



**Por un Desarrollo
Agrario Integral
y Sostenible**

**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA
Facultad de Recursos Naturales y del
Ambiente**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Proyección del Potencial del Carbono Aéreo
Almacenado en 15 años en el Bosque
Tropical Húmedo Latifoliado en Dos
Comunidades del Municipio de Prinzapolka,
RACCN Nicaragua**

Autor

Mario Noel Galo Zepeda

Asesor

Ing. MSc. Edwin A. Alonzo Serrano

MANAGUA, NICARAGUA

Junio, 2019



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AGRARIA**
**Facultad de Recursos Naturales y del
Ambiente**

“Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible”

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**Proyección del Potencial del Carbono Aéreo
Almacenado en 15 años en el Bosque Tropical
Húmedo Latifoliado en dos Comunidades del
Municipio de Prinzapolka, RACCN Nicaragua**

Autor

Mario Noel Galo Zepeda

Asesor

Ing. MSc. Edwin A. Alonzo Serrano

MANAGUA, NICARAGUA
Junio, 2019



Por un Desarrollo Agrario
Integral y Sostenible

Universidad Nacional Agraria Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente

Este trabajo de graduación fue evaluado y aprobado por el honorable tribunal examinador designado por la Decanatura de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, como requisito parcial para optar al título de Maestría en **“Gestión del Recurso Forestal con Enfoque de Cuencas Hidrográficas”**

Dr. Guillermo Castro
Presidente

Msc. Jael Cruz
Secretario

Dr. Benigno González
Vocal

**Managua, Nicaragua
Junio, 2019**

ÍNDICE DE CONTENIDO

SECCIÓN	PÁGINAS
DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS	ii
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICES DE FIGURAS	iv
ÍNDICES DE ANEXOS	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos	3
III. MATERIALES Y METODOS	4
3.1. Datos Generales del Municipio de Prinzapolka, RACCN	4
3.2. Ubicación del Área de Estudio	5
3.3. PGMF El Sapito	6
3.4. PGMF El Pía	7
3.5. PGMF La Esperanza	9
3.6. PGMF El Zapote	10
3.7. Proceso metodológico desarrollado la estimación de carbono aéreo almacenado	13
3.7.1. Etapa I. planificación del trabajo	14
3.7.2. Etapa II. Procesamiento de la Información de las Bases de Datos	14
3.7.3. Etapa III. Cálculo de Biomasa, Carbono y Aprovechamiento Forestal	15
3.8. Ecuación para el cálculo del área basal	16
3.9. Ecuación general para cálculo de carbono	16
3.10. Cálculo de Incremento Medio Anual (IMA)	17
3.11. Para el cálculo de Porcentaje de Incremento de Biomasa y Carbono del año cero al año quince.	17
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	18
4.1. Resultados por cada Plan General de Manejo Forestal	18
4.1.1. PGMF El Sapito	18
4.1.2. PGMF El Pía	20
4.1.3. PGMF La Esperanza	21
4.1.4. PGMF El Zapote	23
4.2. Comparación de los Resultados de los 4 PGMF estudiados	25
4.3. Aprovechamiento Forestal	27
4.4. Reflexiones Finales de los Resultados de los PGMF Estudiados	29
V. CONCLUSIONES	30
VI. RECOMENDACIONES	31
VII. LITERATURA CITADA	32
VIII. ANEXOS	34

DEDICATORIA

Dedicamos este trabajo de graduación en primer lugar a Dios por habernos dado la vida, llenarla de amor, salud, fuerza y sabiduría para salir adelante ante la adversidad.

En segundo lugar, a mi familia por ser el pilar fundamental en mi crecimiento profesional y personal.

A Nicaragua como madre patria que nos dio un lugar en la tierra para ser y en agradecimiento prometimos ayudar al manejo y cuidado de los bosques naturales que aún quedan en este país.

Al INAFOR que nos da la oportunidad de trabajar y estudiar esta maestría; al sector forestal de Nicaragua en toda su cadena productiva, que al final son a quienes queremos ayudar a desarrollarse para que logremos establecer y mejorar el manejo sostenible de nuestros bosques.

AGRADECIMIENTOS

Deseo agradecer a la Unión Europea por desarrollar el Proyecto CAVAMA por ser la fuente de financiamiento de nuestros estudios de maestría.

Al INAFOR por habernos seleccionado y darnos la oportunidad de realizar nuestros estudios de maestría.

A la UNA-FARENA como Alma Mater que nos ha dado los conocimientos académicos tanto como ingenieros forestales y ahora con esta maestría.

Al Ing. MSc. Edwin Alonzo Serrano que fue el asesor de este trabajo de tesis, gracias por su tiempo, consejos y apoyo en la elaboración de este documento.

Y finalmente a los dueños y regentes forestales que elaboraron los cuatro Planes Generales de Manejo Forestal que fueron la materia prima para la elaboración de este trabajo de graduación.

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
1.	Listado de Especies Comerciales y DMC El Sapito	6
2.	Lista de Especies a Aprovechar y DMC PGMF El Pia	8
3.	Lista de Especies a Aprovechar y DMC PGMF La Esperanza	9
4.	Lista de Especies y DMC PGMF El Zapote	11
5.	Planes de Generales de Manejo Forestal seleccionados en el Estudio	12
6.	PGMF El Sapito Número de Especies, Usos y Porcentaje	18
7.	Resultado de Variables Analizadas PGMF El Sapito Año Cero	19
8.	Resultados Final de PGMF El Sapito Año Quince	20
9.	PGMF El Pía Número de Especies, Usos y Porcentajes	20
10.	Resultados Variables Analizadas PGMF El Pía Año Cero	21
11.	Resultado Final PGMF El Pía Año Quince	21
12.	PGMF La Esperanza, Número de Especies, Usos y Porcentajes	22
13.	Resultados de Variables Analizadas PGMF La Esperanza Año Cero	22
14.	Resultado Final PGMF La Esperanza Año Quince	23
15.	PGMF El Zapote Número de Especies, Usos y Porcentajes	24
16.	Resultados Variables Analizadas PGMF El Zapote Año Cero	24
17.	Resultado Final PGMF El Zapote Año Quince	25
18.	Resumen de Resultados de Biomasa y Carbono Año Cero	25
19.	Resumen de Resultados de Biomasa y Carbono Año Quince	26
20.	Resultados después del 40% volumen Aprovechado Forestal de los PGMF en el año quince	28

ÍNDICES DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
1.	Mapa de Inventario Forestal PGMF EL Sapito.	7
2.	Mapa de Inventario Forestal PGMF El Pía.	8
3.	Mapa de Inventario Forestal PGMF La Esperanza.	10
4.	Mapa de Inventario Forestal PGMF El Zapote.	11
5.	Mapa de Ubicación de los Cuatro PGMF Seleccionados.	12
6.	Esquema Metodológico de trabajo de tesis.	13

ÍNDICES DE ANEXOS

ANEXO		PÁGINA
1.	Resultados del Porcentaje de Incremento de las Especies Comerciales Aprovechables PGMF El Sapito año Cero.	34
2.	Resultados del Porcentaje de Incremento de las Especies Comerciales Aprovechables PGMF El Pía año Cero.	35
3.	Resultados del Porcentaje de Incremento de las Especies Comerciales Aprovechables PGMF La Esperanza Año Cero.	36
4.	Resultados del Porcentaje de Incremento de las Especies Comerciales Aprovechables PGMF El Zapote Año Cero.	38
5.	Coordenadas de Ubicación de PGMF El Sapito.	39
6.	Coordenadas de Ubicación de PGMF El Pía.	39
7.	Coordenadas de Ubicación de PGMF La Esperanza.	40
8.	Coordenadas de Ubicación de PGMF El Zapote.	40
9.	Listado de las Densidad Especies Forestales INAFOR.	41
10.	Lista de especies de PGMF El Sapito.	43
11.	Lista de especies de PGMF El Pía.	44
12.	Lista de especies de PGMF La Esperanza.	46
13.	Lista de especies de PGMF El Zapote.	48
14.	Contenido de la guía metodológica para la elaboración de Planes Generales de Manejo forestal INAFOR.	50

RESUMEN

Las emisiones de gases en las últimas décadas han aumentado exponencialmente a causa de las acciones antrópicas, aumentando el interés en la medición de la cantidad de carbono presente en los bosques tropicales; iniciativas como REDD+ y otras que aspiran a proporcionar fondos para lograr la conservación de estos ecosistemas forestales. Esta investigación consiste en la evaluación en el año cero y proyectar el carbono almacenado para el año quince en los bosques tropicales húmedos del Municipio de Prinzapolka, con bases de datos de los inventarios forestales de 4 Planes Generales de Manejo Forestal (PGMF) de especies latifoliadas. Se calculó la biomasa y carbono en 2 diferentes momentos, año cero, año quince proyectando el crecimiento en base al IMA y se calculó el aprovechamiento forestal extrayendo el 40% de las especies comerciales de los dueños de estos PGMF estaban interesados en extraer. El PGMF El Sapito en el año cero se obtuvo un carbono 58.443 t/C/ha, en el año quince 77.318 t/C/ha lo que representa un incremento de 32%; sin embargo, cuando se extrae la madera comercial decrece al 39 %. El PGMF El Pía en el año cero se obtuvo 104.907 t/C/ha, en el año quince 165.914 t/C/ha lo que representa el 58 % de incremento; pero cuando se extrae madera comercial decrece 19 %. El PGMF La Esperanza en el año cero 476.358 t/C/ha, en el año quince 680.893 t/C/ha lo que representa el 43 % de incremento; no obstante, cuando se hace la extracción maderable decrece 4 %. El PGMF El Zapote es el que obtuvo menor datos de carbono, 33.344 t/C/ha en el año cero y en el año quince 57.808 t/C/ha; cuando se hace el aprovechamiento forestal a diferencia de los primeros PGMF se observa un crecimiento de 37%. Se nota claramente una tendencia al crecimiento tanto en carbono almacenado entre el año cero y el año quince. Sin embargo cuando se aplica el aprovechamiento forestal del orden de 40% del volumen disponible de cada PGMF hay un decrecimiento del carbono. Al comparar los resultados del año cero con el año quince después del aprovechamiento forestal los resultados son similares en biomasa y carbono por hectárea. Los costos de oportunidad del aprovechamiento forestal sumado al valor de carbono que queda remanente en estos bosques maximiza el valor financiero del bosque en el tiempo, haciéndolo además de sostenible forestalmente altamente rentable.

Palabras clave

REDD+, Biomasa, carbono aéreo por hectárea, bosque húmedo tropical, planes de manejo, inventario forestal

ABSTRACT

Gas emissions in recent decades have increased exponentially because of anthropogenic actions, increasing interest in measuring the amount of carbon present in tropical forests; initiatives such as REDD + and others that aspire to provide funds to achieve the conservation of these forest ecosystems. This research consists in the evaluation in the year zero and project the carbon stored for year fifteen in the humid tropical forests of the Municipality of Prinzapolka, with databases of forest inventories of 4 General Forest Management Plans (PGMF) of hardwood species . The biomass and carbon were calculated in 2 different times, year zero, year fifteen projecting the growth based on the IMA and the forest use was calculated extracting 40% of the commercial species of the owners of these PGMF were interested in extracting. The PGMF El Sapito in the year zero obtained a carbon 58,443 t / C / ha, in the year fifteen 77,318 t / C / ha which represents an increase of 32%; however, when commercial wood is extracted, it decreases to 39%. The PGMF The Pía in the year zero was obtained 104,907 t / C / ha, in the year fifteen 165,914 t / C / ha what represents the 58% increase; but when commercial wood is extracted, it decreases 19%. The PGMF La Esperanza in the year zero 476,358 t / C / ha, in the year fifteen 680,893 t / C / ha which represents 43% increase; however, when wood extraction is made it decreases 4%. The PGMF El Zapote obtained the lowest carbon data, 33,344 t / C / ha in year zero and in year fifteen, 57,808 t / C / ha; When the forest harvest is made unlike the first PGMF, a 37% growth is observed. There is a clear trend of growth in carbon stored between year zero and year fifteen. However, when forest use is applied in the order of 40% of the available volume of each PGMF, there is a decrease in carbon. When comparing the results of year zero with year fifteen after forest use, the data is not so different. The opportunity costs of forest harvesting added to the carbon value remaining in these forests maximizes the financial value of the forest over time, making it as well as forestry highly profitable.

Keywords

REDD+, Biomass, stored carbon per hectares, humid forest, management plans, forest inventory

I. INTRODUCCIÓN

Las emisiones de gases en las últimas décadas han aumentado considerablemente a causa de las acciones antrópicas (quema de combustibles fósiles, tala de bosques, entre otros), hoy día se ha vuelto un problema mundial dado a que los gases de efecto invernadero han alcanzado elevadas concentraciones en la atmósfera; el CO₂ es el que registra las mayores emisiones a la atmósfera, y por ende uno de los principales contribuyentes al conocido calentamiento global (Díaz y Romero, 2004).

El área de bosque ha seguido reduciéndose en América Central y América del Sur, y la principal causa de deforestación fue la conversión de tierras forestales a la agricultura y la urbanización. Dentro de la región la mayor reducción del área de bosque siguió registrándose en América del Sur, aunque las pérdidas se han ralentizado y en términos porcentuales han permanecido estables desde 1990. La mayor pérdida porcentual de área de bosque siguió registrándose en América Central, aunque la tasa ha disminuido en esta subregión desde el año 2000 (FAO, 2011)

Nicaragua, como el resto de Centro América y el Caribe es afectado en gran medida por los efectos climáticos producto del calentamiento global, con eventos relacionados a fenómenos como el niño, con repercusiones en sectores muy importantes como son: el industrial, el energético y el agrícola, aumentando así la vulnerabilidad de la sociedad, agravando los problemas como el suministro de agua, disponibilidad de alimentos, entre otros (FAO, 2010).

