CATIE
Solutions for environment and development
Soluciones para el ambiente y desarrollo

CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL
DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA

ESCUELA DE POSGRADO

Desarrollo de criterios para el manejo del copaibo *(Copaifera langsdorffii)* en el sector Chiquitano Norte - Transición Amazonía, ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, Bolivia

por

GLADIS SUSANA ATÍAS VÁSQUEZ

Tesis sometida a consideración de la Escuela de Posgrado
como requisito para optar por el grado de

Magister Scientiae en Manejo y Conservación de
Bosques Naturales y Biodiversidad

Turrialba, Costa Rica, 2009

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma por el Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación y la Escuela de Posgrado del CATIE y aprobada por el Comité Consejero del Estudiante como requisito parcial para optar por el grado de:

MAGISTER SCIENTIAE EN MANEJO Y CONSERVACIÓN DE BOSQUES TROPICALES Y BIODIVERSIDAD

FIRMANTES:

Róger Villalobos, M.Sc.
Consejero Principal

Fernando Carrera, M.Sc.
Miembro Comité Consejero

Bastiaan Louman, Ph.D.
Miembro Comité Consejero

Diego Delgado, M.Sc.
Miembro Comité Consejero

Thelmo Muñoz, M.Sc.
Miembro Comité Consejero

Glenn Galloway, Ph.D.
Decano de la Escuela de Posgrado

Gladis Susana Atías Vásquez
Candidata

DEDICATORIA

DEDICO ESTE TRIUNFO A:

***Dios**, quien me concede el privilegio de la vida y me ofrece lo necesario para lograr mis metas. Por haberme permitido estar aquí y por las pruebas que me hacen crecer como persona. A la **Virgen de Guadalupe**, que intercede por mí ante el omnipotente cada vez que lo necesito.*

*Mis padres **Clotilde y Moisés**, dos grades tesoros y fuente de inspiración; quienes me cuidan siempre y son mis guía, mi horizonte, mi límite ante los excesos, mis amigos y mis mejores consejeros, y sobretodo, por darme la oportunidad de ser sus hija; por enseñarme que de las pequeñas cosas se pueden lograr grandes cosas.*

*Mi amigo y esposo **Abel Yafet**, por estar siempre a mi lado en las buenas y en las malas por ser mi copiloto inseparable en el tránsito de este camino, y en especial, porque me has dado y me das todo el apoyo para continuar el camino, gracias por estar conmigo y recuerda que eres importante para mí. ¡GRACIAS POR CREER EN MÍ!*

*Mis **herman@s y cuñad@s**, con amor fraternal por todo el cariño que me brindan a pesar de las dificultades. ¡GRACIAS POR EL APOYO!*

*Mis **chobis** (sobrin@s) porque me infunden ánimo, cariño, ternura y mucha alegría en momentos difíciles y porque más que sobrin@s son mis amig@s.*

AGRADECIMIENTOS

A mi consejero principal, Róger Villalobos M.Sc., por las lecciones enseñadas, por el apoyo en la elaboración del presente trabajo. Fue un honor trabajar con Ud., gracias por la paciencia que me tuvo.

A los miembros de mi comité asesor, Fernando Carrera, Bastiaan Louman, Diego Delgado y Thelmo Muñoz por sus valiosos aportes a este trabajo. Agradecimiento especial a Francisco Jimenez Ph.D., por el apoyo en la revisión del documento; y, Fernando Casanoves Ph.D., por su amistad y colaboración.

A la Comisión Europea a través del proyecto "Conservación y desarrollo forestal de la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano (Bolivia y Paraguay)", por el financiamiento y apoyo técnico para la ejecución del presente trabajo.

A la FCBC y su personal, en especial a Roberto Vides Ph.D.; por brindarme la oportunidad de intercambiar experiencias y por el financiamiento para la ejecución de la tesis.

A la Cátedra Latinoamericana de Gestión Forestal Territorial-CATIE, por el apoyo brindado para la culminación de mis estudios y en especial al Sr. Víctor Madrigal.

A las personas de la Chiquitanía, en especial a Don Julio Flores por ser un guía ejemplar. A las personas que colaboraron en el campo: Valentín, Orlando, Inocencio, Teodoro y Esperanza.

A los *"acopaibados"* Ullyse, Reynaldo, Javier, Sacarías y Marcelo, por la acogida y amistad sincera. A León, Damián y Alessandra, por aportes en la tesis. Agradecimiento especial al Sr. Edgar Vivero, por el apoyo logístico y por brindarme una mano amiga.

A los propietarios de SAF, particularmente al Ing. Eleazar Orellana por facilitarme las instalaciones para el desarrollo de la fase de campo.

A Sergio Vilchez por su amistad, enseñanzas, sobre todo por darme su tiempo y paciencia. A mis amigos de la promoción 2007-2008, Doctorado y Pasantía, por compartir momentos inolvidables y ser una familia en CATIE.

Al R.P. Raymond Portelli por su ayuda incondicional y amistad sincera. Al Sr. Gustavo Arévalo por el apoyo moral y consejos; a James Penn Ph.D. por ser mi maestro y ejemplo a seguir; a David Meyer por ser mi amigo y creer en mí.

Al CATIE por permitir ampliar mis conocimientos y a su personal por el cariño. En especial a posgrado: Aranjid, Marta, Araidne, Jeannette y Alfonso, y con todo cariño a Noyli Navarro por ser como es y por escucharme siempre. ***¡GRACIAS TOTALES Y HASTA PRONTO¡***

BIOGRAFÍA

La autora nació en la ciudad de Iquitos, Provincia de Maynas, Departamento de Loreto, Perú, el 15 de junio de 1976. Se gradúo de Bióloga en la Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Facultad de Ciencias Biológicas. Realizó estudios de diplomado en Educación Ambiental. Laboró en distintas áreas de las ciencias biológicas y en manejo de grupos, con comunidades ribereñas y grupos étnicos en la Región Loreto. Antes de iniciar la maestría, ejerció como codirectora del programa Educación Ambiental en comunidades campesinas que están asentadas a lo largo de la Reserva Comunal Tamshiyacu Tahuayo en la Cuenca del río Tahuayo del Amazonas; en las distintas Instituciones Educativas con padres de familia, docentes y alumnos de 4º, 5º y 6º de educación primaria. Ingresó al programa de maestría en Manejo y Conservación de Bosques Tropicales y Biodiversidad de la escuela de Post grado del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) formando parte de la promoción 2007 – 2008. Los datos contacto son: gatias@catie.ac.cr y gladis_atias@yahoo.es



CONTENIDO

DEDICATORIA III
AGRADECIMIENTOS IV
BIOGRAFÍA V
CONTENIDO VI
RESUMEN IX
SUMMARY XI
ÍNDICE DE CUADROS XIII
ÍNDICE DE FIGURAS XV
ÍNDICE DE ANEXOS XVII
LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS XVIII
1. INTRODUCCIÓN 1
1.1 Caracterización del problema 1
1.2 Importancia y justificación 2
1.3 Preguntas clave de investigación 4
1.4 Objetivos del estudio 4
1.4.1 Objetivo general 4
1.4.2 Objetivos específicos 4
1.5 Hipótesis del estudio 5
2. MARCO REFERENCIAL 7
2.1 Productos forestales no maderables 7
2.2 Economía de PFNM 9
2.3 Los PFNM en Bolivia 13
2.4 Manejo de PFNM 15
2.5 Plan de manejo como herramienta de planificación 17
2.6 Inventarios de productos forestales 20
2.7 Información general del copaibo 22
2.7.1 Datos botánicos y distribución 22
2.7.2 Aspectos ecológicos 23
2.7.3 Características de la planta 24
2.7.4 Tratamientos silviculturales 26

