 11.16 | 5.58 | 11.65 | |
| laurel | 0.92 | 9 | 3 | 0.664 | 4.188 | 1.396 | 11.31 | |
| Capirote | 0.16 | 9 | 3 | 0.020 | 0.126 | 0.042 | 0.115 | |
| Capirote | 0.14 | 10 | 6 | 0.015 | 0.107 | 0.064 | 0.081 | |
| Chaperno | 0.11 | 11 | 9 | 0.009 | 0.073 | 0.059 | 0.043 | |
| TOTAL | | | | 2.0456 | 21.043 | 10.293 | 28.63 | |
| | | | | 5284 | 5442 | 9158 | | |
| Total/ha | | | | 22.729 | 233.81 | 114.37 | 318.1 | 56.42983 |
| | | | | 476 | 7158 | 6842 | 25 | 8 |

Tabla 22: Formato para recolección de dato del inventario
Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea
Ecosistema bosque: parcela # 22
Fecha de medición 22 de marzo 2018
Fecha de establecimiento de la parcela 22 de marzo 2018

| NOMBRE C | DAP (cm) | ALTURA T | ALTURA COMERCIAL | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOLUMEN COMER | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacenado/ha |
|------------------|----------|----------|------------------|------------|-----------|---------------|---------------------|-----------------------|
| Aguacate montero | 0.27 | 12 | 7 | 0.057 | 0.480 | 0.280 | 0.459 | |
| Chaperno | 0.3 | 15 | 5 | 0.070 | 0.742 | 0.247 | 0.610 | |
| Cortez | 0.19 | 8 | 3 | 0.028 | 0.158 | 0.059 | 0.180 | |
| Cortez | 0.23 | 11 | 5 | 0.041 | 0.319 | 0.145 | 0.301 | |
| Cortez | 0.29 | 12 | 7 | 0.066 | 0.554 | 0.323 | 0.554 | |
| Eucalip to | 0.31 | 23 | 15 | 0.075 | 1.215 | 0.792 | 0.673 | |
| Eucalip to | 0.37 | 23 | 15 | 0.107 | 1.731 | 1.128 | 1.070 | |
| Eucalip to | 0.33 | 11 | 7 | 0.085 | 0.658 | 0.419 | 0.775 | |
| Eucalip to | 0.29 | 14 | 6 | 0.066 | 0.647 | 0.277 | 0.557 | |
| Eucalip to | 0.48 | 14 | 8 | 0.180 | 1.77 | 1.013 | 2.085 | |
| Frijolillo | 0.24 | 10 | 5 | 0.045 | 0.316 | 0.158 | 0.335 | |
| Laurel | 0.35 | 20 | 12 | 0.096 | 1.346 | 0.808 | 0.921 | |

| | | | | | | | | |
|----------------------|------|----|---|--------------|--------------|--------------|-----------------|----------------|
| Laurel | 0.33 | 20 | 7 | 0.085 | 1.197 | 0.419 | 0.789 | |
| Laurel | 0.34 | 12 | 8 | 0.090 | 0.762 | 0.508 | 0.841 | |
| Laurel | 0.29 | 12 | 6 | 0.066 | 0.554 | 0.277 | 0.554 | |
| Madero | 0.21 | 9 | 4 | 0.034 | 0.218 | 0.096 | 0.235 | |
| Madero | 0.32 | 11 | 4 | 0.080 | 0.619 | 0.225 | 0.715 | |
| Madero | 0.42 | 10 | 5 | 0.138 | 0.969 | 0.484 | 1.455 | |
| pan blanco | 0.3 | 9 | 5 | 0.070 | 0.445 | 0.247 | 0.600 | |
| TOTAL | | | | 1.487 | 14.71 | 7.913 | 13.71885 | |
| | | | | 5476 | 33773 | 86319 | 351 | |
| Total/h a | | | | 16.52 | 163.4 | 87.93 | 152.4317 | 29.4562 |
| | | | | 83067 | 8197 | 18132 | 057 | 716 |