Las estimaciones realizadas en relación a la cobertura de bosque por departamentos y/o Regiones Autónomas, indican que el 62.7 % de los bosques se encuentran concentrados en la Costa Caribe, (de este porcentaje, la RAAN posee el 43.4 %), lo que implica que casi el 80.9% de los bosques del país está en territorios con muy baja densidad poblacional y altos índices de pobreza. (INAFOR, INF 2008)

Existe un gran interés en la medición de la cantidad de carbono presente en los bosques tropicales como resultado de la implementación de iniciativas, tales como REDD+ (Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación de bosques tropicales), que aspiran a proporcionar fondos para lograr la conservación de estos ecosistemas forestales. La colecta de datos a partir de parcelas de medición en bosques es aún un importante método para recopilar información y validar estimados basados en la información derivada a partir de datos de sensores remotos. Sin embargo, en muchas ocasiones, son varias las organizaciones que están involucradas en esfuerzos para establecer proyectos basados en carbono en regiones forestales tropicales y muchas veces dichos esfuerzos carecen de una adecuada coordinación. (World Wildlife Fund, 2014).

La contribución de este estudio es cuantificar y proyectar el carbono almacenado en los bosques tropicales en dos comunidades del Municipio de Prinzapolka. De acuerdo con los resultados de este estudio en los cuatro PGMF estudiados el carbono extraído por el aprovechamiento forestal es secuestrado nuevamente hasta quedar con valores similares por hectárea cuando se compararon el año cero con el año quince. Esto se logró con el análisis de un aprovechamiento forestal por el orden del 40% del volumen de madera comercial que es lo máximo que se puede autorizar, si el análisis se realizara con 20 o 25 % los resultados de carbono almacenado aumentarían drásticamente.

Todo esto podría servir como punto de partida para que los dueños de bosque de estos territorios puedan conocer la cantidad de carbono almacenado que tienen en sus bosques, lo anterior permitirá generar información que podría ser útil en futuras negociaciones de compensación por servicio ambiental y disminuir así los niveles de degradación y sobre todo la deforestación.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

- Generar una proyección del carbono almacenado de los bosques en los Planes Generales de Manejo Forestal en Bosques Tropical Húmedo Latifoliado en Comunidades de Alamikamban y Tungla del Municipio de Prinzapolka, RACCN para conocer el potencial en 15 años, con un aprovechamiento forestal del 40% del volumen de las especies comerciales.

2.2. Objetivos específicos

- Cuantificar la biomasa forestal aérea en Bosques Tropical Húmedo Latifoliado en Comunidades de Alamikamban y Tungla del Municipio de Prinzapolka, RACCN.
- Cuantificar la cantidad de carbono aéreo almacenado en las partes aéreas del árbol (componente arbóreo, árboles en pie) de los PGMF Bosques Tropical Húmedo Latifoliado en Comunidades de Alamikamban y Tungla del Municipio de Prinzapolka, RACCN.
- Analizar el carbono almacenado por hectárea después del 40% del aprovechamiento forestal de las especies comerciales solicitadas en el año quince y compararlos con el año cero.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Datos Generales del Municipio de Prinzapolka, RACCN

El Municipio de Prinzapolka se encuentra ubicado en la Región Autónoma de la Costa Caribe Norte (RACCN) y limita al norte con los municipios de Rosita y Puerto Cabezas. Al sur con los municipios de la Cruz de Río Grande y Desembocadura del Río Grande. Al este con el Océano Atlántico (Mar Caribe) y al oeste con el municipio de Siuna (SINIA 2000). Su posición geográfica se ubica entre las coordenadas 13° 24' latitud norte y 83° 33' longitud oeste. Superficie 7,020.48 Kms² y altitud 5 msnm. (MARENA-SINIA, 2000).

El Municipio de Prinzapolka surge a finales del siglo XIX, ligado a la presencia de compañías bananeras y mineras que utilizaban el paso natural del Río Prinzapolka para transportar sus productos. El nombre proviene de los indios prinsus (de origen sumu) quienes fueron los primeros habitantes en llegar a Prinzapolka al ser desalojados por los miskitos en 1860 de la Comunidad de Wankluwa, a 53 km. al sur de la barra de Prinzapolka (MARENA-SINIA, 2000).

Los proto-miskitos, (antepasados de los bawihkas o tawiras, que hace unos 2000 años se habrían separado de la familia sumu-ulúa). Al penúltimo grupo (ulúa) pertenecen la mayoría de los grupos indígenas de la Costa Atlántica, a excepción de los ramas.

Los ulúas están emparentados lingüísticamente con los matagalpas formando una familia que Barbara Grimes denominó "misumalpan", de la que derivaron las lenguas cacaopera, matagalpa, ulwa, twahkas, panamaka y miskito (MARENA-SINIA, 2000).

La población del Río Prinzapolka, que en su mayoría es de la etnia miskita, además de su lengua natal, hablan el español y algunos el inglés creole; los mestizos hablan solamente el español (SINIA 2000).

3.2. Ubicación del Área de Estudio

Este estudio se desarrolló en áreas de bosque productivo en el Municipio de Prinzapolka, de las Comunidades de Alamikamgban y Tungla. Estos son territorios comunitarios de la comunidad Miskitos los cuales no poseen recursos financieros y a pesar que ellos escogen a un representante legal de la comunidad los verdaderos dueños de los PGMF son inversionistas que se dedican a la extracción maderable.

Todo el municipio de Prinzapolka se encuentra dentro del área colectiva comunitaria perteneciente al territorio Indígena Miskitu Prinsu Awala, y cuenta con una extensión de 414,956.40 hectáreas. Los representantes de todos los Planes Generales de Manejo Forestal seleccionados en estas áreas cuentan con un Aval Comunitario otorgado por las autoridades comunales. La comunidad cuenta con un Título de Propiedad Otorgado por El Gobierno de Unidad y Reconstrucción Nacional, a través de la Comisión Nacional de Demarcación y Titulación (CONADETI). Datos son conforme a la resolución N° 014-30-04-2010, que consta en el libro de registro de la Propiedad Comunal.

Se seleccionaron 4 Planes Generales de Manejo Forestal (PGMF) de bosque tropical húmedo latifoliado, los cuales se escogieron en base a su ubicación geográfica y a la solidez técnica en su elaboración. Estos Planes seleccionados son reales y están en ejecución, estos son entregados al INAFOR central para revisión, legal, técnica y administrativa antes de su aprobación final.

Se tomaron las bases de datos de los inventarios forestales de estos 4 planes generales de manejo forestal y se realizó la cuantificación, análisis y evaluación de la biomasa aérea y posteriormente el carbono almacenado. Esto nos permitió hacer una inferencia para cuantificar en general el carbono almacenado en los bosques de las Comunidades de Alamikamgba y Tungla en el municipio de Prinzapolka, RACCN. Al final nos interesaba saber cuántas toneladas de carbono hay almacenadas por hectárea, y hacer una proyección de 15 años para saber cuánto carbono quedó después del tratamiento silvicultural de aprovechamiento forestal del 40% de las especies comerciales a ser aprovechadas.

Es muy importante destacar que estacar que para llevar a cabo este estudio de investigación, nos apoyamos en la información generada por los regente forestales al hacer las solicitudes de autorización de los 4 Planes Generales de Manejo Forestal (PGMF) ante el Instituto Nacional Forestal (INAFOR) ente rector del sector forestal en Nicaragua, y aclarar que nosotros como investigadores no realizamos etapa de campo. Estos PGMF cumplieron todos los requisitos legales, técnicos y administrativos para su debida autorización. Para la elaboración de estos Planes Generales de Manejo Forestal (PGMF) es obligatoria la utilización de la guía metodológica desarrollada por el INAFOR. (Anexos 14).

3.3. PGMF El Sapito

Período 2016-2030, Dueño Ex Combatientes YATAMA beneficiario Narciso Moordy G. Elaborado por Sayda Cruz Soza RFP- 0636. El Plan General de Manejo se elaboró en un área de 441.59 ha de bosque latifoliado. Se estableció inventario sistemático con una intensidad de muestreo del 3.26 % para árboles ≥ 30 cm DAP. Las parcelas de muestreo tienen forma rectangular, con dimensiones 20 x 200 m (0.4 ha) en total se levantaron 36 parcelas. La ubicación geográfica del PGMF El Sapito $13^{\circ}37'52''$ N $84^{\circ}11'51''$ O.

Cuadro N° 1. Listado de Especies Comerciales y DMC El Sapito

N°	Nombre común	Nombre científico	DMC (cms)
1	Cedro macho	<i>Carapa guianensis</i>	40
2	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>	60
3	Guayabo negro	<i>Terminalia amazonia</i>	40
4	Leche maría	<i>Symphonia globulifera</i>	40
5	Níspero	<i>Manilkara achras</i>	40
6	Palo de agua	<i>Vochysia hondurensis</i>	40
7	Santa maría	<i>Colophyllum brasiliense</i>	40

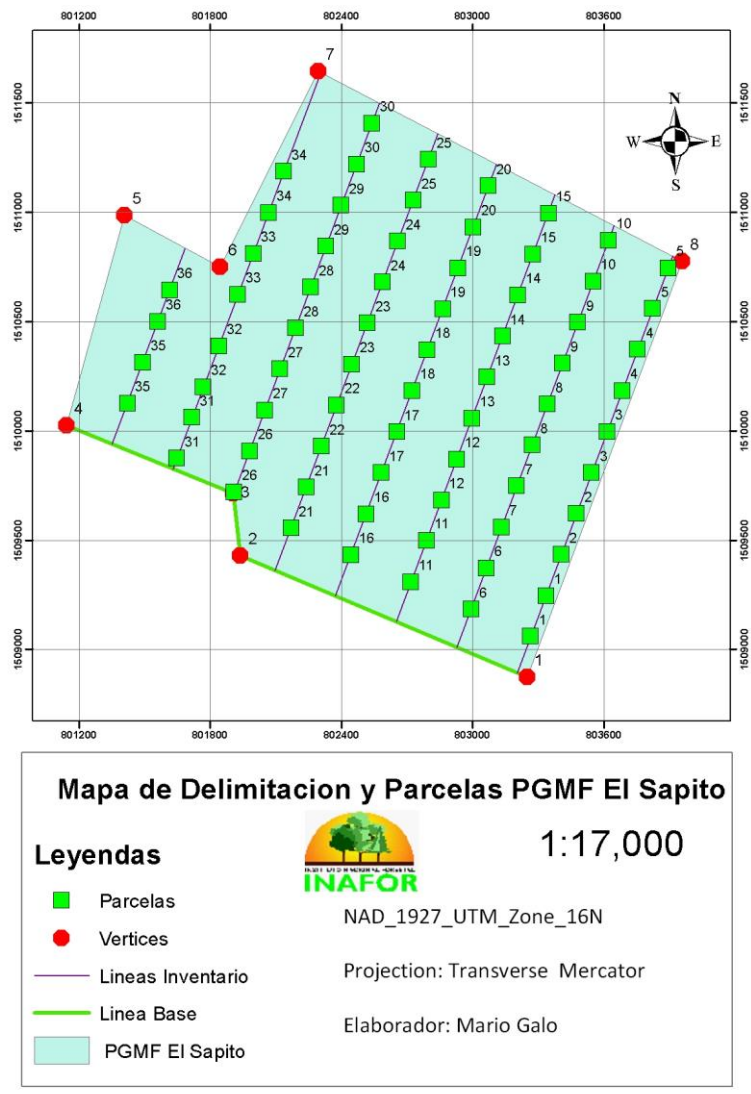


Figura 1. Mapa de Inventario Forestal PGMF EL Sapito

3.4. PGMF El Pía

Período 2015- 2029 Dueños comunidad Alamikamgba beneficiario Chaba Peralta Martínez, elaborado por Víctor López Martínez RFP-0014. El Plan General de Manejo se elaboró en un área total de 469.74 ha de bosque latifoliado. Se estableció un inventario sistemático con una intensidad de muestreo de 3.32 % para árboles ≥ 30 cm DAP.

Las parcelas fueron rectangulares de 30X100 m (0.3 ha) en total se levantaron 52 parcelas. La ubicación geográfica del PGMF El Pía es 13°28'35''N 84°20'35''O.

Cuadro N° 2 Lista de Especies a Aprovechar y DMC PGMF El Pia

N°	Especie	Nombre Científico	DMC (cms)
1	Cedro Macho	<i>Carapa guianensis</i>	40
2	Guayabo Negro	<i>Terminalia amazonia</i>	40
3	Leche María	<i>Symphonia globulifera</i>	40
4	Níspero	<i>Manilkara zapota</i>	40
5	Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i>	40

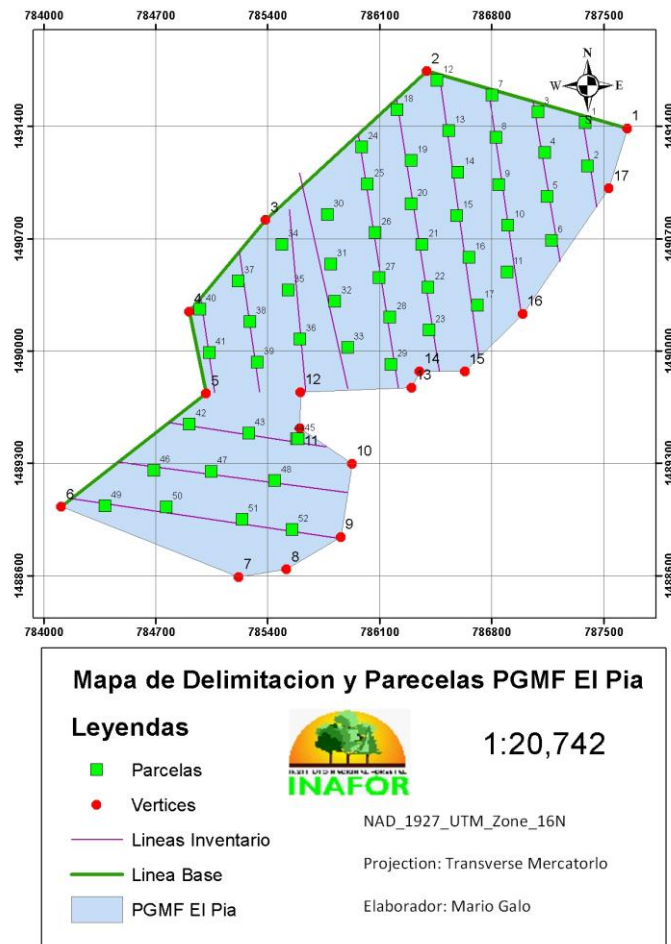


Figura 2. Mapa de Inventario Forestal PGMF El Pia

3.5. PGMF La Esperanza

Período de 2015- 2029 beneficiario Eduardo Bendlys Pérez, elaborado por Sarai López RFP-0281. El Plan General de Manejo se elaboró en un área total de 463.09 ha. de bosque latifoliado se realizó un inventario sistemático con una intensidad de muestreo de 1.10 % para árboles ≥ 30 cm DAP. Las parcelas fueron rectangulares de 20X50 m (0.1 ha) en total se levantaron 50 parcelas. La ubicación geográfica del PGMF La Esperanza es 13°21'58''N 84°23'16''O.