2.7.5 Estructura poblacional 27
3. METODOLOGÍA 28
3.1 Área de estudio 28
3.1.1 Descripción general del predio Sociedad Agropecuaria Futuro (SAF) 31
3.1.2 Características biofísicas del predio Sociedad Agropecuaria Futuro (SAF) 32
3.2 Metodología 33
3.2.1 Etapa 1: Levantamiento de información cuantitativa y cualitativa 34
3.2.1.1 Caracterización del bosque del predio SAF 34
3.2.1.2 Conocimiento tradicional sobre uso y manejo de copaibo en la Chiquitanía e Iquitos en la Amazonía Peruana 36
3.2.2 Etapa 2: Determinación del copaibo distribuído en SAF y evaluación de variables que determinan la presencia 37
3.2.2.1 Determinación del copaibo distribuído en SAF 37
3.2.2.2 Variables que influencia la presencia del copaibo 37
3.2.3 Etapa 3: Definición de criterios básicos para el aprovechamiento y monitoreo del copaibo en SAF 39
3.2.4 Análisis de datos 39
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 42
4.1 Etapa 1: Levantamiento de información cuantitativa y cualitativa 42
4.1.1 Caracterización del bosque del predio SAF 42
4.1.2 Conocimiento tradicional uso y manejo de copaibo en la Chiquitania e Iquitos en la Amazonía Peruana 43
4.2 Etapa 2: Identificación del copaibo distribuido en SAF y evaluación de variables que determinan su presencia 45
4.2.1 Identificación del copaibo distribuido en SAF 45
4.2.2 Variables ambientales que influencian la presencia del copaibo 47
4.2.2.1 Caracterización del bosque 47
4.2.2.2 Especies que contribuyen a la diferenciación de los tipos de bosque 50
4.2.2.3 Caracterización general de los tipos de bosque de acuerdo a las especies 51
4.2.2.4 Definición de los tipos de bosque por su composición 53
4.2.2.5 Diversidad y riqueza 54

4.2.2.6 Estructura 56
4.2.2.7 Variables ambientales que influencian la presencia del copaibo 60
4.3 Etapa 3: Definición de criterios básicos para el aprovechamiento y monitoreo del copaibo 66
4.3.1 Lineamientos básicos para el monitoreo de las poblaciones de copaibo en el predio SAF 67
4.3.2 Actividades a tener en cuenta para el manejo de las poblaciones de copaibo en el predio SAF 70
5. CONCLUSIONES 72
6. RECOMENDACIONES 74
7. LITERATURA CITADA 75
ANEXOS 85

Atías, G. 2009. Desarrollo de criterios para el manejo del copaibo (*Copaifera langsdorffii*) en el sector Chiquitano Norte - Transición Amazonía, ecorregión del Bosque Seco Chiquitano, Bolivia. Tesis Mag.Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 96 p.

RESUMEN

El Bosque Seco Chiquitano (BSCh) es el mayor bosque seco tropical en el continente, con excelente estado de conservación, se vienen realizando ahí acciones de conservación del medio ambiente y manejo diversificado de algunos recursos naturales; incluidos los productos forestales no maderables (PFNM). El copaibo, como PFNM, está ganando relevancia en el mercado local y nacional por sus múltiples usos (aceite). El objetivo del presente estudio fue desarrollar criterios para el manejo sostenible del copaibo en el predio Sociedad Agropecuaria Futuro (SAF), ubicado en una zona de transición entre el Gran Chaco y la Amazonía, mediante la caracterización local de las zonas de distribución y la identificación de variables que explican su presencia, abundancia y potencial productivo; así también, reconocer conocimientos tradicionales en la Chiquitanía Boliviana y Amazonía Peruana. La presencia del copaibo (*Copaifera langsdorffii*) en SAF parece favorecida por tratarse de una zona de transición hacia el bosque amazónico. Se instalaron 69 parcelas que cubrieron un área de 4,31 ha, donde se identificaron tres tipos de bosques que reflejan las asociaciones vegetales existentes (1) *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii*, (2) *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox* y (3) *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa*. Los *bosques 1* y *2* se asocian a la posición topográfica de ladera, los *bosques 1* y *3* al tipo de vegetación monte alto, los tres tipos de bosque a la ausencia de pedregocidad en el suelo y a la presencia de incendios. Estos fueron caracterizados y comparados entre sí, según su composición, estructura, diversidad y riqueza de especies. Del total de parcelas instaladas el 16% tuvo regeneración natural de copaibo (brinzales). Sólo el tipo de *bosque 1* presenta características favorables para el desarrollo y aprovechamiento del copaibo. El estado de intervención del bosque y la textura del suelo no mostraron relación con los tipos de bosques. En cuanto al conocimiento tradicional, las comunidades de la Chiquitanía y Amazonía Peruana reconocieron al copaibo (*Copaifera langsdorffii*) debido a sus múltiples usos. Se obtuvieron datos preliminares de producción de 3 a 5 litros/año para el 2008 en árboles con más de 45 cm de dap. Luego de analizar lo antes mencionado se definieron criterios básicos para el aprovechamiento y monitoreo del copaibo en SAF.

Palabras claves: Manejo diversificado, copaibo, producto forestal no maderable, Bosque Seco Chiquitano, Sociedad Agropecuaria Futuro.

Atías, G. 2009. Development of criteria for the management of copaibo (Copaifera langsdorffii) in North Chiquitano sector - Amazonia Transition, Dry Forest Chiquitano ecoregion, Bolivia. Thesis Mag.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 96 p.

SUMMARY

The Dry Forest Chiquitano (BSCh) is the greater tropical dry forest in the continent with excellent state of conservation, being realizing there actions of environmental conservation and diversified management of some natural resources, including nonwood forest products (PFNM). Copaibo, like PFNM, is gaining relevance in the local and national market for its multiple uses (oil). The objective of the present study was to develop criteria for the sustainable management of copaibo in a property of the "Sociedad Agropecuaria Futuro" (Future Farming Society) (SAF), located in a zone of transition between the Great Chaco and the Amazonia, by means of the local characterization of the zones of distribution and the identification of variables that explain its presence, abundance and productive potential; thus also, to recognize traditional knowledge in the Bolivian Chiquitanía and the Peruvian Amazonia. The presence of copaibo (*Copaifera langsdorffii*) in SAF seems favored for being a zone of transition towards the Amazonian forest. Sixty-nine parcels were settled that covered an area of 4.31, where were identified three types of forests that reveal the existing vegetal associations (1) *Achatocarpus praecox* and *Copaifera langsdorffii*, (2) *Attalea speciosa* and *Achatocarpus praecox* and (3) *Physocalymma scaberrimun* and *Attalea speciosa*. Forest 1 and 2 are associated to the topographic slope position, forest 1 and 3 to the type of vegetation high woodland, the three types of forest to the absence of stones and fire presence. These were characterized and compared to each other according to their composition, structure, diversity and richness of species. 16% of the installed parcels had natural regeneration of copaibo ("brinzales"). Only the type of forest 1 presents favorable characteristics for the growth and management of copaibo. The state of intervention in the forest and the texture of the ground did not show relation with the types of forests. As far as the traditional knowledge, the communities of the Chiquitanía and Peruvian Amazonia recognized copaibo (*Copaifera langsdorffii*) due to its multiple uses. Preliminary production data for 2008 showed 3 to 5 liters/year in trees with more than 45 cm of dap. After the analysis, basic criteria were defined for the management and monitoring of copaibo in SAF.

Key words: Diversified management, copaibo, nonwood forest product, Dry Forest Chiquitano, “Sociedad Agropecuaria Futuro” (Future Farming Society).

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Marco lógico de la presente investigación 5
Cuadro 2. Sectores identificados en la planificación ecorregional del Bosque Seco Chiquitano. 30
Cuadro 3. Clasificación de tipos de bosque en el predio Sociedad Agropecuaria Futuro (SAF), Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 32
Cuadro 4. Tipos de bosque identificados por pobladores locales en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia, determinados a través de entrevistas (n = 25) 48
Cuadro 5. Especies indicadoras identificadas a partir de la prueba Monte Carlo para el valor indicador observado sobre los tres tipos de bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 51
Cuadro 6. Índices de diversidad para los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 54
Cuadro 7. Distribución del promedio de área basal (G) para los tres tipos de bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 56
Cuadro 8. Número de individuos (N) por hectárea, por clase diamétrica, para los tres tipos bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 57
Cuadro 9. Cobertura vegetal para los tres tipos de bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 59
Cuadro 10. Estructura vegetal para los tres tipos de bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 60
Cuadro 11. Promedio de área basal (G) por clase diamétrica de *Copaifera langsdorffii* para los tres tipos de bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 60
Cuadro 12. Distribución del número de individuos (N) promedio por hectárea, por clase diamétrica de *Copaifera langsdorffii* para los tres tipos de bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 61
Cuadro 13. Clasificación de la posición topográfica de las parcelas clasificadas en cada uno de los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 62

Cuadro 14. Clasificación del tipo vegetación de las parcelas clasificadas en cada uno de los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia..... 63
Cuadro 15. Clasificación del grado de pedregocidad de las parcelas clasificadas en cada uno de los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia..... 64
Cuadro 16. Incidencia de incendios de las parcelas clasificadas en cada uno de los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia..... 65