Tabla 23: Formato para recolección de dato del inventario

Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea

Ecosistema bosque: parcela # 23

Fecha de medición 22 de marzo 2018

Fecha de establecimiento de la parcela 22 de marzo 2018

| Nomb re comú n | DA P (cm) | ALT URA T | ALTUR A COMER CIAL | AREA BASAL | VOLU MEN T | VOL COME R | Biomasa, kg/árb/a ño | Carbono almacen ado/ha |
|-------------------------|---------------------|-----------------|-----------------------------|---------------|---------------|------------------|----------------------------|------------------------------|
| Bimb allan | 0.3 | 8 | 5 | 0.070 | 0.395 | 0.247 | 0.250 | |
| Laure l | 0.2 2 | 12 | 9 | 0.038 | 0.319 | 0.239 | 0.264 | |
| Laure l | 0.2 8 | 13 | 8 | 0.061 | 0.560 | 0.344 | 0.398 | |
| Laure l | 0.3 | 15 | 9 | 0.101 | 1.068 | 0.641 | 0.653 | |
| Pino | 0.4 | 26 | 18 | 0.166 | 2.030 | 1.405 | 1.690 | |
| Pino | 0.4 | 26 | 18 | 0.166 | 2.030 | 1.405 | 1.690 | |
| Pino | 0.4 | 26 | 18 | 0.138 | 1.693 | 1.172 | 1.498 | |
| Pino | 0.3 | 20 | 12 | 0.090 | 0.853 | 0.512 | 0.840 | |
| Pino | 0.3 | 23 | 18 | 0.113 | 1.225 | 0.959 | 1.142 | |
| Pino | 0.4 | 24 | 19 | 0.152 | 1.71 | 1.357 | 1.45 | |
| Pino | 0.3 | 22 | 18 | 0.107 | 1.052 | 0.861 | 1.017 | |
| Pino | 0.3 | 21 | 15 | 0.080 | 0.793 | 0.566 | 0.820 | |
| Pino | 0.3 | 26 | 18 | 0.101 | 1.243 | 0.861 | 1.222 | |
| Pino | 0.4 | 23 | 19 | 0.126 | 1.358 | 1.122 | 1.223 | |
| Pino | 0.3 | 23 | 18 | 0.107 | 1.162 | 0.909 | 1.102 | |

| | | | | | | | | |
|------|-----|----|----|-------|-------|-------|-------|--|
| Pino | 0.4 | 24 | 19 | 0.180 | 2.041 | 1.615 | 1.631 | |
| Pino | 0.3 | 14 | 8 | 0.090 | 0.597 | 0.341 | 0.559 | |
| Pino | 0.5 | 24 | 18 | 0.229 | 2.583 | 1.937 | 1.906 | |
| Pino | 0.3 | 23 | 19 | 0.113 | 1.225 | 1.012 | 1.142 | |
| Pino | 0.4 | 25 | 19 | 0.145 | 1.706 | 1.296 | 1.478 | |
| Pino | 0.2 | 15 | 8 | 0.044 | 0.318 | 0.170 | 0.382 | |
| Pino | 0.3 | 23 | 8 | 0.085 | 0.924 | 0.321 | 0.947 | |
| Pino | 0.4 | 23 | 16 | 0.166 | 1.796 | 1.249 | 1.469 | |
| Pino | 0.3 | 23 | 17 | 0.070 | 0.764 | 0.564 | 0.835 | |
| Pino | 0.2 | 23 | 17 | 0.057 | 0.618 | 0.457 | 0.727 | |
| Pino | 0.3 | 24 | 20 | 0.107 | 1.212 | 1.010 | 1.157 | |
| Pino | 0.3 | 23 | 18 | 0.096 | 1.040 | 0.813 | 1.024 | |
| Pino | 0.4 | 24 | 18 | 0.166 | 1.874 | 1.405 | 1.542 | |
| Pino | 0.3 | 30 | 15 | 0.090 | 1.280 | 0.640 | 1.334 | |
| Pino | 0.3 | 31 | 7 | 0.080 | 1.171 | 0.264 | 1.279 | |
| Pino | 0.2 | 19 | 15 | 0.049 | 0.438 | 0.346 | 0.528 | |
| Pino | 0.4 | 32 | 1 | 0.159 | 2.392 | 0.074 | 2.080 | |
| Pino | 0.3 | 25 | 22 | 0.090 | 1.066 | 0.938 | 1.084 | |
| Pino | 0.3 | 33 | 22 | 0.113 | 1.759 | 1.172 | 1.723 | |
| Pino | 0.3 | 28 | 9 | 0.085 | 1.125 | 0.361 | 1.186 | |
| Pino | 0.2 | 12 | 20 | 0.031 | 0.177 | 0.295 | 0.233 | |
| Pino | 0.4 | 26 | 18 | 0.159 | 1.943 | 1.345 | 1.641 | |
| Pino | 0.3 | 24 | 26 | 0.119 | 1.347 | 1.459 | 1.240 | |
| Pino | 0.6 | 33 | 22 | 0.282 | 4.385 | 2.923 | 3.149 | |

| | | | | | | | | |
|----------------------|-----|----|----|---------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|
| Pino | 0.4 | 28 | 14 | 0.173 | 2.283 | 1.141 | 1.892 | |
| TOTAL | | | | 4.6058 | 53.579 | 34.297 | 47.4435 | |
| | | | | 9976 | 8042 | 7559 | 7378 | |
| Total/ ha | | | | 51.176 | 595.33 | 381.08 | 527.150 | 88.16863 |
| | | | | 664 | 1158 | 6177 | 8198 | 099 |