Cuadro N° 3. Lista de Especies a Aprovechar y DMC PGMF La Esperanza

N°	ESPECIE	Nombre científico	DMC
1	Carolillo	<i>Margaritaria nobilis</i>	60
2	Cedro Macho	<i>Carapa guianensis</i>	40
3	Cortés	<i>Tabebuia chrysantha</i>	40
4	Coyote	<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	40
5	Frijolillo	<i>Leucaena shannonii</i>	40
6	Granadillo	<i>Dalbergia retusa</i>	40
7	Guayabo Negro	<i>Terminalia amazonia</i>	40
8	Leche María	<i>Symphonia globulifera</i>	40
9	Manga Larga	<i>Vochysia ferruginea</i>	40
10	Nancitón	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	60
11	Níspero	<i>Manilkara zapota</i>	60
12	Quita Calzon	<i>Astronium graveolen</i>	40
13	Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i>	40
14	Sebo	<i>Virola sebifera</i>	40
15	Tamarindo	<i>Dialium guianense</i>	40

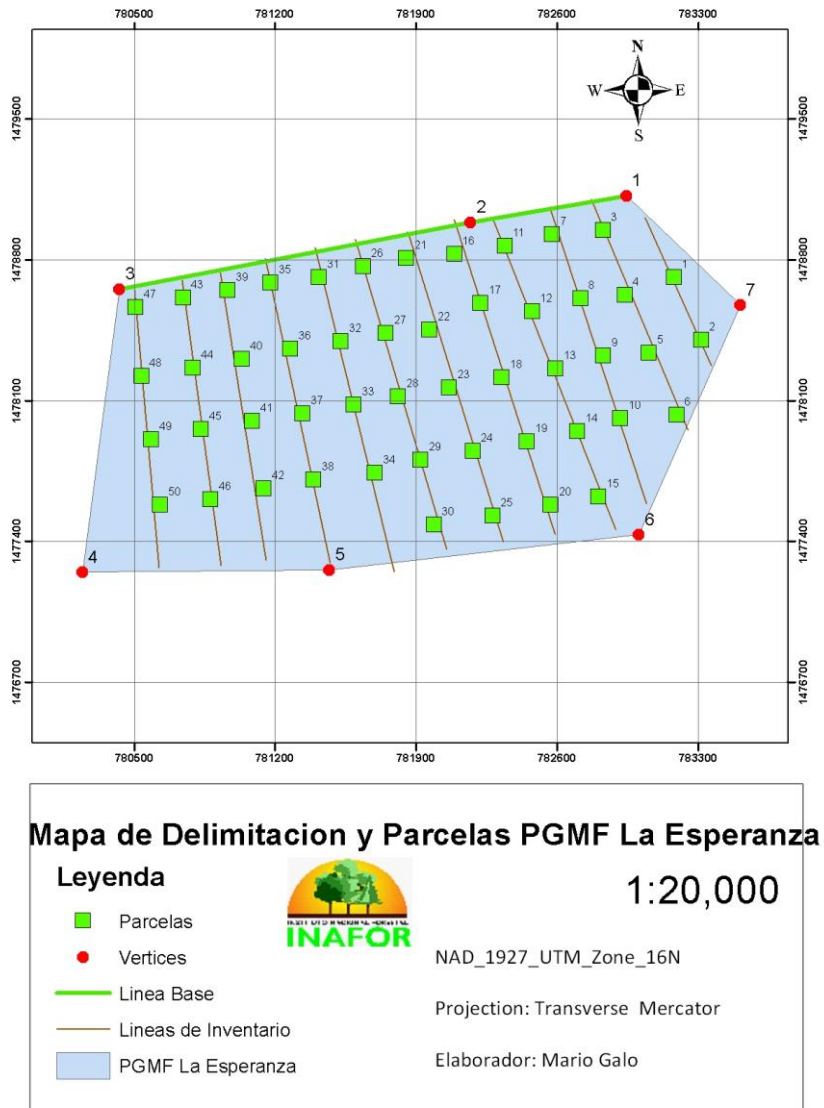


Figura 3. Mapa de Inventario Forestal PGMF La Esperanza

3.6. PGMF El Zapote

Beneficiario Concepción Piabas Bendlis, elaborado por Thomas Frank Gómez RFT-0290. El Plan General de Manejo se elaboró en un área total de 256.833 ha de bosque latifoliado se realizó un inventario sistemático con una intensidad de muestreo de 5.6 % para árboles ≥ 30 cm DAP. Las parcelas fueron rectangulares de 20X200 m (0.4 ha) en total se levantaron 36 parcelas. La ubicación geográfica del PGMF El Zapote es 13°23'59" N 84°28'23" O.

Cuadro N° 4. Lista de Especies y DMC PGMF El Zapote

N°	ESPECIE	Nombre científico	DMC
1	Cedro Macho	<i>Carapa guianensis</i>	40
2	Cortés	<i>Tabebuia chrysantha</i>	40
3	Coyote	<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	40
4	Frijolillo	<i>Leucaena shannonii</i>	40
5	Granadillo	<i>Dalbergia retusa</i>	40
6	Guayabo Negro	<i>Terminalia amazonia</i>	40
7	Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i>	40
8	Sebo	<i>Virola sebifera</i>	40

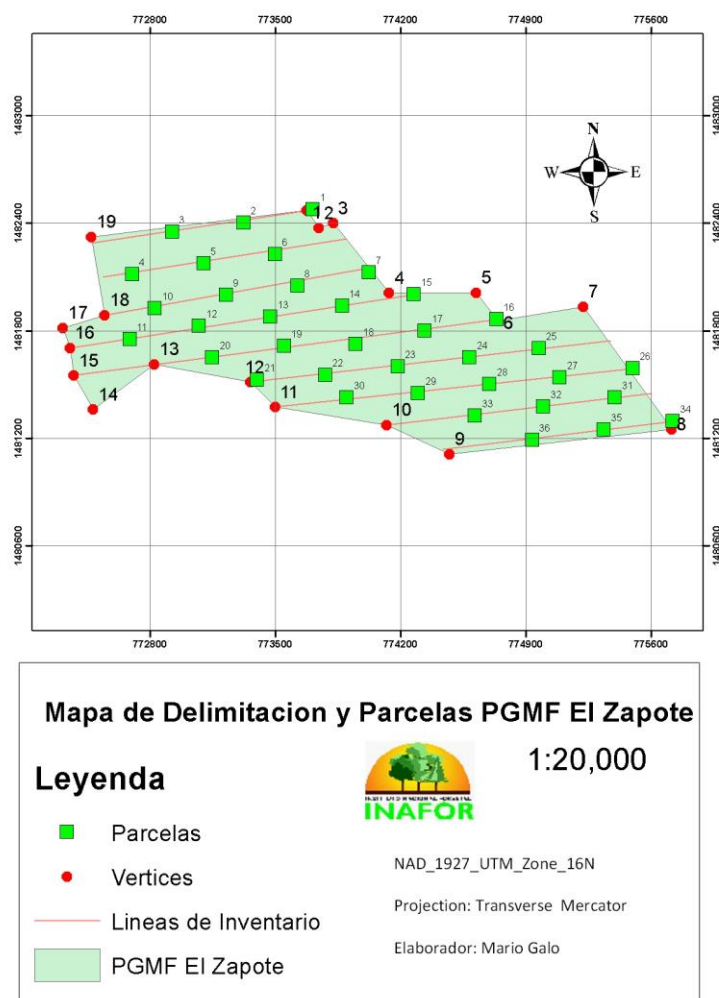


Figura 4. Mapa de Inventario Forestal PGMF El Zapote

Cuadro N° 5. Planes de Generales de Manejo Forestal seleccionados en el Estudio

N°	Nombre de PGMF	Tipo de Bosque	Área Total ha	Ubicación
1	El Pia	Latifoliado	469.74	Comunidad de Alamikamban
2	El Sapito	Latifoliado	441.59	Comunidad de Alamikamban
3	La Esperanza	Latifoliado	459.14	Comunidad de Tungla
4	El Zapote	Latifoliado	256.83	Comunidad de Tungla

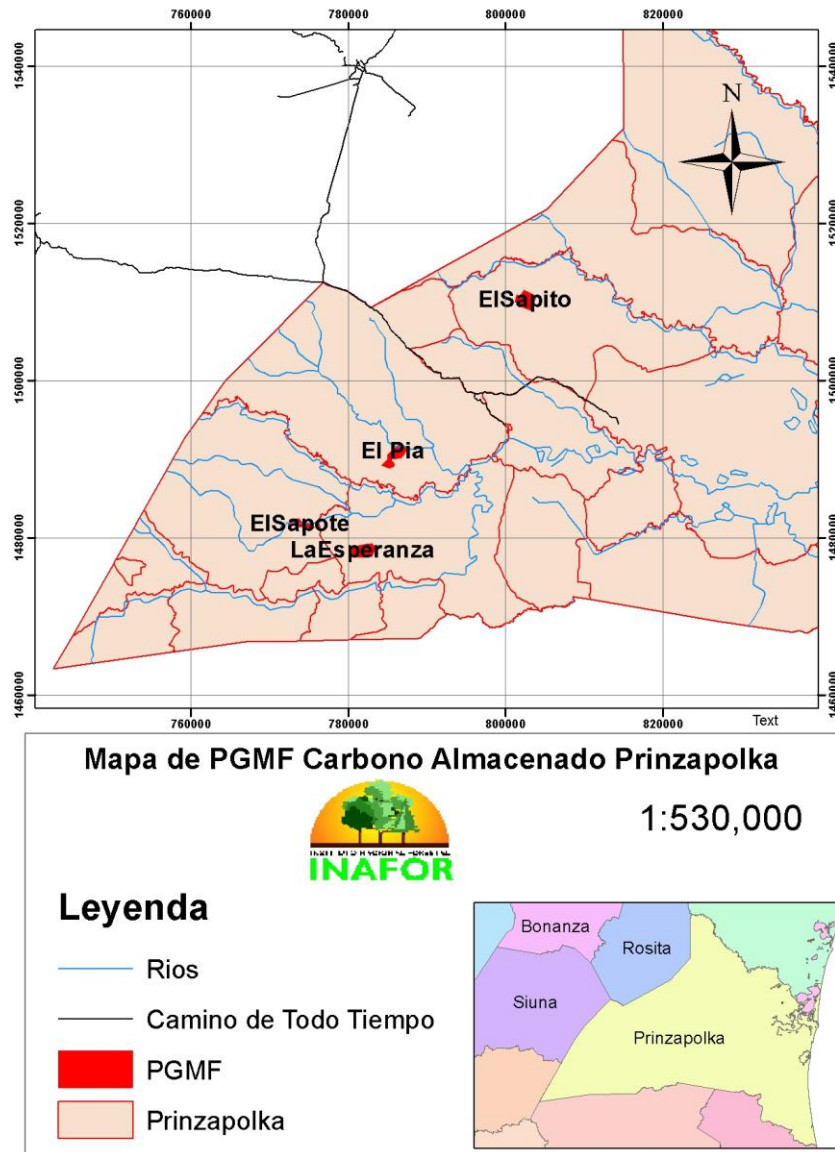


Figura 5. Mapa de Ubicación de los Cuatro PGMF Seleccionados

3.7. Proceso metodológico desarrollado la estimación de carbono aéreo almacenado

El estudio contempla tres etapas de manera secuencial (Fig. 6), como se muestra cronograma de actividades siguiente:

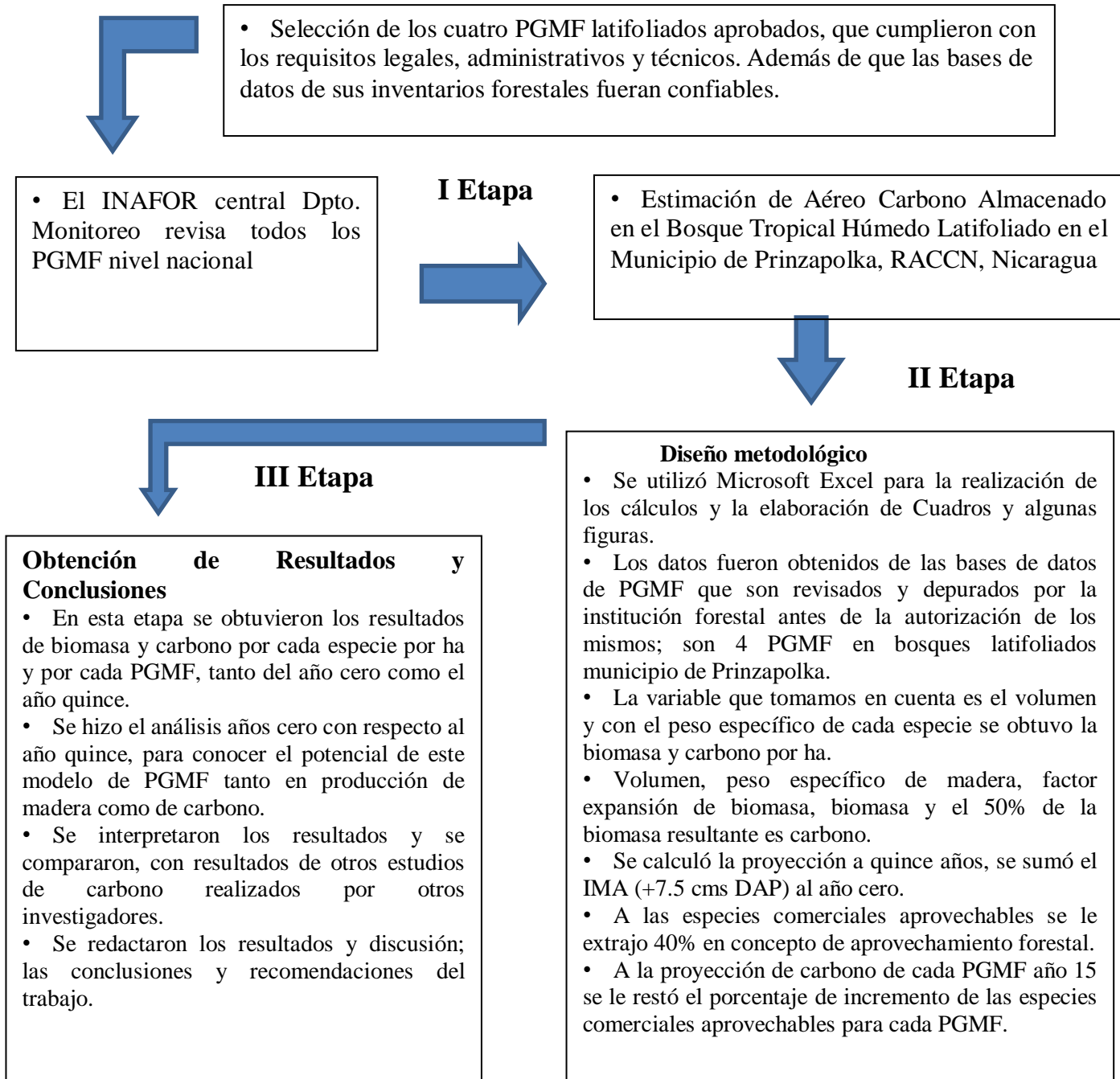


Figura 6. Esquema Metodológico de Trabajo de Tesis

3.7.1. Etapa I. planificación del trabajo

Se realizó una sesión de trabajo en la Universidad Nacional Agraria, la que consistió en la selección del título del trabajo y los objetivos en reunión con el asesor de tesis. Se inició delimitando el área de investigación y posteriormente cómo fue el procedimiento a seguir para la obtención de la información de los Planes generales de Manejo Forestal (PGMF) en el INAFOR. Los datos fueron obtenidos de las bases de datos de inventarios forestales de PGMF que son revisados por la institución forestal INAFOR sede central antes de la autorización de los mismos; son 4 PGMF en bosques latifoliados.

Una vez obtenidas esta información se procedió a realizar el mapa Municipio Prinzapolka donde se ubican los 4 PGMF que es el área de estudio del trabajo. Posteriormente se toman los datos de resultados de los 4 inventarios forestales y se hace una selección de las variables a considerar (árboles por ha, volumen por ha, peso específico) para el cálculo de la biomasa aérea y posteriormente el cálculo del carbono.

3.7.2. Etapa II. Procesamiento de la Información de las Bases de Datos

Se eligió utilizar Microsoft Excel para hacer los análisis numéricos de las bases de datos (tablas dinámicas) y empezar a obtener los resultados de nuestro estudio. Partiendo de los inventarios forestales de los PGMF, se calcula el volumen por el método clásico: área basal, por altura, por el factor de forma. Luego se aplica el cálculo de la biomasa fuste partiendo del peso específico de las especies conocidas, para el caso el INAFOR cuenta con una cuadro de peso específicos (anexos 9), y para las especies que no aparecen en este cuadro se usó media aritmética y valores más comunes de densidad de madera (t/m^3) para las especies arbóreas tropicales por regiones (Brown, 1997) para bosque tropicales en centro américa es de $0.6 t/m^3$.

Para el cálculo de biomasa total, se usó el factor de expansión de biomasa de 1.74 (Brown 1997) el cual es un valor promedio para bosques tropicales húmedos recomendado por FAO para bosques con más de 190 tm carbono/ha. Posterior se multiplica por la biomasa de fuste, al final el resultado de la biomasa total de cada árbol se multiplica por 0.5 que es el factor para determinar el carbono aceptado por el IPCC.

3.7.3. Etapa III. Cálculo de Biomasa, Carbono y Aprovechamiento Forestal

Una vez seleccionada la metodología de cálculo de biomasa y carbono, se procedió a procesar la información de las bases de datos de los cuatro inventarios forestales de los PGMF de latifoliados seleccionados.

Básicamente en esta etapa se hizo el cálculo del carbono almacenado en cada PGMF para saber el potencial de producción de carbono en el año cero y hacer una proyección para 15 años. Así mismo se pretendía conocer si estos PGMF, bajo tratamiento de aprovechamiento forestal extrayendo 40% del volumen de las especies comerciales solicitadas podía mantener niveles óptimos de producción de carbono y comprobar si son rentables desde el punto de vista de producción de madera y producción de carbono; siempre bajo el concepto manejo sostenible. Se hicieron los cálculos de crecimiento en 15 años por cada PGMF, a cada especie comercial a ser aprovechada también se calculó la proyección total de incremento en el año 15. Finalmente restamos la proyección del 40% del volumen extraído y ponderado por su incremento al total del carbono total del año quince para presentar datos lo más exacto posible. En este punto debemos definir que el aprovechamiento forestal se realiza únicamente a los árboles que tienen 40 cms de DAP que es el Diámetro Mínimo de Corta de acuerdo con las Normas Técnica (NTON, 2102).

En los objetivos específicos de nuestro estudio planteamos hacer una proyección de crecimiento de carbono en 15 años, que para su cálculo le sumamos 7.5 centímetros de DAP (IMA para Bosque tropical húmedo) a cada árbol. Por lo consiguiente se aumentaron las variables de interés como lo son volumen, biomasa y carbono por hectárea.

Para el cálculo de la proyección del carbono por 15 años, se utilizó el Incremento Medio Anual (IMA) que según la NTON 18- 001 - 12; para Bosque Tropical húmedo de 0.50 cm. / DAP / año. En la base de datos de cada inventario forestal del PGMF se le sumó 7.5 cm al DAP de cada árbol y se hizo el cálculo nuevamente biomasa y carbono. Con los resultados de la proyección de carbono se tenían 2 datos de carbono; carbono año cero y carbono de año quince. Se calculó el porcentaje de incremento por cada PGMF y por cada especie, obteniendo un valor promedio que se aplicó a los 4 PGMF. (NTON, 2102).

3.8. Ecuación para el cálculo del área basal (m²)

Para el cálculo del área basal se usó la ecuación general usada por el INAFOR, documento base de citado por (González, 2004).

$$AB = \pi/4 * (Dap)^2$$

$\pi/4$ = se vuelve una constante para determinar el área basal (0.7854)

$(Dap)^2$ = Diámetro de altura al pecho elevada a cuadrado (m)

3.8.1.1. Ecuación para cálculo de volumen total del fuste (m³)

Para el cálculo del volumen se usó la ecuación general usada por el INAFOR, documento base de citado por (González, 2004)

$$Vf = AB * Hf * Ff$$

AB = área basal calculada (m²)

Hf = altura total del árbol (m)

Ff = Factor de forma para latifoliadas en general (0.7)

3.9. Ecuación general para cálculo de carbono

Para el cálculo de la biomasa y carbono total se usó la ecuación general de Brown 1997, a partir del volumen fustal, la densidad de la madera y se usó el factor de expansión de biomasa; agregándole a esta ecuación la fracción de carbono de 0.5 (IPCC, 2005)

$$CA = Vf * DM * FE * FC$$

CA: Carbono Aéreo Árbol (tm)

Vf: Volumen del fuste (m³)

DM: Densidad de la madera (tm⁻³)

FE: Factor de expansión de biomasa (1.74)

FC: Fracción de carbono que para fines prácticos se usa 0.5 (FAO, 2010)

3.10. Cálculo de Incremento Medio Anual (IMA)

El valor del incremento o crecimiento medio anual (IMA) expresa la media del crecimiento total a cierta edad del árbol. Expresa por tanto la media anual del crecimiento para cualquier edad. El IMA es obtenido por la división del mayor valor actual de la variable considerada, dividida por la edad a partir del tiempo cero (Imañe, 2008). Se utilizó el Incremento Medio Anual (IMA) que según la NTON 18-001-12; para Bosque Tropical húmedo de 0.50 cm. / DAP / año.

3.11. Para el cálculo de Porcentaje de Incremento de Biomasa y Carbono del año cero al año quince.

El crecimiento de una masa forestal expresa en porcentaje, los árboles y el bosque constituyen capitales los que crecen al igual que el dinero ahorrado en un banco, a una tasa de interés que puede calcularse con la fórmula de interés compuesto (Vaidez, 2015).

$$Ic = (\sqrt[n]{Vn/Vo} - 1) * 100$$

Ic: Tasa de interés compuesto

Vo: Valor inicial

Vn: Valor final

n: número de años

De tal forma que conociendo los valores de año cero y el año quince, calculamos el porcentaje de incremento de las especies comerciales aprovechables. Seguidamente al 40% del volumen extraído en el año cero, le calculamos el incremento en el años quince por cada PGMF y por cada especie comercial a ser aprovechada; la proyección total de carbono del años 15 se le resto la proyección del 40% del volumen extraído.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados por cada Plan General de Manejo Forestal

4.1.1. PGMF El Sapito

De acuerdo con los resultados de este trabajo se encontraron 44 especies en total; de las cuales 13 especies son comerciales, sin embargo, solo se extraerán 7 especies lo que representa el 16 % del total de especies. Así mismo del total de especies 6 son especies potenciales y 25 especies no comerciales (Cuadro N° 6).

Cuadro N° 6. PGMF El Sapito Número de Especies, Usos y Porcentaje

Item/Usos	Especies Comerciales Totales	Especies Potenciales	Especies No Comerciales	N° Especies Totales	Especies Comerciales Aprovechables*
Especies	13	6	25	44	7
Porcentajes	29.55	13.64	56.82	100.00	15.91

* El número y porcentaje de especies comerciales aprovechables está dentro de las especies comerciales totales.

Existe el 6% de estas especies comerciales que no se extraerán y seguirán permanentemente captando y almacenando carbono. Las especies potencialmente comerciales representan el 4% y las no comerciales el 6% del total de los resultados de las variables biomasa y carbono por hectárea.

Para el PGMF El Sapito, en el año cero se obtuvieron datos totales de 116.887 t bio/ha que equivale a 58.443 t C/ha. Por su parte las especies comerciales son las que más carbono aportan con un 90%, aunque de esas especies comerciales que son 13, solo se extraerán 7 lo que representa el 84%. (Cuadro N°7).

Cuadro N° 7. Resultado de Variables Analizadas PGMF El Sapito Año Cero

Variables	Total N/Ha	Total V/ha	Total Bio/ha	Total Ca/ha
Especies Comerciales Totales	50.486	67.397	105.819	52.910
Especies Potenciales	7.361	2.688	4.654	2.327
Datos de Especies No Comerciales	16.042	5.491	6.414	3.207
Total General	73.889	75.576	116.887	58.443
Especies Comerciales Aprovechables	47.917	62.594	98.709	49.355

Estos bosques son productivos y se debe extraer madera para el mercado nacional o internacional, sin embargo eso disminuye el potencial de carbono almacenado, y una vez que se apliquen los tratamientos silviculturales se revierte la pérdida de carbono en el transcurso del tiempo.

De acuerdo con el análisis de las variables procesadas y podemos afirmar que el PGMF El Sapito en condiciones normales de crecimiento sin aprovechamiento forestal tiene un porcentaje de incremento de casi el 32 %.

En un período de 15 años, el carbono almacenado aumenta de 58.443 a 77.318 t/c/ha. Como hemos dicho estos son bosques productivos y se debe de extraer madera para el mercado; se extraerá 35.242 t C/ha queda almacenado en el bosque 42.075 t C/ha al ser aprovechado su capacidad de crecimiento en producción decrece por el orden del 39 %. De todos los PGMF estudiados en este trabajo este es el que segundo que menor potencial tiene de almacenamiento de carbono (Cuadro N° 8).

Una característica que lo distingue de los demás, es el hecho de que solo tiene 44 especies de composición florística y las especies comerciales a extraer son las que más carbono fijan al tener mayor peso específico que las especies no comerciales y potenciales. Al ser extraído el volumen maderable disminuye considerablemente el carbono almacenado y al haber pocas especies potenciales y no comerciales en el PGMF decrece más por este fenómeno (Cuadro N° 8).

Cuadro N° 8. Resultados Final de PGMF El Sapito Año Quince

Tiempo/VARIABLES	Total N/ha	Total V/ha	Total Bio/ha	Total Ca/ha	Porcentaje Incremento
Año Cero	73.889	75.576	116.887	58.443	32
Año Quince	73.889	100.141	154.635	77.318	
40% Aprovechamiento	19.167	33.008	70.485	35.242	-39
Final Año Quince	54.722	67.133	84.151	42.075	

4.1.2. PGMF El Pía

El PGMF El Pía fue autorizado por el INAFOR en el año 2015, es un bosque latifoliado húmedo intervenido y productivo con un área total de 469.74 ha. De acuerdo con los resultados de este trabajo se encontraron 80 especies en total; de ellas 21 especies comerciales, sin embargo, solo se extraerán 5 especies lo que representa el 6% del total de especies. Del total de especies 18 especies son potenciales y 43 especies no comerciales (Cuadro N° 9).

Cuadro N° 9. PGMF El Pía Número de Especies, Usos y Porcentajes

Item/Usos	Especies Comerciales Totales	Especies Potenciales	Especies No Comerciales	N° Especies Totales	Especies Comerciales Aprovechables *
Especies	21	18	43	82	5
Porcentajes	25.61	21.95	52.44	100.00	11.63

* El número y porcentaje de especies comerciales aprovechables está dentro de las especies comerciales totales.