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación geográfica del Bosque Seco. 28
Figura 2. Ubicación geográfica del predio Sociedad Agropecuaria Futuro (SAF), Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 31
Figura 3. Esquema metodológico de la investigación para definir criterios básicos de manejo de las poblaciones silvestres de copaibo en Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 34
Figura 4. Diseño de muestreo para el levantamiento de la información cuantitativa y cualitativa en SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 35
Figura 5. Mapa de ubicación de las 69 parcelas de muestreo en SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 49
Figura 6. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados de la vegetación de 69 parcelas (con presencia y ausencia del copaibo). 50
Figura 7. Las diez especies de mayor valor ecológico, según el IVI, para los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 52
Figura 8. Distribución del número de familias, géneros y especies para los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 55
Figura 9. Curvas aleatorizadas de acumulación de especies para los tres tipos de bosque según área muestreada (0.0625 ha) en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. . 56
Figura 10. Distribución por clase diamétrica (cm) del área basal de árboles y palmas ≥ 10 cm dap (m2 por hectárea) para los tres tipos de bosque según área muestreada en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 57
Figura 11. Distribución por clase diamétrica del número de individuos de árboles y palmas ≥ 10 cm dap por hectárea para los tres tipos de bosque en el área muestreada en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 58
Figura 12.Representación gráfica de las relaciones entre el tipo de posición topográfica en los tres tipos de bosque según el análisis de correspondencia, predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 62
Figura 13. Representación gráfica de las relaciones entre el tipo de vegetación y los tres tipos de bosque según el análisis de correspondencia, predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 63

Figura 14. Representación gráfica del grado de pedregocidad en los tres tipos de bosque según el análisis de correspondencia, predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 64
Figura 15. Representación gráfica de la incidencia de incendios y su asociación con los tres tipos de bosque según el análisis de correspondencia, predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 65
Figura 16. Mapa de agrupamiento de manchales de copaibo según el censo del 2004 en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 68
Figura 17. Mapa de caminos propuestos para el aprovechamiento y vigilancia de los árboles productivos en el SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia. 69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Formulario 1 - Caracterización de la parcela 86
Anexo 2: Formulario 2 - Caracterización de la regeneración del copaibo 87
Anexo 3: Formulario 3 - Datos de cosecha de árboles productivos de copaibo 88
Anexo 4: Formulario 4 - Caracterización del micrositio 89
Anexo 5: Entrevista para informantes 90
Anexo 6: Lista de especies encontradas en dos o más parcelas en el predio SAF 92

LISTA DE UNIDADES, ABREVIATURAS Y SIGLAS

BSCh	:	Bosque Seco Chiquitano
DAP	:	Diámetro a la altura del pecho
PFNM	:	Producto forestal no maderable
RRNN	:	Recursos Naturales
SAF	:	Sociedad Agropecuaria Futuro

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Caracterización del problema

En las últimas décadas la humanidad ha empezado a darse cuenta de que no se puede tener una sociedad o economía saludable en un mundo con tanta pobreza y degradación del medio ambiente. Los problemas de degradación de los recursos naturales varían según las condiciones ecológicas y los sistemas de producción que predominan en cada región. El desafío es lograr un desarrollo ecológicamente menos destructivo y hacer la transición hacia formas sostenibles de estilos de vida y de desarrollo (Keating 1993, Kaimowitz 2001)

El hombre moderno desconoce el bosque, el número de especies que de él aprovecha es reducido; por esa razón le confiere muy poco valor; en muchos casos contribuye con la deforestación. Los productos forestales no maderables (PFNM) del bosque han ocupado un espacio creciente en los foros relacionados con el manejo de los recursos naturales y de los ecosistemas forestales en particular. No sólo se les visualiza en el contexto de economías de subsistencia, sino también como componentes de empresas lucrativas (Robles y Villalobos 1998, Ruiz y Arnol 1996).

La investigación sobre los PFNM suele enfatizar la caracterización social y económica de sistemas productivos tradicionales y no la generación de criterios técnicos para el desarrollo de procesos productivos sostenibles y eficientes (Ruiz y Arnol 1996). Las herramientas y publicaciones etnobotánicas pueden aportar información sobre aspectos del saber tradicional que orienten el desarrollo de criterios de manejo, pero este enfoque de la etnobotánica ha sido poco desarrollado (Villalobos 2002).

Bolivia es un país con grandes diferencias geográficas y ecológicas, hecho que le convierte en uno de los más variados de Suramérica, tanto por su clima, vegetación, suelos, relieve, fisiografía, vegetación natural, régimen hídrico, uso actual potencial; como también por el uso del espacio nacional. El país cuenta con una superficie de 1.098.581 km² y cuatro grandes regiones naturales, divididas en 11 regiones ecológicas claramente definidas (desde áridos hasta bosque tropical) que hace que se encuentre una gran variedad de especies de plantas y animales silvestres (Bojanic 2007).

El Bosque Seco Chiquitano (BSCh) es un tipo de bosque tropical seco, único en el mundo y con una riqueza natural extraordinaria, aún poco estudiada. Ocupa la mayor parte de la zona denominada Chiquitanía en el oriente de Bolivia, presenta una extensa planicie de áreas onduladas, con serranías de mediana elevación y vegetación abundante (Vides et ál. 2007).

En Bolivia a las especies *Copaifera reticulata*, *Copaifera duckei* Duryer y *Copaifera langsdorffii* Desf., de la familia Caesalpiniaceae, se les denomina "copaibo". El copaibo es una especie arbórea de amplia distribución en América del Sur, del cual se pueden aprovechar diferentes productos y que en la Chiquitanía está tomando relevancia creciente como PFNM. El atractivo de la especie es la oleoresina que produce, a la que se le atribuye propiedades curativas, siendo un cicatrizante externo e interno.

El desarrollo prometedor del mercado para el copaibo en el BSCh genera el riesgo de que se promuevan extracciones excesivas y no planificadas. Por lo tanto, urge la definición de criterios básicos para el manejo y la implementación de sistemas de evaluación y monitoreo para los individuos existentes. Los PFNM juegan y deben seguir jugando un papel importante en definir el desarrollo socioeconómico y cultural de muchas regiones rurales del mundo (Marshall et al. 2006).

1.2 Importancia y justificación

Los ecosistemas forestales albergan la mayor riqueza biológica de nuestro plantea y en ellos habitan más de 1.200 millones de personas que dependen de los bosques y selvas como su principal medio de vida. Irónicamente más del 90% de estas poblaciones sufren de niveles elevados de pobreza (Marshall et ál. 2006). Por otra parte estos ecosistemas pueden ser degradados por sobre uso, contaminación, destrucción física y por el uso de sistemas de producción que provocan problemas con plagas, enfermedades y malezas (Benites 2007).

La comercialización de la oleorresina del copaibo genera ingresos económicos, provee empleo en momentos difíciles y es un complemento de las actividades agropecuarias y forestales para muchos miembros de las comunidades, incluyendo mujeres y jóvenes; los mismos que utilizan técnicas de aprovechamiento que fueron transmitidos de generación en generación.

Existen registros de que por el aprovechamiento de la oleorresina de los árboles del género *Copaifera*, genera ingresos por más de 600 millones de dólares a Perú y Brasil, actualmente únicos países exportadores[1]. Según el Instituto Boliviano de Comercio Exterior (IBCE), el copaibo se ha convertido en una importante opción para negocio.

Las especies de *Copaifera* ocurren en África y Suramérica, pero solo en la región amazónica y alrededores se han documentado genotipos que producen oleoresina comercialmente útil (FAO 1995). De la especie *C. Officinalis,* descrita originalmente por Lineo en 1762, fueron probablemente comercializados los primeros embarques de aceite de copaibo a través del Caribe, a inicios de la conquista de América, entre los siglos XVI y XVII (Da Veiga Junior et ál. 2007).

El copaibo es reconocido por sus múltiples usos, de el se aprovecha: corteza, frutos, madera y oleoresina; que son utilizados en la construcción, industrias de cosméticos, tintes, combustible, entre los principales (Shanley et ál. 1998, Leite et ál. 2002, Alexiades y Shanley 2004). Esto ha llevado a que la especie sea aprovechada de manera no sostenible por parte de las comunidades rurales (Encarnación 1983). El producto con mayor demanda en el mercado es la oleoresina, efectivo para el tratamiento de la piel; así como un antibiótico natural con la capacidad de eliminar hongos, bacterias, proteger el conducto gastrointestinal e inhibir el crecimiento de tumores (Rigamonte et ál. 2004, Pipa 2007).

El copaibo, al igual que otros PFNM en Bolivia, enfrenta para lograr su desarrollo comercial: la existencia de una infraestructura física deficiente, de un sistema de distribución ineficaz que genera pérdidas en la manipulación, falta de información y condiciones sanitarias precarias.