Tabla 24: Formato para recolección de dato del inventario
Laboratorio Natural URACCAN, Nueva Guinea
Ecosistema bosque: parcela # 24
Fecha de medición 22 de marzo 2018
Fecha de establecimiento de la parcela 22 de marzo 2018

| NOMBRE COMUN | DAP (cm) | ALTURA T | Altura comercial | AREA BASAL | VOLUMEN T | VOL COME R | Biomasa, kg/árb/año | Carbono almacenado/ha |
|----------------|----------|----------|------------------|------------|-----------|------------|---------------------|-----------------------|
| Guavillo | 0.42 | 21 | 7 | 0.138 | 2.036 | 0.678 | 1.487 | |
| Pororo | 0.19 | 12 | 7 | 0.028 | 0.238 | 0.138 | 0.183 | |
| Guaba | 0.22 | 11 | 4 | 0.038 | 0.292 | 0.106 | 0.268 | |
| Guavillo | 0.25 | 13 | 8 | 0.049 | 0.446 | 0.274 | 0.376 | |
| Guaba | 0.26 | 13 | 9 | 0.053 | 0.483 | 0.334 | 0.417 | |
| Algodón | 0.48 | 22 | 11 | 0.180 | 2.786 | 1.393 | 2.114 | |
| Muñeco | 0.23 | 13 | 18 | 0.041 | 0.378 | 0.523 | 0.302 | |
| Aguacate monte | 0.53 | 21 | 9 | 0.220 | 3.243 | 1.389 | 2.736 | |
| Hule | 0.28 | 13 | 6 | 0.061 | 0.560 | 0.258 | 0.506 | |
| Chaperno | 0.3 | 20 | 10 | 0.070 | 0.989 | 0.494 | 0.615 | |
| Guaba | 0.2 | 14 | 6 | 0.031 | 0.307 | 0.131 | 0.210 | |

| | | | | | | | | |
|-----------------|------|----|----|------------------------|------------------------|------------------------|---------------|--------------|
| Guavillo | 0.3 | 20 | 7 | 0.070 | 0.989 | 0.346 | 0.615 | |
| Elequeme | 0.45 | 18 | 10 | 0.159 | 2.003 | 1.111 | 1.774 | |
| Elequeme | 0.39 | 22 | 8 | 0.119 | 1.839 | 0.668 | 1.227 | |
| Guaba | 0.35 | 14 | 5 | 0.096 | 0.942 | 0.336 | 0.911 | |
| Sangre grado | 0.44 | 18 | 7 | 0.152 | 1.915 | 0.745 | 1.673 | |
| TOTAL | | | | 1.5113 4522 | 19.455 0099 | 8.9361 791 | 15.421 | |
| Total/ha | | | | 16.792 7247 | 216.16 6776 | 99.290 8789 | 171.34 | 10.90 |

Cuadro 3: Formulas empleadas durante el procesamiento de datos

| Descripción Formulas | Formulas |
|-----------------------------|---|
| Área Basal | $AB = \frac{Dap^2 * \pi}{4}$ |
| Volumen m ³ | $Vt = \frac{\pi \times dap^2 \times Ht \times ff}{4}$ |
| Biomasa Aérea | $B: 10(1.12 + 2.62 * \log(dap) + 0.3 \log(ht))$ |
| Necromasa | $BTC = (vol1 \times dens1) + (vol2 \times dens2) + (voln \times densn)$ |
| Carbono Fijado | $CC: B \times fc$ |
| Tasas de fijación | $TFc = \frac{CT}{EDAD}$ |
| Volumen Aprovechado | $d = -136,90622 + 37,51902 \ln(dt) + 8,15199 \ln(ht)$ |



Plantación forestal, acacia mangium, laboratorio natural

Foto: Delvin Oniel Suarez



Ecosistema Bosque Laboratorio Natural

Foto: Norvin Torrez Espinoza



Aval del Tutor

**UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTONOMAS DE LA
COSTA CARIBE NICARAGÜENSE, NUEVA GUINEA**

Aval del tutor

El tutor/a: **Wilson Antonio Calero Borge**, por medio del presente escrito otorga el Aval correspondiente para la presentación de:

- a. Protocolo
- b. Informe Final
- c. Artículo Técnico
- d. Otra forma de culminación (especifique):

A la investigación titulada:

Carbono almacenado en el ecosistema bosque del laboratorio natural de URACCAN, Nueva Guinea, 2027.

Desarrollada por el o los estudiantes:

Br. Delvin Antonio Suarez Huete.

Br. Norvin Antonio Torrez Espinoza.

De la Carrera de: **Ingeniería Agroforestal**

Nombres y apellidos del Tutor, Tutora: **MSc. Wilson Antonio Calero Borge**

Firma:

Centro Universitario Regional:

Nueva Guinea

Fecha: **20/08/2024.**