Las especies comerciales son las que más carbono almacena con un 26 %, aunque de esas especies comerciales que son 21 solo se extraerán 5 lo que representa el 6 %.

Existe el 20 % de estas especies comerciales que no se extraerán y seguirán permanentemente captando y almacenando carbono. Las especies potencialmente comerciales representan el 22 % y las no comerciales el 52 % del total de los resultados de las variables biomasa y carbono por hectárea (Cuadro N° 9).

En el Cuadro N° 10 se presentan los resultados de las variables de interés, siendo El PGMF El Pía en el año cero la que obtuvo los mayores valores totales de 209.814 Tm bio/ha y 104.907 t C/ha.

Cuadro N° 10. Resultados Variables Analizadas PGMF El Pía Año Cero

Variables	Total N/Ha	Total V/ha	Total Bio/ha	Total Ca/ha
Especies Comerciales Totales	45.7692	75.2636	110.7709	55.3854
Especies Potenciales	11.8590	22.1912	33.1172	16.5586
Datos de Especies No Comerciales	45.8974	48.7640	65.9258	32.9629
Total General	103.526	146.219	209.814	104.907
Especies Comerciales Aprovechables	35.3205	62.3603	89.7029	44.8515

El PGMF El Pía de acuerdo, con el análisis de las variables procesadas en condiciones normales de crecimiento sin aprovechamiento forestal, tiene un porcentaje de incremento de casi el 58 %. En un periodo de 15 años el carbono almacenado aumenta de 104.907 a 165.914 t C/ha. Al ser aprovechado su capacidad de crecimiento en producción crece por el orden del 19 % (Cuadro N° 11).

Cuadro N° 11. Resultado Final PGMF El Pía Año Quince

Tiempo/Variables	Total N/ha	Total V/ha	Total Bio/ha	Total Ca/ha	Porcentaje Incremento
Año Cero	103.526	146.219	209.814	104.907	58
Año Quince	103.526	231.142	331.828	165.914	
40% Aprovechamiento	14.129	49.676	72.703	36.352	19
Final Año Quince	89.397	181.466	259.124	129.562	

4.1.3. PGMF La Esperanza

El PGMF La Esperanza fue autorizado por el INAFOR en el año 2016, es un bosque latifoliado húmedo intervenido y productivo con un área total 459.14 ha. De acuerdo con los resultados de este trabajo se encontraron 70 especies en total; de ellas 20 especies comerciales sin embargo solo se extraerán 14 especies lo que representa el 20 % del total de especies. Del total de especies 12 especies son potenciales y 38 especies no comerciales (Cuadro N° 12).

Cuadro N° 12. PGMF La Esperanza, Número de Especies, Usos y Porcentajes.

Item/Usos	Especies Comerciales Totales	Especies Potenciales	Especies No Comerciales	N° Especies Totales	Especies Comerciales Aprovechables *
Especies	20	12	38	70	14
Porcentajes	28.57	17.14	54.29	100.00	20.00

* El número y porcentaje de especies comerciales aprovechables está dentro de las especies comerciales totales.

Las especies comerciales son las que más carbono almacenan con un 29 %, aunque de esas especies comerciales que son 20 solo se extraerán 14 lo que representa el 20 %. Existe un 9 % de estas especies comerciales que no se extraerán y seguirán permanentemente captando y almacenando carbono. Las especies potencialmente comerciales representan el 12 % y las no comerciales el 38 % del total de los resultados de las variables biomasa y carbono por hectárea (Cuadro N° 12).

Cuadro N° 13. Resultados de Variables Analizadas PGMF La Esperanza Año Cero

Variables	Total N/ha	Total V/ha	Total Bio/ha	Total Ca/ha
Especies Comerciales Totales	310.200	411.224	602.296	301.148
Especies Potenciales	62.400	151.336	228.977	114.488
Datos de Especies No Comerciales	217.200	109.605	121.443	60.721
Total General	589.800	672.165	952.715	476.358
Especies Comerciales Aprovechables	294.200	392.220	575.544	287.772

Para el PGMF La Esperanza en el año cero, se obtuvieron datos totales de 952.715 tm bio/ha y 476.358 t C/ha (Cuadro N° 13).

El PGMF La Esperanza en condiciones normales de crecimiento sin aprovechamiento forestal tiene un porcentaje de incremento de casi el 43 %. En un período de 15 años el carbono almacenado aumenta de 476.358 a 680.893 t C/ha (Cuadro N° 14).

Desde nuestra óptica el decrecimiento de carbono, se debe, porque el dueño y regente forestal que administran decidieron incluir 14 especies comerciales a ser aprovechadas y esta es una carga

demasiado alta para la producción de carbono, sin embargo, un decrecimiento de 4 % se considera poco significativo. Tomando en cuenta que sacaron los árboles maduros, obtuvieron beneficios financieros por la venta de madera y el carbono se recupera en un período superior a los 15 años.

Cuadro N° 14. Resultado Final PGMF La Esperanza Año Quince

Tiempo/VARIABLES	Total N/ha	Total V/ha	Total Bio/ha	Total Ca/ha	Porcentaje Incremento
Año Cero	589.800	672.165	952.715	476.358	43
Año Quince	589.800	974.369	1361.786	680.893	
40% Aprovechamiento	117.68	303.264	442.485	221.243	-4
Final Año Quince	472.120	671.106	919.301	459.650	

4.1.4. PGMF El Zapote

El PGMF El Zapote fue autorizado por el INAFOR en el año 2016, es un bosque latifoliado húmedo intervenido y productivo con un área total 256.83 ha siendo el más pequeños en áreas de los 4 PGMF estudiados. De acuerdo con los resultados de este trabajo se encontraron 67 especies en total; de ellas 10 especies comerciales sin embargo solo se extraerán 7 especies lo que representa el 11 % del total de especies. Del total de especies 26 especies son potenciales y 31 especies no comerciales.

Las especies comerciales son las que más carbono almacenan con un 19 %, aunque de esas especies comerciales, de las 10 solo se extraerán 7, lo que representa el 10 % del total. Existe un 9 % de estas especies comerciales que no se extraerán y seguirán permanentemente captando y almacenando carbono. Las especies potencialmente comerciales representan el 39 % y las no comerciales el 46 % del total de los resultados de las variables biomasa y carbono por hectárea (Cuadro N° 15).

Cuadro N° 15. PGMF El Zapote Número de Especies, Usos y Porcentajes.

Item/Usos	Especies Comerciales Totales	Especies Potenciales	Especies No Comerciales	N° Especies Totales	Especies Comerciales Aprovechables *
Especies	10	26	31	67	7
Porcentajes	14.93	38.81	46.27	100.00	10.45

* El número y porcentaje de especies comerciales aprovechables está dentro de las especies comerciales totales.

En el PGMF El Zapote para el año cero se obtuvieron datos totales de 66.788 t bio/ha y 33.394 t C/ha. De todos los PGMF estudiados en este trabajo podemos afirmar que este es el que tiene el menor potencial de producción tanto maderable como de almacenamiento de carbono debido a que las variables analizadas generan datos inferiores con respecto a los otros PGMF en estudio (Cuadro N° 16).

Cuadro N° 16. Resultados Variables Analizadas PGMF El Zapote Año Cero

Variables	Total N/ha	Total V/ha	Total Bio/ha	Total Ca/ha
Especies Comerciales Totales	10.694	9.611	12.616	6.308
Especies Potenciales	46.250	21.531	34.079	17.040
Datos de Especies No Comerciales	65.208	17.712	20.093	10.047
Total General	122.153	48.854	66.788	33.394
Especies Comerciales Aprovechables	9.861	8.404	11.576	5.788

En un período de 15 años el carbono almacenado aumenta de 33.394 a 57.808 t C/ha. Es importante hacer mención que aunque el bosque sea aprovechado su capacidad de incremento en producción crece por el orden del 37 %, el más alto incremento de los PGMF en este estudio (Cuadro N° 17).

A pesar de que incrementa porcentualmente en 15 años en un orden del 37%; realmente su potencial de almacenamiento de carbono por hectárea es el menor de los 4 PGMF estudiados. Este fenómeno lo atribuimos que al estudiar su estructura horizontal y vertical nos percatamos que los DAP y Alturas son menores a los otros PGMF estudiados, presenta 122.153 árboles por hectárea que lo ubica segundo en esta categoría, pero solo produce 48.854 metros cúbicos por hectárea lo que lo ubica en último lugar y como el volumen tiene relación directamente proporcional a biomasa y volumen es el que menos carbono almacena por hectárea (Cuadro N° 17).

Tabla N° 17. Resultado Final PGMF El Zapote Año Quince.

Tiempo/VARIABLES	Total N/ha	Total V/ha	Total Bio/ha	Total Ca/ha	Porcentaje Incremento
Año Cero	122.153	48.854	66.788	33.394	73
Año Quince	122.153	85.621	115.616	57.808	
40% Aprovechamiento	3.944	6.899	9.615	4.808	37
Final Año Quince	118.209	78.722	106.001	53.000	

4.2. Comparación de los Resultados de los 4 PGMF estudiados

El PGMF La Esperanza es el que resultó con los valores más altos de biomasa con 952.715 t/ha y de carbono 476.356 t/ha. En segundo puesto se ubica el PGMF El Pia con una biomasa de 209.814 t/ha y de carbono 104.907 t/ha; en el tercer lugar aparece el PGMF El Sapito con una biomasa de 116.887 t/ha y de carbono 58.443 t/ha y finalmente el PGMF El Zapote una biomasa de 66.788 t/ha y un carbono de 33.394 t/ha (Cuadro N° 18).

Cuadro N° 18. Resumen de Resultados de Biomasa y Carbono Año Cero.

N°	Nombre de PGMF	Área Total ha	N/ha	Biomasa /Ha	Carbono/Ha
1	El Sapito	441.59	73.889	116.887	58.443
2	El Pia	469.74	103.526	209.814	104.907
3	La Esperanza	459.14	589.800	952.715	476.358
4	El Zapote	256.83	122.153	66.788	33.394

En el Cuadro N° 19, se presenta el resumen de resultados de biomasa y carbono en el año Quince, el PGMF La Esperanza presenta los valores más altos en biomasa para el año quince con 1361.786 t/ha y de carbono 680.893 t/ha, esto representa un incremento de 43 % en base al año cero. En segundo lugar se ubica el PGMF El Pía con una biomasa de 331.828 t/ha y de carbono 165.914 t/ha esto representa un incremento de 58 %; en el tercer lugar aparece el PGMF El Sapito con una biomasa de 154.635 t/ha y de carbono 77.318 t/ha lo que representa un 39 % y finalmente el PGMF El Zapote una biomasa de 115.616 t/ha y un carbono de 57.808 t/ha lo que representa un incremento de 73 % dejándolo como el PGMF que más incremento en porcentaje de carbono.

Cuadro N° 19. Resumen de Resultados de Biomasa y Carbono Año Quince.

N°	Nombre de PGMF	Área Total ha	N/Ha	Biomasa /Ha	Carbono/Ha	Porcentaje de Incremento
1	El Sapito	441.59	73.889	154.635	77.318	32
2	El Pia	469.74	103.526	331.828	165.914	58
3	La Esperanza	459.14	589.8	1361.786	680.893	43
4	El Zapote	256.83	122.153	115.616	57.808	73

Se nota claramente una tendencia al decrecimiento tanto en carbono almacenado como el valor económico entre el año cero y el año quince. Obviamente por el aprovechamiento forestal del orden de 40% del volumen disponible. Lo que también es obvio es que la reacción del crecimiento del bosque remanente también marca una clara tendencia de recuperación de carbono y valor económico que al comparar el valor total del año cero y del año quince no encontramos grandes diferencias.

Desde el punto de vista de manejo de bosque y silvicultura se podría orientar en PGMF que además de aspectos productivos de madera comerciales, se podrían manejar paralelamente con producción de carbono. Por lo que se recomendaría con rigor técnico bajar las intensidades de corta del 40% a como esta establece las NTON, y bajar a cantidades que permitan dejar mayor cantidad de biomasa y carbono entre cada ciclo de corta (15 años el menor) al menos del 20 al 25% del área basal y volumen disponible de acuerdo al diámetro mínimo de corta de cada especie comercial.

Según la literatura revisada podemos afirmar que los resultados obtenidos por nuestra investigación, en su mayoría concuerdan con los datos resultados en este estudio, los rangos de biomasa están entre 66.788 a 209. 814 bio/t/ha; Los rangos de contenido de biomasa en bosques tropicales húmedos en sus diferentes clasificaciones van de 13 a 207 bio/t/ha (Segura, 1999).

Otro autor afirma que para 20-445 bio/t/ha obtenidos en bosques tropicales húmedos en Costa Rica (Ulate, 2011). La CCAD con apoyo de USAID para bosques tropicales húmedos en Costa Rica donde encontraron rangos de biomasa de para bosque primarios intervenidos entre 85 a 324 bio/t/ha (PROARCA-ICAPA, 1998).

Otro documento consultado concluye que los bosques trópicos, el carbono que está en sumideros superficiales varía entre 60 y 230 t/ca/ha en bosques primarios (FAO, 2003) estos datos están en el rango de los resultados obtenidos en esta investigación.

La excepción a estos resultados fue el PGMF La Esperanza que muestra una biomasa de 952 tm que es atípico de los resultados de Centroamérica y que son comparables con los bosques amazónicos muy húmedos en Suramérica.

Los bosques tropicales en general son afectados por diversos factores que afectan su productividad tanto volumen (madera comercial) y por igual de biomasa y carbono. Entre estos factores podemos mencionar la edad de bosque, nivel de intervención antropogénica o de los factores del medio externo, aprovechamiento forestal, la frecuencia y abundancia de las especies, entre los más importantes.

Puedo afirmar de acuerdo a los resultados del estudio que de los 4 PGMF, 3 tienen un comportamiento regular en base a los resultados de biomasa y carbono por hectárea según la literatura consultada para centro américa. Y en el PGMF La Esperanza se obtuvo datos de biomasa y carbono demasiado altos con respecto al promedio para la región Centroamérica, los resultados obtenidos son más comparables con los valores encontrados de biomasa y carbono para bosque primarios de la región amazónica.