Para poder contrarrestar estas deficiencias; antes de pensar en la comercialización de un producto determinado, se debe proponer un plan de manejo para la especie de la cual se aprovecha dicho producto; las preguntas abajo listadas pretenden responder a las interrogantes sobre cuales son los criterios básicos a tener en cuenta para el manejo del copiabo.

[1] Tomado de http://www.lostiempos.com/noticias/07-10-07/07_10_07_eco8.php

1.3 Preguntas clave de investigación

¿Qué variables ambientales sirven para determinan la presencia del copaibo?

¿Cuáles son los criterios para definir unidades productivas actuales y potenciales del copaibo?

¿Qué factores inciden sobre la regeneración y productividad del copaibo?

¿Cuáles son los indicadores a tener en cuenta para el monitoreo y evaluación de la población de copaibo?

¿Cuáles son las técnicas tradicionales de uso, manejo y aprovechamiento del copaibo?

¿Cuáles son las técnicas silviculturales básicas para el manejo del copaibo?

1.4 Objetivos del estudio

1.4.1 Objetivo general

Desarrollar criterios para el manejo sostenible del copaibo, producto forestal no maderable en el sector Chiquitano Norte - Transición Amazonía en la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano.

1.4.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a nivel local las zonas de distribución del copaibo e identificar variables que explican su presencia, abundancia y potencial productivo.
- Identificar conocimientos tradicionales relevantes para la orientación del plan de manejo del copaibo.
- Definir criterios básicos para planificar el manejo del copaibo con base en su ecología local y en experiencias documentadas.
- Proponer lineamientos básicos para el manejo y monitoreo del copaibo.

1.5 Hipótesis del estudio

- Existen variables ambientales que determinan la presencia del copaibo.
- Existen prácticas tradicionales de aprovechamiento que pueden orientar el desarrollo de un plan de manejo para el copaibo.

Cuadro 1. Marco lógico de la presente investigación

Objetivo específico	Preguntas	Metodología	Productos esperados
Caracterizar a nivel local las zonas de distribución del copaibo e identificar variables que explican su presencia, abundancia y potencial productivo.	¿Qué variables ambientales sirven para determinan la presencia del copaibo?	• Recopilación y análisis de información secundaria. • Revisión de información cartográfica existente de la zona. • Recorridos en la zona de estudio. • Instalación de parcelas de evaluación con y sin copaibo. • Consulta con expertos.	• Identificación de variables que pueden determinar la presencia del copaibo.

Objetivo específico	Preguntas	Metodología	Productos esperados
Identificar conocimientos tradicionales relevantes para la orientación del plan de manejo del copaibo.	¿Cuáles son las técnicas tradicionales de uso, manejo y aprovechamiento del copaibo?	• Análisis de información registrada en entrevistas semiestructuradas con informantes clave. • Recopilación y análisis de información secundaria. • Consulta con expertos.	• Identificación de las técnicas tradicionales de uso y manejo del copaibo.

Objetivo específico	Preguntas	Metodología	Productos esperados
Definir criterios básicos para planificar el manejo del copaibo con base en su ecología local y en experiencias documentadas.	¿Cuáles son los criterios para definir unidades productivas actuales y potenciales del copaibo? ¿Qué factores inciden sobre la regeneración y productividad del copaibo?	• Recopilación y análisis de información secundaria. • Consulta con expertos. • Análisis de información registrada en las parcelas. • Instalación de parcelas de evaluación con y sin copaibo.	• Determinación de criterios para el aprovechamiento del copaibo

Objetivo específico	Preguntas	Metodología	Productos esperados
Proponer lineamientos técnicos para el manejo y monitoreo del copaibo.	¿Cuales son las técnicas silviculturales básicas para el manejo del copaibo? ¿Cuáles son los elementos básicos a tener en cuenta para el monitoreo y evaluación de la población de copaibo?	• Recopilación y análisis de información secundaria. • Consulta con expertos. • Análisis de información registrada en entrevistas semiestructuradas con informantes clave.	• Identificación de las técnicas silviculturales. • Línea base para el plan de monitoreo y evaluación para el manejo del copaibo.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1 Productos forestales no maderables

A pesar de lo mucho que se ha discutido, no existe hasta ahora acuerdo global sobre la terminología para definir los productos forestales no maderables (PFNM), Según FAO (1999) las siglas en ingles son NWFP. Diversas definiciones abarcan diferentes aspectos, especies y productos, dependiendo del enfoque del respectivo autor o de la organización que las crea.

Según Martínez (2006) Para la comprensión del concepto producto forestal no maderable se utilizará la definición de la FAO: *"productos de origen biológico diferente a la madera, derivado de los bosques, o en zonas maderables fuera de los bosques"*. FAO (1999) agrupa los PFNM en:

- Exudados: resinas, gomas, aceites, oleorresinas.
- Estructuras vegetativas: tales como tallos, hojas, raíces y yemas apicales.
- Partes reproductivas: como nueces, frutos, aceites de semillas y semillas.
- Productos de fauna: extraídos de bosques naturales y de los ambientes hidrobiológicos susceptibles de aprovechamiento in situ, bajo el desarrollo de prácticas de pesca artesanal o comercial.

La Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) los define como: "*todos aquellos productos biológicos, excluida la madera, leña y carbón, que son extraídos de los bosques naturales para el uso humano*". Esta definición excluye explícitamente los productos derivados de la madera, independientemente de su uso final o grado de extracción y limita el origen a bosques naturales, excluyendo por lo tanto, plantaciones forestales efectuadas con fines madereros o no madereros (UICN 1996, citada por Tacón 2004).

Sin embargo, Gompertz (1998) incluye como PFNM a algunos productos relevantes para la economía rural como: leña y productos artesanales de uso doméstico derivados de la madera. Wong et ál. (2001) dan a conocer una variedad de clasificaciones de los PFNM y de enfoques generales que los clasifican según los productos, usos finales,

taxonomía, características de la ordenación o formas de vida. Las clasificaciones basadas en usos finales tienden a ignorar la fuente del producto, pero pueden facilitar su seguimiento a través del mercado.

Se estima que alrededor del 80% de la población mundial de los países en desarrollo usan PFNM como medicinas, alimentos, aditivos de alimento, productos cosméticos y de cuidado personal, colorantes, elementos decorativos, mascotas, materia de artesanías y de construcción (Martínez 2006); inclusive se dice que en los Estados Unidos el 25% de las prescripciones médicas contienen extractos de plantas (Mukerji s.f.).

Una gran cantidad de artículos de uso diario, tales como medicinas, perfumes, lociones bronceadoras, esmalte para uñas, enjuagues bucales, bálsamos para el cabello, artículos de tocador, queso, goma de mascar, helados, bebidas gaseosas, jugos de fruta, mantequilla de maní, nueces comestibles, cereales, hierbas culinarias, pescado enlatado o secosalado proveniente de capturas en manglares, o en ríos en los que las especies pescadas dependen de la existencia del bosque, postres de leche, bolsas de fantasía, botones decorativos, piezas de ajedrez, pelotas de golf, pinturas, anticorrosivos, fungicidas y varios otros, contienen variables proporciones de PFNM (Chandrasekharan et ál. 1996).

La importancia de los PFNM para las poblaciones relacionadas con el bosque ha sido ampliamente reconocida; el papel de estos en los hogares y en el ámbito comunitario estimula el interés por considerarlos en la ordenación forestal. Actualmente existe un gran interés por los PFNM entre conservacionistas, forestales, personas responsables del desarrollo y grupos de población indígena, lo cual puede ser útil para determinar su importancia en las economías nacionales e internacionales, pero también para revertir tendencias históricas de extracción sin criterios de manejo sostenible, en detrimento de la diversidad genética (Padoch et ál. 1985, Domínguez y Gómez 1990, Okafor 1991, Anderson y Jardim 1998, Wong et ál. 2001, Zamora 2001).

El aprovechamiento tradicional de los PFNM realizado por indígenas y no indígenas, habitantes de zonas rurales y a veces urbanas, podría provocar en algunos casos la completa desaparición de las especies vegetales de las cuales han hecho uso; en la medida en que crece la demanda de esos recursos, pero no se promueve la

sostenibilidad de su aprovechamiento y continúa la deforestación. Por otra parte, es difícil generalizar acerca de criterios técnicos para el manejo de estos recursos. (CODEFF y CET 1999, May 2001). Como una alternativa; en condiciones naturales los PFNM pueden ser manejados de manera integrada junto con la madera, aumentando así la productividad global. Su buen manejo puede ayudar a la conservación de la riqueza y variabilidad genética. Algunos también pueden ser cultivados como productos puros o mixtos, o bajo sistemas agroforestales. A menudo, los PFNM pueden ser extraídos sin cortar los árboles ni destruir los bosques, por lo que son más "amistosos" con el medio ambiente y la conservación de la biodiversidad (Chandrasekharan et ál. 1996).

El aumento en los niveles de cosecha frecuentemente acarrea una merma en la disponibilidad del PFNM, especialmente en el caso de especies poco abundantes, de crecimiento lento y/o con requerimientos ecológicos muy específicos; aún especies numerosas de amplia distribución y tasas altas de crecimiento y regeneración pueden ser agotadas localmente. Las respuestas de los cosechadores ante la creciente escasez o extinción local del recurso ofrecen un modelo para evaluar y analizar el impacto de la comercialización sobre la conservación de la especie (Alexiades y Shanley 2004, Cunningham 2000).

En algunas comunidades de la región Loreto en Perú se practican labores extractivas, en particular los indígenas y han acumulado importantes conocimientos sobre la biología de las especies aprovechadas, lo que permite la continuidad de sus sistemas de aprovechamiento durante generaciones; de hecho, existen ejemplos de reservas comunales donde se procura la conservación de los recursos (Pinedo et ál. 1990). No obstante, estos sistemas no están diseñados para adaptarse a la demanda creciente de productos en una sociedad capitalista y carecen de herramientas para estimar en forma precisa su capacidad productiva (Marmillod et ál. 1998).

2.2 Economía de PFNM

La región amazónica, rica en especies, ha contribuido al mundo con algunos importantes cultivos, entre otros, caucho de Pará, cacao, yuca y piña. La región andina ha contribuido con la papa, de importancia vital en la alimentación mundial. Existen varias especies económicamente valiosas y de multipropósito en la región amazónica, entre

ellas: cajú o merey (*Anacardium occidentale*), asaí (*Euterpe oleracea*), bority, aguaje, moriche (*Mauritia flexuosa*), pataua, ungurahui o palma seje (*Jessenia bataua*), pejibaye (*Bactris gasipaes*), piquia (*Caryocar villosum*), nuez del Brasil (*Bertholletia excelsa*), nuez péndula (*Couepia longipendula*), bacuri (*Platonia insignis*), camu-camu, guayabo (*Myrciaria dubia*), cupuassu (*Theobroma grandiflorum*), copaiba (*Copaifera multijuga*), jatobá (*Hymenaea courbaril*), andiroba (*Carapa guianensis*), babassu (*Orbignya phalerata*), ucuuba (*Virola surinamensis*), cumaru (*Dipteryx odorata*), palo de rosa (*Aniba duckei*), papaya (*Carica papaya*), sacaca (*Croton cajucara*) y tagua (*Phytelephas aequatorialis*). Algunas de estas especies crecen en altas densidades en ciertos lugares de los bosques (Chandrasekharan et ál. 1996).

Los PFNM constituyen bienes de subsistencia para el consumo humano o industrial y servicios derivados de recursos y biomasa forestales renovables, que brindan posibilidades para aumentar los ingresos familiares reales y el empleo en las zonas rurales (FAO 1992).

Hasta hace muy poco tiempo el bosque en general no tenía mucho valor, una percepción que aún prevalece en la mentalidad de muchas personas en el mundo. El campesino por regla general no es el que explota la madera, por lo tanto le ve muy pocos beneficios al bosque. Algunos mapas de hace unas cuantas décadas, hablan de "bosque y otros terrenos sin uso", pero ya son muchos los que reconocen su verdadero valor, si bien falta mucho por cuantificar; de esto se deriva que una de las estrategias más eficientes para evitar la deforestación, es valorizar el bosque, buscar como aprovechar mejor los múltiples productos y servicios que ofrece (Budowski 1994).

Conforme a la experiencia del Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central, que fue desarrollado por CATIE (Bianco 1994) hay al menos cuatro factores limitantes para la comercialización de productos maderables no tradicionales y productos no maderables:

- El reducido volumen de la producción.
- El incipiente o nulo desarrollo de mercados para estos productos.
- El incipiente nivel organizativo de la población involucrada en dicho proceso.
- La poca experiencia de los beneficiarios en los procesos de comercialización.

El tipo y grado de transformación industrial del producto forestal y su escala de comercialización varían sustancialmente de acuerdo a la especie. De un lado están las especies conocidas y ampliamente comercializadas y de otro lado están la mayor parte de las especies de PFNM, especies que generan ingresos anuales muy modestos, si bien de forma conjunta esto suma cantidades totales apreciables, formando la base de la economía monetaria de millones de cosechadores, procesadores y comerciantes (Alexiades y Shanley et ál. 2004).

Disponer de antecedentes de producción y comercialización de estos productos es indispensable si se quiere establecer políticas locales y globales de corto y medianos plazos. No obstante esta necesidad, en términos generales existe poca información sobre los PFNM, y cuando ésta existe los distintos enfoques y la falta de sistematización hacen difícil su comprensión y análisis (Abalos 2001).

Según Martínez (2006), en el momento al menos 150 PFNM son comercializados internacionalmente incluidos 26 aceites esenciales. El valor total del comercio mundial de PFNM se ubica alrededor de US$ 11 mil millones. Sin embargo hay que tener en cuenta que las estadísticas no son totalmente confiables para este tipo de productos. En términos generales y agrupando la gran cantidad de productos que incluyen los PFNM la India, Indonesia, Malasia, Tailandia y Brazil son los proveedores tropicales mas importantes del mundo.

Un estudio del Instituto de Estudios Amazónicos en Xapuri, Brasil, revela que las comunidades locales dedicadas a la extracción de caucho y nueces obtenían un ingreso anual promedio equivalente a 960 dólares americanos por familia. En Iquitos, Perú un estudio reveló que el valor neto actual de los recursos vegetales en una localidad investigada es equivalente a 9 000 dólares americanos por hectárea. Otro estudio en Belice indica que la cosecha de plantas medicinales en algunas áreas, es económicamente más rentable y sostenible que la plantación de árboles. En Chile, la recolección y producción de plantas medicinales ha sido importante, alcanzando valores de 2,2 millones dólares americanos en 1991 y 1,7 millones dólares americanos en 1992. Argentina es uno de los grandes exportadores de plantas medicinales (Chandrasekharan et ál. 1996).

En Brasil reportan que en 1984 la exportación de aceite de copaibo alcanzó 120 toneladas, cuyo destino fue Francia, Alemania y Estados Unidos; la producción de la Amazonía se estima en unas 200 toneladas al año (Shanley et ál. 1998). El precio del litro de aceite de copaibo es muy variable. Por ejemplo, Leite et ál. (2002) registraron que se pagaba al extractor directo entre 1.70 y 22.32 dólares americanos por litro; el precio se eleva cuando el comprador necesita tener aceite aprovechado de manera sostenible y que tenga la autorización de IBAMA y el análisis químico del aceite.

También los precios del aceite de copaibo varían según la presentación para su comercialización (embasado); cuando el producto es vendido en embases de 20 o 30 ml, la unidad cuesta entre 1 a 2.10 dólares americanos; el mismo aceite vendido en capsulas cuesta entre 5.40 a 8.10 dólares americanos cada cápsula; así mismo se registra que el litro de aceite vendido en el aeropuerto alcanza un valor de 50 dólares americanos. Cuanto más elaborado sea la presentación del producto más ingresos generará a las familias extractoras (Shanley et ál. 1998 y Leite et ál. 2002).

Según Chandrasekharan et ál. (1996), algunos estudios de investigación han sugerido que el retorno económico a largo plazo por el manejo adecuado de PFNM que se encuentran en una hectárea de bosque tropical amazónico, sobrepasaría los beneficios netos de la producción maderera o de la conversión agrícola del área. Aparte de proporcionar productos para la subsistencia de las comunidades, los PFNM pueden ayudar a generar buenos ingresos adicionales, en condiciones adecuadas.

Los PFNM son importantes, tanto a nivel local como nacional e internacional. Muchos de los productos contribuyen significativamente a la creación de beneficios económicos e ingresos en efectivo a nivel de comunidades, como ejemplo puede señalarse la recolección de alimentos en el bosque, los que son comercializados a nivel de mercados locales. Otros productos se consumen a nivel nacional, tal es el caso de numerosas plantas medicinales que se distribuyen por todo el país. Algunos otros productos intervienen en el mercado internacional, es el caso de aceites esenciales, aromas y fragancias.

Atendiendo a que los PFNM desempeñan un rol importante en la subsistencia de los habitantes de las zonas rurales del mundo, los investigadores interesados en ellos, usualmente sobreestiman el mercado y ponen sus esperanzas y sus promesas en la

comercialización. Con ellos pretenden lograr objetivos de desarrollo económico, eliminación de la pobreza, generación de empleo y conservación de los recursos naturales.