Teóricamente en base a los resultados de este estudio se puede considerar que podría ser compatible, rentable financieramente y técnicamente sostenible que se maneje el bosque tropical húmedo desde el punto de vista de producción de madera y la producción de carbono como servicio ambiental.

4.3. Aprovechamiento Forestal

Los resultados obtenidos en el año quince y descontando el 40% del volumen disponible de las especies comerciales aprovechables en cada PGMF, podemos comentar que el PGMF La Esperanza que resultó con los datos más altos de carbono 459.650 t/ha con todo y el aprovechamiento forestal tuvo un decrecimiento solo 4 % (Cuadro N° 20).

En segundo lugar se ubica el PGMF El Pía con 129.562 t C/ha esto significa un incremento 19 %; en el tercer lugar aparece el PGMF El Sapito con un carbono 42.075 t/ha esto represento un descenso 39 % de y finalmente el PGMF El Zapote con un stock de carbono de 53 t/ha que incrementa en 37 %. Todos estos resultados de incremento y descenso porcentual de carbono son en base al año quince sin aprovechamiento forestal.

Cuadro N° 20. Resultados después del 40% volumen Aprovechado Forestal de los PGMF en el año quince.

N°	Nombre de PGMF	Área Total ha	N/Ha	Biomasa /Ha	Carbono/Ha	Variación porcentual
1	El Sapito	441.59	54.722	84.151	42.075	-39
2	El Pía	469.74	89.397	259.124	129.562	19
3	La Esperanza	459.14	472.12	919.301	459.650	-4
4	El Zapote	256.83	118.208	106.001	53.000	37

4.4. Implicaciones Resultados de los PGMF Estudiados

Sin importar la fuente de financiamiento, todas las iniciativas de pago de carbono parte de un escenario de referencia y en base a él se va a pagar el carbono que sea va secuestrado en el tiempo. Y se comprueba a través de un sistema de monitoreo, reporte y verificación (MRV), una vez que cada país cumple con estrictos requisitos legales, técnicos, administrativos, salvaguardas entre otros. Desde nuestra óptica forestal esto es injusto pues no incluyen el carbono que ya está secuestrado en el escenario inicial (año cero) cuando estos países ya estaban contaminando.

El contexto real de los bosques de Nicaragua este estudio propone una buena iniciativa debido a que los bosques tiene mucha presión de cambio de uso (ganadería extensiva tradicional, palma aceitera) y esta idea de los PGMF autorizados por INAFOR, pueden servir primero que todo para protegerlos, ser productores de madera para los mercados y al mismo tiempo contribuir con la captura de CO₂ fijando carbono. Sobre todo podría a ayudar a mejorar las condiciones socioeconómicas de los dueños de los bosques que son las comunidades étnicas.

Un factor de vital importancia que se debe mencionar como ventaja en que todos los PGMF sin excepción alguna deben de firmar un contrato de reposición del recurso forestal, que tiene implicaciones legales con la Ley 462, firmado por el delegado municipal del INAFOR, el beneficiario del PGMF y el regente forestal que está administrando el Plan. Este contrato consiste en la reposición de 10 árboles por cada árbol autorizado y cortado.

La reacción del crecimiento del bosque remanente también marca una clara tendencia de recuperación de carbono del año cero y del año quince no encontramos grandes diferencias, por lo que si hacemos la proyección a mayor plazo la recuperación (20 o 25 años) de los índices iniciales de carbono se recuperarían y en muchos casos pasarían al año cero.

Los resultados de esta investigación podrían incorporarse a los PGMF autorizados por el INAFOR, un componente de pago por servicios ambientales en específico por el secuestro y almacenamiento de carbono independiente de la filosofía o agencia que los promueva, pues cumpliendo con los requisitos legales, administrativos y técnicos de estas agencias se podría obtener buenos resultados.

V. CONCLUSIONES

- El PGMF El Sapito se cuantificaron las variables de interés biomasa y carbono por hectárea, en el año cero y en el año quince se obtuvo un incremento porcentual de 32 % este es el potencial de crecimiento. Se hizo el análisis de aprovechamiento forestal con la extracción de los 40% de especies de maderas comerciales aprovechables; su capacidad de crecimiento en producción de carbono decrece por el orden del 39 %.
- El PGMF El Pía se cuantificaron las variables de interés biomasa y carbono por hectárea, en el año cero y en el año quince se obtuvo un incremento porcentual de 58%. Se hizo el análisis de aprovechamiento forestal con la extracción de los 40% de especies de maderas comerciales aprovechables; su capacidad de crecimiento en producción de carbono crece por el orden del 19 %. Esto fue producto de que solo se aprovecharon 5 de las 21 especies comerciales, el impacto del aprovechamiento forestal fue leve en el carbono almacenado en este PGMF.
- El PGMF La Esperanza se cuantificaron las variables de interés biomasa y carbono por hectárea, en el año cero y en el año quince se obtuvo un incremento porcentual de 43. Se hizo el análisis de aprovechamiento forestal con la extracción de los 40% de especies de maderas comerciales aprovechables; su capacidad de crecimiento en producción de carbono decrece por el orden del 4 %. Este fue el PGMF con mejores resultados a nivel cantidades.
- El PGMF El Zapote se cuantificaron las variables de interés biomasa y carbono por hectárea, en el año cero y en el año quince se obtuvo un incremento porcentual de 73 %. Se hizo el análisis de aprovechamiento forestal con la extracción de los 40% de especies de maderas comerciales aprovechables; su capacidad de crecimiento en producción de carbono crece por el orden del 37 %. Este fenómeno se debe a que en este PGMF hay pocas especies comerciales, la mayor cantidad de especies están en las especies potenciales y no comerciales.

- La biomasa y el carbono que quedan establecidas después del aprovechamiento comercial en el año quince es similar al inicial en el año cero. Esto nos da un resultado alentador de que estos PGMF con todo y el aprovechamiento forestal tienen la capacidad de reponerse y continuar produciendo madera y almacenando carbono en el transcurso del tiempo.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios relacionados con el almacenamiento de biomasa y carbono en PGMF latifoliados en Nicaragua para dar seguimiento y documentar mejor esta iniciativa de utilizar planes de manejo ya autorizados que son productores de madera y ver su sostenibilidad productiva tanto maderable como de producción de servicios ambientales como el secuestro y captación de carbono.
- Estos estudios deben involucrar aspectos enfocados al análisis de beneficio – costo demostrando su rentabilidad financiera en el transcurso del tiempo, con el objetivo de incentivar inversión en la producción maderable y producción de carbono que conlleve al manejo sostenible e integral de los recursos forestales en Nicaragua.
- En el caso de que esta iniciativa tuviera éxito en los PGMF con producción de carbono; se debería disminuir el porcentaje de intensidad de corta máximo que es de 40% según la Normas Técnicas y bajarlo al menos a 25% con el objetivo de dejar más carbono establecido de las especies comerciales.

VII. LITERATURA CITADA

- Díaz Balteiro, L; Romero, C. 2004.** *La captura de carbono y la gestión forestal*. Madrid. ES, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria Ministerio de Educación y Ciencia. 79 p (series forestal no 9).
- Brown, S. 1997.** Estimating biomass and biomass change of tropical forests: Primer. FAO Forestry Paper, 134 p. Roma: Food and Agriculture Organization
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura, IT) (2003)** Secuestro de Carbono en bosques, su papel en el ciclo global. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/y4435s/y4435s09.htm>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura, IT) (2010)** *Mercados de carbono: Qué tipos existen y cómo funcionan.* (en línea). s.l., Consultado 03 mayo 2014. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/012/i1632s/i1632s02.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para Alimentación y la Agricultura, IT) (2011)** *Situación Mundial de los Bosques*, 176 p. ISBN 978-92-5-306750-3
- FUNICA (Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario y Forestal de Nicaragua) (2009)** *Caracterización socioeconómica de la Región Autónoma del Atlántico Norte de Nicaragua*. 60 p.
- González. Cuadra, M (2004)** *Estandarización de Unidades de Medidas y Calculo de Volúmenes de Madera*. Instituto Nacional Forestal INAFOR. Managua, Nicaragua. (2004).
- INAFOR (Instituto Nacional Forestal) Resultados del Inventario Nacional Forestal: Nicaragua 2007-2008/INAFOR.** Managua, Nicaragua: INAFOR, 2009. 232 p. ISBN 978-99924-0-846-9
- MARENA-SINIA (2000).** *Ficha Técnica de Municipio de Prinzapolka*. Recuperado: <http://www.sinia.net.ni/multisites/RACCN/index.php/municipios>
- NTON (2012) Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense. 2012. NTON 18 001 – 12.** Manejo Sostenible de los Bosques Naturales Latifoliados y de Coníferas. INAFOR.
- IPCC (The Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001.** *Glosario de términos utilizados en el tercer informe de evaluación del IPCC*. s.l. Consultado 26 abr. 2014. Disponible en <http://www.ipcc.ch/pdf/glossary/tar-ipcc-terms-sp.pdf>
- PROARCA-ICAPA (1998)** *Estimación de Cantidad de Carbono Almacenado y Captado (masa aérea) por Bosques de Costa Rica*. (Proyecto) Comisión Centro Americana para Ambiente y Desarrollo CCAD. San José, Costa Rica.

Segura, M. (1999) *Valoración del Servicio de Fijación y Almacenamiento de Carbono de Bosques Privados en el Área de Conservación de la Cordillera Central de Costa Rica.* (tesis de maestría) CATIE, Escuela de Posgrado. Turrialba, Costa Rica.

Ulate, C. (2011) *Análisis y Comparaciones de la Biomasa Aérea de Cobertura Forestal según zona de Vida para Costa Rica.* (Tesis licenciatura). Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Forestal. Cartago, Costa Rica.

World Wildlife Fund **WWF (2014).** *Estimando los stocks de carbono forestal tropical a partir de información de inventario existente.* WWF Peru, WWF Forest and Climate Program. 13 p.

Vaides, E. (2015) *El Crecimiento en Masa Forestal.* Curso de ordenamiento forestal. Universidad Rafael Landívar. Guatemala, Guatemala.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Resultados del Porcentaje de Incremento de las Especies Comerciales Aprovechables PGMF El Sapito año Cero.

ESPECIE	Valores	Año Quince	40% Aprovechamiento	% Incremento Prom	Incremento	Final Año Quince
Cedro Macho	N/ha	19.097	7.639			7.639
	V/ha	32.019	12.808	36	4.611	17.418
	Bmasa/ha	41.465	16.586		5.971	22.557
	Ca/ha	20.732	8.293		2.985	11.278
Guapinol	N/ha	0.903	0.361			0.361
	V/ha	3.086	1.234		0.310	1.544
	Bmasa/ha	6.588	2.635		0.661	3.297
	Ca/ha	3.294	1.318		0.331	1.648
Guayabo Negro	N/ha	12.014	4.806			4.806
	V/ha	22.420	8.968	36	3.228	12.197
	Bmasa/ha	42.374	16.950		6.102	23.051
	Ca/ha	21.187	8.475		3.051	11.526
Leche Maria	N/ha	2.569	1.028			1.028
	V/ha	2.963	1.185	56	0.664	1.849
	Bmasa/ha	5.288	2.115		1.185	3.300
	Ca/ha	2.644	1.058		0.592	1.650
Nispero	N/ha	1.806	0.722			0.722
	V/ha	2.854	1.141	44	0.502	1.644
	Bmasa/ha	6.642	2.657		1.169	3.826
	Ca/ha	3.321	1.328		0.584	1.913
Palo de agua	N/ha	5.833	2.333			2.333
	V/ha	7.029	2.812		1.063	3.874
	Bmasa/ha	11.193	4.477		1.692	6.170
	Ca/ha	5.597	2.239		0.846	3.085
Santa Maria	N/ha	5.694	2.278			2.278
	V/ha	11.385	4.554	35	1.594	6.148
	Bmasa/ha	15.342	6.137		2.148	8.285
	Ca/ha	7.671	3.068		1.074	4.142
Total N/ha		47.917	19.167		19.167	19.167
Total V/ha		81.755	32.702			33.008
Total Bmasa/ha		128.892	51.557			70.485
Total Ca/ha		64.446	25.778			35.242

Anexo 2. Resultados del Porcentaje de Incremento de las Especies Comerciales Aprovechables PGMF El Pia año Cero

Espece	Valores	Año Quince	40% Aprovechamiento	% Incremento Prom	Incremento	Final Año Quince
Cedro Macho	N/Ha	18.269	7.308			7.308
	V/ha	55.245	22.098	36	7.955	30.053
	Bmasa/ha	71.543	28.617		10.302	38.919
	Ca/ha	35.771	14.309		5.151	19.460
Guayabo Negro	N/Ha	4.038	1.615			1.615
	V/ha	8.512	3.405	36	1.430	4.835
	Bmasa/ha	16.087	6.435		2.703	9.138
	Ca/ha	8.044	3.217		1.351	4.569
Leche María	N/Ha	7.756	3.103			3.103
	V/ha	11.268	4.507	56	2.524	7.031
	Bmasa/ha	20.114	8.046		4.506	12.551
	Ca/ha	10.057	4.023		2.253	6.276
Níspero	N/Ha	1.154	0.462			0.462
	V/ha	2.911	1.164	44	0.512	1.677
	Bmasa/ha	6.775	2.710		1.192	3.902
	Ca/ha	3.388	1.355		0.596	1.951
Santa María	N/Ha	4.103	1.641			1.641
	V/ha	11.260	4.504	35	1.576	6.080
	Bmasa/ha	15.172	6.069		2.124	8.193
	Ca/ha	7.586	3.034		1.062	4.097
Total N/ha		35.321	14.128			14.129
Total V/ha		89.196	35.678			49.676
Total Bmasa/ha		129.691	51.877			72.703
Total Ca/ha		64.846	25.938			36.352

Anexo 3. Resultados del Porcentaje de Incremento de las Especies Comerciales Aprovechables PGMF La Esperanza Año Cero