Se supone que si los mercados prosperan, los bosques tropicales serán valorados generando así un incentivo para la conservación. Sin embargo, es evidente que la comercialización de PFNM no ha demostrado aun resultados efectivos en términos de eliminación de la pobreza en los países en vías de desarrollo y no se ha podido comprobar su efectividad en términos de conservación de la biodiversidad, excepto en casos aislados, en algunas regiones del mundo. Esto se debe en parte a que no se han podido administrar y distribuir correctamente los beneficios a los recolectores, productores y comercializadores más pobres dentro de las cadenas de valor (Martínez 2006).

2.3 Los PFNM en Bolivia

La mayoría de los PFNM del país están orientados a satisfacer el consumo local. Sin embargo, algunos PFNM de origen vegetal tienen alta demanda en el mercado externo y su producción se exporta a diferentes países. Estos productos son: Castaña o nuez amazónica, Cacao, Palmito, Gomas, Colorante de urucú y colorante de cochinilla. Otros PFNM que tienen alto potencial son: Eucaliptol, aceite de copaibo, marfil vegetal de palma y aceite de cusi. La actividad de extracción de PFNM se extiende a todas las zonas ecológicas del país. Los PFNM de origen animal abarcan en particular los rubros alimentación, medicina natural, artesanías, construcción y vestimentas (Abalos 2001).

El sector forestal contribuye al desarrollo socioeconómico de Bolivia, generando empleo para aproximadamente 50 000 personas, de las cuales, 40 000 personas se dedican a operaciones de extracción, transporte, aprovechamiento de la madera, aserrío, etc., y unas 10.000 dedicadas a procesos de producción de productos no maderables. Esto representa aproximadamente el 4% de la población económicamente activa (PRISMA 2001 citado por Bojanic 2007).

Los bosques bolivianos contienen una abundancia de PFNM. Casi todos son aprovechados desde tiempos remotos por los pueblos originarios y cumplen una importante función en la economía doméstica de los mismos. Cabe mencionar que el empleo de PFNM en Bolivia es una tradición muy antigua, particularmente a través de

actividades extractivas de caza y recolección. La forma de explotación predominante es el manejo comunal del recurso, por lo que hay grandes dificultades de adaptación al mercado y se extiende a todas las zonas ecológicas del país (Bojanic 2007).

Prácticamente en toda la diversidad étnica que ocurre en las distintas zonas ecológicas de Bolivia, existen ejemplos de innumerables PFNM importantes utilizados en la alimentación, la medicina natural, la artesanía, la construcción, la vestimenta y otras manifestaciones culturales y económicas.

Para Bolivia los PFNM de origen subtropical, tropical, secos y andinos que presentan importancia económica y potencial en el campo de la alimentación son: Asaí (*Euterpe precatoria*), cacao (*Theobroma cacao*), cedrillo (*Spondias mombin*), cayú (*Anacardium occidentale)*, achachairú (*Rheddia spp.*), guapurú (*Myrciaria cauliflora*), Bi (*Genipa americana*), urucú (*Bixa orellana*), algarrobo (*Prosopsis spp*.); para forraje: chamba (*Leucaena leucocephala*), mucuna (*Stizolobium aterrinum*) y kudzú (*Pueraria phaseloide*); como medicinales: Sangre de grado (*Croton draconoides*), coca (*Erithroxylum coca*), quina (*Cinchona* sp.), aceite de copaiba (*Copaifera* sp.); otros producto: eucalipto, marfil vegetal (*Phytelephas macrocarpa*), el aceite de cusi (*Atalea speciosa*), siringa (*Hevea* sp.) entre otros, que constituyen un potencial considerable para un aprovechamiento rentable.

Según el Ministerio de Desarrollo Sostenible (2006), en los últimos años en Bolivia se ha incrementado notablemente el aprovechamiento de los PFNM para su comercialización en los mercados locales, internacionales y en algunos casos para elaborar productos de exportación. El potencial de los PFNM en territorio boliviano es promisorio, como lo han demostrado los niveles de calidad productiva e ingresos que se generan por el aprovechamiento y comercialización de la quinina (*Chinchona spp.*), la goma (*Hevea brasiliensis*) y el palmito de asaí (*Euterpe precatoria*). Ofrecen una abundante y variada, mediante la cosecha de exudados, estructuras vegetativas y propágalos reproductivos, que son utilizados por los recolectores con fines alimenticios, medicinales e industriales, tanto para su subsistencia y/o para fines comerciales.

Si bien la mayor parte de los PFNM son consumidos localmente, algunos llegan a los grandes centros urbanos y otros como la castaña y el palmito, representan aproximadamente el 20% del valor de las exportaciones del sector forestal boliviano

(ITTO 1996 citado por Bojanic 2007). La castaña, la goma y el palmito son al presente los productos no maderables más importantes de los bosques amazónicos en términos económicos. El departamento de Pando y el norte de los departamentos del Beni y Santa Cruz son los beneficiarios directos de esta producción. Otro PFNM que está empezando a tomar relevancia es el aceite o bálsamo de copaibo, ya que está ganando importancia por sus múltiples propiedades curativas y usos medicinales.

Actualmente, existen esfuerzos nacionales e internacionales para diseñar e implementar un sistema agroforestal que utiliza cultivos anuales; cultivos de palmito y cultivos de árboles de goma como parte del manejo, conservación y utilización de los Recursos Forestales en el Trópico de Cochabamba. Asimismo, existen proyectos similares en las colonizaciones del Beni y Santa Cruz (Bojanic 2007).

2.4 Manejo de PFNM

El manejo integrado de bosques para productos y servicios madereros y no madereros es una estrategia esencial en muchas situaciones, demanda muchos conocimientos científicos y tecnología apropiada. Además del inventario de madera, implica investigaciones detalladas y la búsqueda de los recursos forestales no madereros para alimento, fibra, productos fitoquímicos, aromáticos, gomas, resinas, entre muchos otros productos. Investigaciones realizadas en los bosques del Perú han identificado 56 plantas productoras de tinturas como fuentes potenciales de colorantes (Chandrasekharan et ál. 1996).

En 1987, la Comisión Mundial de Ambiente y Desarrollo, después de analizar el desarrollo económico y el estado de los recursos naturales en el mundo, planteó la necesidad de un "desarrollo sostenible" que permitiera satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer las suyas, se crea así un "macro paradigma" con un enfoque antropocéntrico y utilitario para el manejo de los recursos naturales (Morán et ál. 2006). El creciente interés internacional por la sostenibilidad de los bosques ha creado la necesidad de mecanismos para medir si un bosque se está manejando de forma sostenible o no.

En el contexto de los objetivos del manejo, se define las prácticas silviculturales; es decir, intervenciones que se realizarán sobre el bosque o parte de sus especies para

obtener beneficios definidos. Estas deben permitir la integración óptima de los procesos productivos de especies con hábitos de crecimiento y nichos ecológicos diversos. Pese a la complejidad inherente al establecimiento de estos sistemas son más abundantes los estudios económicos de los sistemas extractivistas tradicionales que las investigaciones para definir nuevos criterios biológicos silviculturales (Marmillod y Villalobos 1997).

Según Müller (1996), la sostenibilidad tiene tres dimensiones: *Sostenibilidad ecológica*, el ecosistema mantiene sus principales características que son fundamentales para su supervivencia a largo plazo. *Sostenibilidad económica*, el manejo sostenible de los recursos naturales produce una rentabilidad que motiva a continuar con la actividad. *Sostenibilidad social*, los beneficios y costos de la administración del sistema se distribuyen equitativamente entre los diferentes grupos y generaciones. Se obtiene un grado de satisfacción de las necesidades sociales que hace posible la permanencia del sistema.

Masera et ál. (1999) reconoce tres factores que se deben tener en cuenta cuando se habla de desarrollo sostenible: Se habla de un proceso, se debe reconocer que las necesidades humanas se satisfacen dinámicamente, por lo que se tienen que redefinir continuamente en el mismo curso del desarrollo (manejo adaptativo); dado que se deben establecer prioridades, no es posible maximizar todos los objetivos deseados simultáneamente; el desarrollo sostenible es un concepto genérico, por lo que su especificidad y concreción deben determinarse a escala local y regional.

El manejo sostenible de los bosques tropicales conlleva reunir suficientes conocimientos sobre ecología y silvicultura, que permitan proteger sus funciones, ecosistemas, biodiversidad, e integrar la explotación de la madera con otros beneficios no madereros. Es necesario adquirir responsabilidades de orden teórico y social para garantizar la permanencia de los recursos (Putz 1994).

Según Wong et ál. (2001), el aprovechamiento sostenible de los PFNM no debería tener efectos negativos a largo plazo sobre la reproducción y la regeneración de las poblaciones que se están aprovechando en comparación con poblaciones naturales equivalentes sin aprovechar.

Además, el aprovechamiento sostenible no debe tener efectos adversos perceptibles sobre otras especies de la comunidad o sobre la estructura o función del ecosistema (Hall et ál. 1993). La búsqueda de la sostenibilidad para el caso de los PFNM es compleja: existe con frecuencia una fuerte variación de la producción de un año a otro; y la ordenación extensiva y regulada es poco común. El conocimiento a fondo de su productividad debe interpretarse a partir de estudios ecológicos y de aprovechamiento.

Conforme la investigación sobre PFNM pasa de una caracterización histórica a una valoración como alternativas comerciales durables en el tiempo, surge la necesidad de plantear procedimientos sistemáticos con los cuales se puedan implementar formas de aprovechamiento sostenibles. En este sentido se analizan las limitaciones propias de los PFNM (Panayotou 1990) y se proponen normas generales (Peters 1996, Wickens 1991).

El manejo sostenible depende de la información disponible y del balance consensuado entre los objetivos de los actores en un tiempo determinado. Estas condiciones cambian en el tiempo y, entonces, el manejo también tiende a cambiar. Por ende, la planificación, monitoreo y evaluación del manejo deben ser lo bastante flexibles como para permitir los ajustes a estos cambios (Morán et ál. 2006).

A pesar de la tradición de uso diversificado del bosque, las prácticas de aprovechamiento son todavía eminentemente extractivas, sin consideración alguna por la sostenibilidad de la producción y conducen a una desaparición de los recursos por sobreexplotación. La necesidad de encarar acciones verdaderas de manejo, orientadas a definir la cosecha permisible de cada recurso, es imperante. El proceso que conduce a tal definición requiere, entre otros elementos de juicio, conocer las existencias en el bosque de cada uno de los recursos de interés.

2.5 Plan de manejo como herramienta de planificación

El plan general de manejo (PGM) debe ser un instrumento de gestión de las actividades que se planifican en un bosque para alcanzar los objetivos de manejo propuestos; el mismo que contiene la información básica del estado del bosque, características biofísicas, especies y volúmenes existentes, formas de manejo recomendables, incluyendo ciclos de corta permisibles, tratamientos silviculturales y medidas de protección de la masa en el mediano y largo plazo; así mismo nos permite

conocer las debilidades y fortalezas de nuestro conocimiento. (CATIE 1994 citado por Quirós et ál 2004, CONAP 1996).

Leuschner (1984) citado por Quirós et ál. (2004) mencionan cuatro razones para elaborar y usar planes de manejo:

- Los planes indican dónde, cuándo y cuántos recursos se necesitarán, lo cual facilita la ejecución efectiva de las operaciones.
- Los planes facilitan la continuidad del manejo ya que los árboles y bosques requieren de mucho tiempo para alcanzar la madurez y ser de utilidad a sus dueños.
- La planificación con frecuencia ayuda a identificar problemas en el manejo y a buscar la mejor alternativa para llegar a los objetivos.
- El plan puede servir como estándar de comparación.

Los planes de manejo actuales dan más importancia a cómo hacer los inventarios, qué a cómo utilizar la información, mucha de la cual no aparece en los resultados. Esta tendencia debe cambiarse y dar mayor énfasis a generar información relevante y presentarla en forma coherente y estandarizada (Quirós et ál. 2004). Los planes operativos se basan y complementan el PGM.

El plan operativo anual (POA) es un sistema o modelo silvicultural, contiene todas las actividades planificadas para ser desarrolladas en el período de un año: entre ellas el censo comercial, construcción y mantenimiento de caminos, aprovechamientos, tratamientos silviculturales, protección, etc. Contiene lo mínimo necesario para manejar el bosque para el concepto de uso múltiple y sostenible (CONAP 1996). Son de tipo táctico, de corto plazo y brindan las herramientas o directrices operativas para el desarrollo de actividades específicas para el manejo del bosque en particular o de un ecosistema en general (Quirós et ál 2004).

El propósito es orientar y proporcionar lineamientos básicos de contenido y estructura para presentar planes de manejo en forma simplificada, prácticos y fáciles de implementar (CONAP 1996).

También, se habla de Plan Especial de Productos Forestales no Maderable (PEPFNM) que es una propuesta pionera, consiste en un plan táctico enmarcado en el

PGM; generalmente se aplica a mediano o corto plazo y considera de manera específica el manejo de unas pocas especies seleccionadas (Quirós et ál. 2004).

En Bolivia la Ley Forestal 1700 establece que el Plan de Manejo forestal (PM) es el requisito indispensable para el aprovechamiento comercial de los PFNM de manera que se garantice la producción sostenible en términos de volúmenes y calidad. El PM incluye la obligación de presentar los planes operativos anuales ante la Superintendencia Forestal (SF) para informar sobre su implementación y cumplimiento (Art. 83 Reg.). La SF es también la encargada de monitorear la aplicación del PM y de sancionar en caso de incumplimiento. Las prescripciones silviculturales que se incluyen en el PM deben estar orientadas a mantener la diversidad del bosque. Para fines de uso domestico de PFNM no es necesario el PM (Art. 69 Reg. Inciso III.-), el uso y transporte de los mismos se efectuara con autorización de la SF o las alcaldías (Bojanic 2007).

Según el Ministerio de Desarrollo Sostenible de Bolivia (2006), los planes de manejo para PFNM deben aplicar el manejo adaptativo, que es una estrategia que procura la mejora continua del manejo forestal, aún en situaciones donde haya poca información técnica o científica de las especies y sus poblaciones. En la práctica consiste en la aplicación continua de las fases de: a) planificación, b) ejecución, c) evaluación y d) corrección de actividades, técnicas y sistemas empleados para el aprovechamiento de los PFNM. Un plan de manejo bajo un enfoque adaptativo se ajusta de acuerdo a las circunstancias, avances y progresos en el comportamiento de una o más especies de PFNM manejadas, en relación a los resultados del inventario, sistemas de ordenación, cosecha y monitoreo del recurso.

Si se desea conocer la abundancia, área basal, volumen, abundancia por clases de alturas para un PFNM como (palmito, castaña, sangre de drago u otro cualquiera), primero se debe pensar en levantar información confiable utilizando el inventario forestal, considerando algunos puntos esenciales antes de la ejecución del trabajo: a) Ecología del PFNM a inventariar, para delimitar y estratificar el bosque con mayor detalle y concentrar esfuerzos exclusivamente en áreas de interés de acuerdo al hábitat natural de la especie en cuestión. b) Definir durante el proceso de planificación las variables dasonómicas a medir del PFNM en cuestión, por ejemplo: número de individuos por unidad de superficie, solamente alturas, dap, altura comercial y total, entre

otros detalles particulares de las especies que se pueden resaltar en observaciones; y c) De acuerdo a la estratificación y las variables dasonómicas ya definidas se debe realizar el diseño en fajas continuas paralelas y equidistantes entre si, con una intensidad que garantice la confiabilidad de la información[2].

2.6 Inventarios de productos forestales

Según Ortiz y Quirós (2002), un inventario forestal es un procedimiento útil para obtener información necesaria para la toma de decisiones sobre el manejo y aprovechamiento forestal. Según los objetivos de manejo y producción, así será el tipo de inventario que se requiere. La planificación y ejecución de un inventario forestal requiere de la incorporación de principios interdisciplinarios. La información básica que se debe recolectar en un inventario forestal es: a) área del bosque, b) distribución y localización, c) cantidad de recursos, d) calidad de recursos, y e) cambios en el tiempo.

Louman y De Camino (2004) manifiestan que los diferentes inventarios que ejecuten en el bosque proporcionan información esencial para la elaboración de los planes de manejo, mencionan cuatro inventarios que recogen información específica:

- El inventario general; el cual suministra información para la definición de un sistema silvicultural o de aprovechamiento así como para la elaboración de los planes a mediano y largo plazo.
- El censo comercial; sirve para identificar, medir y marcar todos los árboles de especies comerciales con un diámetro a altura de pecho (dap) estos datos son esenciales para planificar el aprovechamiento.
- El muestreo diagnóstico (MD) que evalúa las condiciones de iluminación de los mejores individuos comerciales remanentes y muestreos complementarios (área basal remanente), se hacen después del aprovechamiento y permiten identificar las necesidades y tipos de tratamientos silviculturales.