Especie	Valores	Año Quince	40% Aprovechamiento	%Incremento Prom	Incremento	Final Año Quince
Carolillo	N/ha	6.000	2.400			2.400
	V/ha	21.279	8.512	23.9	2.034	10.546
	Bmasa/ha	39.916	15.966		3.816	19.782
	Ca/ha	19.958	7.983		1.908	9.891
Cedro Macho	N/ha	166.000	66.400			66.400
	V/ha	302.616	121.047	36.0	43.577	164.623
	Bmasa/ha	391.888	156.755		56.432	213.187
	Ca/ha	195.944	78.378		28.216	106.594
Cortés	N/ha	5.200	2.080			2.080
	V/ha	11.737	4.695	27.6	1.296	5.990
	Bmasa/ha	19.512	7.805		2.154	9.959
	Ca/ha	9.756	3.902		1.077	4.980
Coyote	N/ha	4.000	1.600			1.600
	V/ha	10.584	4.233	33	1.397	5.631
	Bmasa/ha	21.300	8.520		2.812	11.331
	Ca/ha	10.650	4.260		1.406	5.666
Frijolillo	N/ha	4.800	1.920			1.92
	V/ha	12.674	5.070	24.4	1.237	6.307
	Bmasa/ha	17.966	7.186		1.753	8.940
	Ca/ha	8.983	3.593		0.877	4.470
Granadillo	N/ha	1.800	0.720			0.72
	V/ha	3.227	1.291	54	0.697	1.988
	Bmasa/ha	4.856	1.942		1.049	2.991
	Ca/ha	2.428	0.971		0.524	1.496
Guayabo Negro	N/ha	21.200	8.480			8.48
	V/ha	41.336	16.535	36	5.952	22.487
	Bmasa/ha	78.126	31.250		11.250	42.500
	Ca/ha	39.063	15.625		5.625	21.250
Leche María	N/ha	35.600	14.240			14.24
	V/ha	50.013	20.005	56	11.203	31.208
	Bmasa/ha	89.273	35.709		19.997	55.707
	Ca/ha	44.637	17.855		9.999	27.853
Manga Larga	N/ha	11.600	4.640			4.64
	V/ha	16.575	6.630	64.4	4.270	10.900
	Bmasa/ha	17.403	6.961		4.483	11.445
	Ca/ha	8.702	3.481		2.242	5.722
Nancitón	N/ha	6.000	2.400			2.4
	V/ha	18.209	7.284	25.3	1.843	9.127

	Bmasa/ha	29.954	11.982		3.031	15.013
	Ca/ha	14.977	5.991		1.516	7.507
Níspero	N/ha	3.600	1.440			1.44
	V/ha	11.205	4.482	44	1.197	5.679
	Bmasa/ha	26.079	10.432		2.785	13.217
	Ca/ha	13.040	5.216		1.393	6.608
Quita Calzon	N/ha	3.600	1.440			1.44
	V/ha	6.374	2.550	30.8	0.785	3.335
	Bmasa/ha	9.370	3.748		1.154	4.903
	Ca/ha	4.685	1.874		0.577	2.451
Santa María	N/ha	21.600	8.640			8.64
	V/ha	37.989	15.196	35	5.318	20.514
	Bmasa/ha	51.190	20.476		7.167	27.643
	Ca/ha	25.595	10.238		3.583	13.821
Sebo	N/ha	3.200	1.280			1.28
	V/ha	9.310	3.724	32.4	1.207	4.930
	Bmasa/ha	11.078	4.431		1.436	5.867
	Ca/ha	5.539	2.216		0.718	2.934
Total N/ha		294.200	117.680			117.680
Total V/ha		553.128	221.251			303.264
Total Bmasa/ha		807.913	323.165			442.485
Total Ca/ha		403.956	161.583			221.243

Anexo 4. Resultados del Porcentaje de Incremento de las Especies Comerciales Aprovechables PGMF El Zapote Año Cero

Especie	Valores	Año Quince	40% Aprovechamiento	%Incremento Prom	Incremento	Final Año Quince
Cedro macho	N/Ha	0.903	0.361			0.903
	V/ha	1.102	0.441	36	0.159	0.599
	Bmasa/ha	1.427	0.571		0.205	0.776
	Ca/ha	0.713	0.285		0.103	0.388
Cortez	N/Ha	0.556	0.222			0.556
	V/ha	0.566	0.226	42.3	0.096	0.322
	Bmasa/ha	0.941	0.376		0.159	0.536
	Ca/ha	0.471	0.188		0.080	0.268
Coyote	N/Ha	0.208	0.083			0.208
	V/ha	0.270	0.108	33	0.036	0.144
	Bmasa/ha	0.543	0.217		0.072	0.289
	Ca/ha	0.272	0.109		0.036	0.144
Frijolillo	N/Ha	0.694	0.278			0.694
	V/ha	0.726	0.291	31.8	0.092	0.383
	Bmasa/ha	1.030	0.412		0.131	0.543
	Ca/ha	0.515	0.206		0.065	0.271
Granadillo N	N/Ha	4.306	1.722			4.306
	V/ha	3.831	1.533	54	0.828	2.360
	Bmasa/ha	5.766	2.306		1.245	3.552
	Ca/ha	2.883	1.153		0.623	1.776
Sebo	N/Ha	1.319	0.528			1.319
	V/ha	2.909	1.164	33.7	0.392	1.556
	Bmasa/ha	3.462	1.385		0.467	1.852
	Ca/ha	1.731	0.692		0.233	0.926
Sta maria	N/Ha	1.875	0.750			1.875
	V/ha	2.826	1.130	35	0.405	1.535
	Bmasa/ha	3.808	1.523		0.545	2.068
	Ca/ha	1.904	0.762		0.273	1.034
Total N/ha		9.861	3.944			3.944
Total V/ha		12.230	4.892			6.899
Total Bmasa/ha		16.976	6.791			9.615
Total Ca/ha		8.488	3.395			4.808

Anexo 5. Coordenadas de Ubicación de PGMF El Sapito.

PUNTO	X	Y
1	803240	1508671
2	801929	1509227
3	801896	1509511
4	801133	1509821
5	801400	1510783
6	801837	1510546
7	802284	1511443
8	803949	1510574

Anexo 6. Coordenadas de Ubicación de PGMF El Pia.

PUNTO	X	Y
1	787649	1491387
2	786396	1491743
3	785391	1490817
4	784912	1490246
5	785018	1489736
6	784113	1489031
7	785222	1488594
8	785520	1488640
9	785860	1488843
10	785929	1489298
11	785603	1489518
12	785608	1489744
13	786301	1489772
14	786353	1489874
15	786634	1489873
16	786997	1490233
17	787536	1491014

Anexo 7. Coordenadas de Ubicación de PGMF La Esperanza.

PUNTO	X	Y
1	782945	1479117
2	782173	1478985
3	780429	1478653
4	780244	1477247
5	781471	1477259
6	783009	1477433
7	783512	1478574

Anexo 8. Coordenadas de Ubicación de PGMF El Zapote.

PUNTO	X	Y
1	773678	1482471
2	773745	1482373
3	773825	1482400
4	774137	1482011
5	774625	1482013
6	774746	1481855
7	775222	1481935
8	775717	1481250
9	774475	1481113
10	774125	1481275
11	773500	1481375
12	773363	1481513
13	772825	1481614
14	772481	1481362
15	772375	1481550
16	772352	1481705
17	772313	1481816
18	772547	1481887
19	772471	1482325

Anexo 9. Listado de las Densidad Especies Forestales INAFOR

N°	Nombre Común	Nombre científico	Dv (kg/Mts ³)
1	Alcanfor	<i>Protium panamense</i> (Rose) I.M. Johnston	900
2	Almendro	<i>Terminalia catappa</i>	900
3	Anona de redecilla	<i>Annona reticulata</i> L.	970
4	Areno	<i>Homalium racemosum</i> Jacq.	1079
5	Areno	<i>Laetia procera</i> (Poeppig.) Eichl.	1010
6	Areno blanco	<i>Schoepfia vacciniiflora</i> Pl. ex Hemsli.	1020
4	Barazón	<i>Hirtella triandra</i> Sandw.	1090
5	Botarrama / manga larga / Zopilote	<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.	1050
6	Cambar	<i>Copaifera aromatica</i> Dwyer.	899
7	Carolillo	<i>Ormosia</i> Sp.	1080
8	Cedro macho	<i>Carapa guatemalensis</i> Aubl.	740
9	Cedro real	<i>Cedrela odorata</i> L.	640
7	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	958
8	Chinche	<i>Zanthoxylum fagara</i>	1060
9	Comenegro	<i>Dialium guianense</i> (Aubl.) Steud.	1068
10	Cortez amarillo	<i>Tabebuia chrysantha</i> (Jacq.) Nichol.	1180
11	Coyote	<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	1150
12	Elequeme	<i>Erythrina hondurensis</i> Standl.	910
10	Espavel	<i>Anacardium excelsum</i> (Bert. & Balb.) Skell.	1009
11	Espino de playa	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	1050
12	Eucalipto camaldulensis	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	1010
13	Gavilán	<i>Pentaclethra macroloba</i> (Willd.) Kuntze.	930
14	Genízaro	<i>Albizia saman</i> (Jacq.) Muell.	1130
15	Granadillo amarillo	<i>Dalbergia tucurensis</i> Donn-Smith	1070
13	Guácimo colorado	<i>Luehea seemannii</i> Triana & Planch	1107
14	Guácimo de ternero	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	850
15	Guanacaste blanco	<i>Albizia caribaea</i>	1010
16	Guanacaste de oreja	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq.) Griseb	1060
17	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	1220
18	Guayabo de charco	<i>Terminalia bucidiodes</i>	1080
16	Guayabón	<i>Terminalia amazonia</i> (J. F. Gmel) Exell.	960
17	Jiñocuabo / Indio desnudo	<i>Bursera simarouba</i> (L.) Sarg.	790
18	Kerosén	<i>Tetragastris panamensis</i> (Engler) O. Kze.	1047
19	Lagarto	<i>Zanthoxylum belizense</i>	1060
20	Leche María	<i>Symphonia globulifera</i> L.f.	1020
21	Liquidámbar	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	865
19	Mandagual	<i>Caesalpinia velutina</i> (B. & R.) Standl.	890
20	María	<i>Calophyllum brasiliense</i> var. <i>Rekoi</i> (Camb)	776
21	Melina	<i>Gmelina arborea</i> Roxb.	1121
22	Mora	<i>Vatairea lundellii</i> (Standl.) Killip.	1070
23	Nancite	<i>Byrsonima crassifolia</i> (L.) D.C.	1130
24	Nancitón	<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allem.	940

22	Níspero	<i>Manilkara achras (Mill.) Fosberg</i>	1330
23	Nogal	<i>Juglans olanchana Standl. & L.O. Wms.</i>	1070
24	Ojoche	<i>Brosimum alicastrum Swartz</i>	1216
25	Ojoche blanco	<i>Brosimum terrabanum Pittier</i>	1216
26	Palo de agua	<i>Vochysia Hondurensis Sprague</i>	910
27	Pansuba	<i>Lecythis sp.</i>	1013
25	Pinabete / Pino lloron / pino	<i>Pinus maximinoi H. E. Moore</i>	743
26	Pino caribe	<i>Pinus caribaea var. Hondurensis (B. & G.)</i>	916
27	Pino ocote	<i>Pinus oocarpa Schiede.</i>	1101
28	Pino Tecunumanis	<i>Pinus patula Shiede & Deppe ssp. Tecunumanii (Eguiliz & Perry)</i>	910
29	Pochote	<i>Bombacopsis quinata (Jacq.) Dugand.</i>	936
30	Pronto alivio	<i>Guarea grandifolia D.C.</i>	1160
28	Roble sabanero / macueliza	<i>Tabebuia rosea (Bertol.) D.C.</i>	970
29	Rosita / Manteco	<i>Saccoglottis trichogyna Cuatr.</i>	1150
30	Sangredrigo	<i>Pterocarpus rohrii / Pterocarpus sp</i>	870
31	Sebo / Banak Colorado	<i>Viola koschnyi Warb.</i>	680
32	Tapabotija / Peine de Mico / Burillo	<i>Apeiba aspera ssp. Membranacea Spruce ex Benth.</i>	661
33	Tempisque	<i>Mastichodendron Capiri var. Tempisque (Pittier) Cronquist.</i>	1190
31	Tololo / Guanquero	<i>Guarea glabra Vahl.</i>	1040
32	Zorro	<i>Zanthoxylum panamensis</i>	1060

Anexo 10. Lista de especies de PGMF El Sapito

N°	ESPECIE	Nombre Científico	N°	ESPECIE	Nombre Científico
1	Aceituno	Cimaroba Clauca	23	Jiñocuabo	<i>Posoqueria latifolia</i>
2	Aguacate	<i>Persea caerulea</i>	24	Joco Mico	<i>Rheedia intermedia</i>
3	Ajillo		25	Kerosen	<i>Tetragastris panamensis</i>
4	Areno	<i>Ilex hondurensis</i>	26	Leche de Vaca	<i>Lacmellea panamensis</i>
5	Barazón	<i>Hirtela triandra</i>	27	Leche Maria	<i>Symphonia globulifera</i>
6	Cacaguillo		28	Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i>
7	Cachito	<i>Peschiera arborea</i>	29	Manga Larga	<i>Vochysia ferruginea</i>
8	Cafecito	<i>Faramea occidentalis</i>	30	Mano de Leon	<i>Didymopanax morotoni</i>
9	Caimito	<i>Chrysophyllum sp.</i>	31	Mata Palo	<i>Ficus spp.</i>
10	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	32	Muñeco	
11	Capirote	<i>Miconia sp</i>	33	Nancitón	<i>Hyeronima alchorneoides</i>
12	Cedro Macho	<i>Carapa guianensis</i>	34	Nispero	<i>Manilkara zapota</i>
13	Ceiba	<i>Ceiba Pentandra</i>	35	Ocote Real	
14	Cola de Pava	<i>Cupania glabra</i>	36	Ojoche	<i>Brosimum alicastrum</i>
15	Cortez	<i>Tabebuia chrysantha</i>	37	Palo de agua	<i>Vochysia hondurensis</i>
16	Guaba	<i>Inga sp.</i>	38	Papalón	<i>Coccoloba sp</i>
17	Guanacaste	<i>Enterolobium ciclocarpa</i>	39	Plomo	<i>Zuelania guidonia</i>
18	Guapinol	<i>Hymenea courbaril</i>	40	Santa Maria	<i>Calophyllum brasiliense</i>
19	Guayabo Negro	<i>Terminalia amazonia</i>	41	Sebo	<i>Virola koschnyi</i>
20	Guayabon	<i>Terminalia oblonga</i>	42	Tabacon	<i>Cespedesia macrophylla</i>
21	Jagua	<i>Genipa americana</i>	43	Tapa Botija	<i>Apeiba aspera</i>
22	Jicarillo	<i>Posoqueria latifolia</i>	44	Zapotillo	<i>Pouteria sp.</i>

Anexo 11. Lista de especies de PGMF El Pia

N°	Especie	Nombre Científico
1	Aguacate Montaña	<i>Persea caerulea</i>
2	Ajillo	
3	Ajo	<i>Cassipourea guianensis</i>
4	Algodón	<i>Calotropis procera</i>
5	Anona	<i>Annona sp.</i>
6	Areno	<i>Ilex hondurensis</i>
7	Barazon	<i>Hirtela triandra</i>
8	Cacaguillo	<i>(en blanco)</i>
9	Cacao	<i>Theobroma sp.</i>
10	Cachito	<i>Peschiera arborea</i>
11	Cafecito	<i>Faramea occidentalis</i>
12	Caimito	<i>Chrysophyllum sp.</i>
13	Canelo	<i>Ocotea cernua</i>
14	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
15	Capirote	<i>Miconia sp</i>
16	Capulín	<i>Trichospermum mexicanum</i>
17	Carolillo	<i>Ormosia coccinea</i>
18	Caucho	<i>Castilla sp.</i>
19	Cedro Macho	<i>Carapa guianensis</i>
20	Chaperno	<i>Lonchocarpus sp.</i>
21	Chilamate	<i>Ficus sp.</i>
22	Chinche	<i>Zanthoxylum fagara</i>
23	Cocobolo	<i>Dalbergia retusa</i>
24	Cola de Pava	<i>Cupania glabra</i>
25	Concha de Cangrejo	<i>Dendropanax arboreu</i>
26	Copalchil	<i>Croton niveus</i>
27	Cordoncillo	<i>Piper sp.</i>
28	Cortés	<i>Tabebuia chrysantha</i>
29	Coyote	<i>Platymiscium parviflorum</i>
30	Cuajuda	
31	Culebra	<i>Matayba oppositifolia</i>
32	Cuscano	
33	Desconocido	
34	Duran	
35	Frijolillo	<i>Leucaena shannonii</i>
36	Gavilan	<i>Pentaclethra macroloba</i>
37	Guaba	<i>Inga sp.</i>
38	Guaba Luna	<i>Inga sp.</i>
39	Guabillo	<i>Inga sp.</i>

40	Guarumo	<i>Cecropia</i> sp
41	Guasimo	<i>Luehea candida</i>
42	Guayabo Negro	<i>Terminalia amazonia</i>
43	Huesito	<i>Rinorea squamata</i>
44	Indio Desnudo	<i>Bursera simaruba</i>
45	Jagua	<i>Genipa americana</i>
46	Jicarillo	<i>Posoqueria latifolia</i>
47	Jobo	<i>Spondias mombin</i>
48	Joco Mico	<i>Rheedia intermedia</i>
49	Kerosen	<i>Tetragastris panamensis</i>
50	Lagarto	<i>Zanthoxylum belizense</i>
51	Leche Maria	<i>Symphonia globulifera</i>
52	Leche de Vaca	<i>Lacmellea panamensis</i>
53	Macueliz	<i>Tabebuia rosea</i>
54	Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i>
55	Manga Larga	<i>Vochysia ferruginea</i>
56	Mano de Leon	<i>Didymopanax morotoni</i>
57	Nancite	<i>Byrsonima crassifolia</i>
58	Nancitón	<i>Hyeronima alchorneoides</i>
59	Nispero	<i>Manilkara zapota</i>
60	Ojoche	<i>Brosimum alicastrum</i>
61	Palo de Agua	<i>Vochysia hondurensis</i>
62	Pata de Lora	
63	Pellejo de Vieja	<i>Celtis schippii</i>
64	Peron	
65	Plomo	<i>Zuelania guidonia</i>
66	Quita Calzon	<i>Astronium graveolens</i>
67	Roble	<i>Tabebuia rosea</i>
68	Sangre Grado	<i>Pterocarpus officinalis</i>
69	Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i>
70	Sardina	<i>Casearia commersoniana</i>
71	Sebo	<i>Virola koschnyi</i>
72	Sota Caballo	<i>Zygia longifolia</i>
73	Tabacón	<i>Cespedesia macrophylla</i>
74	Tamarindo	<i>Dialium guianense</i>
75	Tapa Botija	<i>Apeiba aspera</i>
76	Terciopelo	<i>Sloanea picapica</i>
77	Uva	<i>Ardisia compressa</i>
78	Yema de Huevo	<i>Morinda panamensis</i>
79	Zopilote	<i>Piscidia</i> sp.

Anexo 12. Lista de especies de PGMF La Esperanza´

Nº	NOMBRE COMUN	Nombre Científico
1	Aguacaton	<i>Persea caerulea</i>
2	Ajillo	<i>Cassipourea guianensis</i>
3	Algodón	(en blanco)
4	Areno	<i>Ilex hondurensis</i>
5	Barazon	<i>Hirtella americana</i>
6	Cacaguillo	(en blanco)
7	Cachito	<i>Stemmadenia sp.</i>
8	Cafecito	<i>Faramea occidentalis</i>
9	Canelo	<i>Arbutus xalapensis</i>
10	Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>
11	Capirote	<i>Miconia sp.</i>
12	Capulin	<i>Trema micrantha</i>
13	Carolillo	<i>Margaritaria nobilis</i>
14	Cedro Macho	<i>Carapa guianensis</i>
15	Cedro Real	<i>Cedrela odorata</i>
16	Ceiba	<i>Ceiba pentandra</i>
17	Chaperno	<i>Lonchocarpus atropurpureus</i>
18	Chilamate	<i>Ficus sp.</i>
19	Chupa Miel	
20	Cola de Pava	<i>Cupania sp.</i>
21	Concha de Cangrejo	<i>Dendropanax arboreus</i>
22	Cortés	<i>Tabebuia chrysantha</i>
23	Coyote	<i>Platymiscium pleiostachyum</i>
24	Cuscano	
25	Desconocido	
26	Duran	
27	Frijolillo	<i>Leucaena shannonii</i>
28	Granadillo	<i>Dalbergia Retusa</i>
29	Guaba	<i>Inga sp.</i>
30	Guabillo	<i>Inga sp.</i>
31	Guarumo	<i>Cecropia sp.</i>
32	Guasimo	<i>Luehea seemannii</i>
33	Guayabillo	<i>Myrcianthes fragans</i>
34	Guayabo Negro	<i>Terminalia amazonia</i>
35	Guayabon	<i>Terminalia oblonga</i>
36	Jagua	<i>Genipa americana</i>
37	Jicarillo	<i>Posoqueria latifolia</i>
38	Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i>

39	Jobo	<i>Spondias sp.</i>
40	Joco Mico	<i>Rheedia intermedia</i>
41	Kaska	<i>Astrocaryum alatum</i>
42	Kerosen	<i>Tetragastris panamensis</i>
43	Lagarto	<i>Zanthoxylum belizense</i>
44	Leche Maria	<i>Symphonia globulifera</i>
45	Leche Sapo	
46	Leche Vaca	<i>Lacmellea panamensis</i>
47	Madroño	<i>Calycophyllum candidissimum</i>
48	Manga Larga	<i>Vochysia ferruginea</i>
49	Mano de Lion	<i>Schefflera morototoni</i>
50	Maquengue	<i>Euterpe precatória</i>
51	Nancitón	<i>Hyeronima alchorneoides</i>
52	Níspero	<i>Manilkara zapota</i>
53	Ojoche	<i>Brosimum alicastrum</i>
54	Papalon	<i>Coccoloba sp</i>
55	Pellejo de Vieja	<i>Chimarrhis sp.</i>
56	Plomo	<i>Zuelania guidonia</i>
57	Quita Calzon	<i>Astronium graveolen</i>
58	Roble	<i>Tabebuia rosea</i>
59	Sangre Grado	<i>Pterocarpus rohrii</i>
60	Santa María	<i>Calophyllum brasiliense</i>
61	Sardina	<i>Tecoma stans</i>
62	Sebo	<i>Virola sebifera</i>
63	Sota Caballo	<i>Zygia longifolia</i>
64	Tabacon	<i>Cespedesia spathulata</i>
65	Tamarindo	<i>Dialium guianense</i>
66	Tapa Botija	<i>Apeiba aspera</i>
67	Uva	<i>Ardisia compressa</i>
68	Yema de huevo	<i>Morinda panamensis</i>
69	Zapote	<i>Pouteria zapota</i>
70	Zapotillo	<i>Pouteria sp.</i>

Anexo 13. Lista de especies de PGMF El Zapote

No	Nombre común	Nombre científico
1	Areno	<i>Ilex hondurensis</i>
2	Barazon	<i>Hirtella americana</i>
3	Bimbayan	<i>Vitex gaumeri Greenm</i>
4	Cachito	<i>Peschiera arborea</i>
5	Caoba	<i>Swietenia macrophylla King.</i>
6	Cedro macho	<i>Carapa guianensis</i>
7	Ceiba	<i>Ceiba pentandra(L)</i>
8	Chaperno	<i>Albizia adinocephala</i>
9	Chinche	<i>Zanthoxilum fagara</i>
10	Colepaba	<i>Cupania cinérea</i>
11	Come negro	<i>Dialium guianense (Aubl.)Steud.</i>
12	Concha de cangrejo	<i>Dendropanax arboreus.(L)</i>
13	Cortez	<i>Tabebuia chrysantha</i>
14	Coyote	<i>Platymiscium pleiostachyum</i>
15	Frijolillo	<i>Leucaena shannonii</i>
16	Gavilan	<i>Pentaclethra macroloba</i>
17	Genizaro	<i>Albizia saman(Jacg)</i>
18	Granadillo N	<i>Dalbergia retusa</i>
19	guabaluna	<i>Inga spp</i>
20	Guacimo	<i>Guazuma ulmifolia Lam.</i>
21	Guano	<i>Ochroma lagopus</i>
22	Guapinol	<i>Hymenaea courbaril L.</i>
23	Guarumo	<i>Cecropia insignis</i>
24	Guayabo N	<i>Dalbergia retusa</i>
25	Hule	<i>Ficus elástica</i>
26	Jagua	<i>Genipa caruto</i>
27	Jiñocuabo	<i>Bursera simaruba</i>
28	Jobo	<i>Spondias sp.</i>
29	jocomico	<i>Rheedia intermedia</i>
30	Kapirote	<i>Miconia argétea</i>
31	Kapulina	<i>Muntingia calabura</i>
32	kasca	<i>Astrocaryum alatum</i>
33	Kerosen	<i>Tetragastris panamensis</i>
34	Kuskanak	<i>Astrocaryum alatum</i>
35	Lagarto	<i>Zanthoxylum sp</i>
36	Leche maria	<i>Symphonia globulifera</i>
37	Leche vaca	<i>Lacmellea panamensis</i>
38	Macuelizo	<i>Tabebuia rosea(Bertol)D.C</i>
39	Madronio	<i>Calycophyllum candidissimum</i>

40	Mamba	
41	Manga larga	<i>Vochysia ferruginea</i>
42	Mano leon	<i>Schefflera morototoni</i>
43	Mata palo	<i>Ficus spp.</i>
44	Mora	<i>Chlorophora tinctoria (L.) Gaud.</i>
45	Nancite	<i>Byrsonima crassifolia(L)D.C</i>
46	Nanciton	<i>Hyeronima alchorneoides Allem</i>
47	Nispero	<i>Manilkara zapota</i>
48	Ojoche	<i>Brosimum alicastrum</i>
49	Palo de agua	<i>Vochysia hondurensis</i>
50	Papalon	<i>Coccoloba belizensis</i>
51	Patacon	
52	Peine mono	<i>Apeiba aspera ssp.</i>
53	Plomo	<i>Zuelania guidonia</i>
54	Quebracho	<i>Lisyloma ssp</i>
55	Quitacalzon	<i>Astronium graveolen</i>
56	Rosita	<i>Saccoglottis trichogina cuart</i>
57	Sangregrado	<i>Pterocarpus rohrii</i>
58	Sebo	<i>Virola sebifera</i>
59	Sta maria	<i>Calophyllum brasiliense</i>
60	Tabacon	Tabacón
61	Tapabotija	<i>Apeiba aspera</i>
62	Tuno	
63	Zapote	<i>Pouteria zapota</i>
64	zapotillo	<i>Pouteria sp.</i>
65	Zopilocuabo	
66	Zotacaballo	

Anexo 14. **Contenido Guía Metodológica para elaboración PGMF del INAFOR**

1. Resumen del Plan General
2. Objetivos
3. Duración
4. INFORMACIÓN DEL AREA BAJO MANEJO (Datos Generales)
5. Características Bio Físicas
6. Antecedentes
7. Inventarios Forestal
8. Limitaciones identificadas para el manejo del bosque soluciones y propuestas.
9. Manejo Forestal
10. Actividades de Protección.
11. Actividades de Impacto Social
12. Manejo de productos no maderables
13. Sistema de registro y monitoreo
14. Cronograma de actividades
 - MAPAS:
 - MAPA 1. Localización de la propiedad
 - MAPA 2. Topografía e hidrología
 - MAPA 3. Clasificación de los tipos de bosques y diseño del inventario
 - MAPA 4. División del bosque en unidades de corta (Sectores y/o Áreas de Aprovechamiento Anual) y red de caminos