[2] Toma de Criterios de Evaluación de Productos No Maderables (PNMB) en Inventarios Forestales. s.f.

- El muestreo de la regeneración menor a un dap de 10 cm; indica si es necesario aplicar tratamientos silviculturales que estimulen la regeneración y así asegurar la producción a largo plazo.

Por otro lado Ortiz y Quirós (2002), mencionan que para efectos de análisis estadístico: el tipo de inventario elegido debe de considerar el muestreo total o una muestra con distribución al azar o sistemática. También, de acuerdo con las características del recurso, se debe considerar o no la división en estratos.

"Los inventarios de PFNM se vislumbran como una actividad de importancia creciente dentro de los retos del ingeniero forestal y de los diversos especialistas vinculados a la conservación y aprovechamiento de los bosques"; por ello el punto de partida ideal para orientar una definición adecuada de las variables a considerar en un proceso de inventario de PFNM, es la definición precisa de las cualidades del producto que deseamos obtener a partir de una especie, las cuales son determinadas por el mercado (Villalobos 2002).

Sin embargo, existe una estructura básica de un diseño de inventario cuantitativo propuesta por Wong et ál. (2001):

- Nivel 1. Definición de la población: área a explorar, especies a estudiar, etc.
- Nivel 2. Diseño del muestreo: decisión sobre la forma de situar las parcelas, es decir, mediante el uso de diseños aleatorios o sistemáticos.
- Nivel 3. Configuración de las parcelas: decisión sobre las dimensiones de las parcelas, lo que depende de las características de la especie del recurso.
- Nivel 4. Método de enumeración: esta decisión depende de las características del producto.

Según Wong et ál. (2001) existen pocos inventarios para una sola especie ya que costoso y pocos estudios pretenden realmente cuantificar la especie *in situ* y es rara vez las metodologías se adaptan a las características de la especie. Se han identificado seis razones para realizar el inventario de una sola especie:

- Obtener conocimientos nuevos o iniciales sobre las consecuencias del aprovechamiento de una especie.

- Evaluar el potencial de una especie concreta para sostener la demanda creciente de un producto.
- Evaluar el potencial de un área para el aprovechamiento viable de un producto comercial.
- Investigar dónde se puede encontrar un producto comercial.
- Obtener información para determinar los niveles de los cupos de aprovechamiento de una especie sujeta a regulación nacional o internacional.
- Realizar una investigación académica para conocer mejor ciertas especies, por razones ecológicas, históricas o culturales.

Existen diferentes tipos de evaluación o estudios que brindan información sobre el desarrollo y ordenación de los recursos de PFNM, los métodos pueden orientarse: a los propios recursos de PFNM, incluyendo su abundancia o potencial para el abastecimiento futuro, a través del inventario de los recursos, o a su uso en el mercado, como los estudios de mercado o de productos, inventariados de la biodiversidad (o lista de especies) y estudios culturales.

Un proceso ideal de desarrollo podría comenzar con la selección de la especie o productos e incluir una investigación del mercado, el inventario del recurso, la prevención de crecimiento y rendimiento, la determinación de las tasas de aprovechamiento sostenible, la planificación y el seguimiento de la ordenación (Wong et ál. 2001).

2.7 Información general del copaibo

2.7.1 Datos botánicos y distribución

Reino	:	Plantae
División	:	Magnoliophyta
Subdivisión	:	Magnoliophytina
Clase	:	Rosopsida
Subclase	:	Rosidae
Superorden	:	Fabanae

Orden	:	Fabales
Familia	:	Caesalpiniaceae
Tribu	:	Copaifereae
Género	:	*Copaifera*
Nombre común	:	Copaibo (Bolivia)

Existen más de 35 especies catalogadas para el género *Copaifera*: *C. reticulata*, *C. multijuga*, *C. officinalis*, *C. glycicarpa*, *C. matii*, *C. guianensis*, *C. paupera*, *C. chodotiana, C. pubiflora, C. duckei, C. langsdorffii*. La mayoría distribuida en América del Sur, particularmente en Brasil, Colombia, Perú, Bolivia, Argentina, Guyana y Venezuela; sólo en África ocurren cinco y 16 son reportadas como endémicas en Brasil (Flores s.f., Dwyer 1951, Pedroni et ál. 2002, Leite et ál. 2002); los únicos que rinden la oleoresina comercialmente útil son los encontrados en los bosques de Amazonia (FAO 1995).

Bojanic (2007) en Marco legal y políticas relevantes para la comercialización interna y de exportación de productos no maderables en Bolivia, menciona a la *C. reticulata* como especie productora de aceite de copaibo. Según Lara (1988 citado por FAO 1995) la *C. duckei*, está distribuida en Bolivia en el bosques húmedo tropical y subtropical de la región centro oriental y norte; con una área de ocurrencia natural de 2 129 140 ha y una población de 3 582 769 árboles; la mayor densidad se encuentra en las provincias Federico Román y Abaña del departamento de Pando, con aproximadamente 10 árboles por hectárea con diámetros superiores a 30 cm. (DHV, 1994 citado por FAO 1995a). Según Jardim et ál. (2003) en el Bosque Seco Chiquitano se distribuye la *C. langsdorffii* Desf. Todas estas especies productoras de oleoresina.

2.7.2 Aspectos ecológicos

La *Copaifera reticulata* Ducke, *C. multijuga* Hayne, *C. officinalis* L, *C. paupera* Herzog Dwyer, *C. duckei, C. langsdorffii* Desf. crece mejor en sombra durante su fase joven, pero después necesita sol para alcanzar altura y diámetro de un adulto productivo. Pertenece al grupo sucesional secundaria tardía a clímax, encontrándose también en áreas abiertas de vegetación secundaría; se desarrolla de manera silvestre en suelos de tierra firme y se le puede cultivar en climas tropicales, secos y húmedos (Encarnación

1983, Shanley et ál. 1998, Flores s.f., Pedroni et ál. 2002, Jardim et ál. 2003, Rigamonte et ál. 2004, Pipa 2007)

Según Encarnación (1983) y Flores (s.f.), crece en formaciones vegetales del Bosque húmedo tropical (bh-T), Bosque húmedo sub tropical, Bosque montano bajo subtropical, Bosque montano subtropical y Bosque seco tropical (bs-T). Distribuida entre los 50 a 1200 m.s.n.m., con precipitación media anual de 800 a 2500 mm, con temperatura que varía entre 16 °C y 26 °C. Generalmente está asociado con las especies: *Guatteria* sp.; *Sclerobium* sp.; *Spondias* sp.; *Anacardium* sp.; *Protium* sp.; *Campnosperma panamensis*; *Eschweilera* sp.; *Nectandra linealifolia*; *Apeiba aspera*; *Hyeronyma alcheorneoides* y *Sapium marmieri*.

En Perú y Brasil, la *Copaifera* sp. crece bien en suelos cambisoles y acrisoles (Clasificación FAO-UNESCO), pero se desarrolla pobremente en suelos gleysoles. Además prefiere suelos de ladera más que terrenos planos; se adapta a una gran variedad de ambientes. Se presenta en bosque de tierra firme, tierras alagadas, márgenes de lagos y curso de ríos de segundo y tercer orden de la Amazonía Baja; es encontrada tanto en suelos arenosos, arcillosos y arcillo-arenoso (Flores s.f., Rigamonte et ál. 2004).

2.7.3 Características de la planta

Árbol que alcanza una altura hasta de 36 m y un diámetro hasta de 1.40 m, de tronco recto y cilíndrico; la corteza externa aromática y lisa, de color pardo oscuro o rojizo, con lenticelas, corteza interna de color rosáceo claro, y exuda una abundante resina traslúcida que se le conoce como aceite o bálsamo de copaibo; con hojas alternas, compuestas, paripinnadas, folíolos enteros y coriáceos; con flores de color blanco verduscas, pequeñas, aromáticas, agrupadas en panículas terminales y el fruto es una vaya, orbicular o ampliamente elipsoide, seca y comprimida (Del Valle 1972).

Como no florecen frecuentemente y por las similaridades de las hojas son muy difíciles de identificar hasta especie; el fruto tiene bajo poder germinativo en los bosques, y se propaga solo por semillas y en su estado natural se observa baja densidad de regeneración natural.

En Brasil y Perú se reporta una densidad que varia de 0,1 a 2,0 árboles por ha, la distribución espacial de las plantas ha sido caracterizada como agrupadas o conglomerados (Pipa 2007, Rigamonte 2004). En Bolivia la mayor densidad se encuentra

en las provincias Federico Román y Abaña del departamento de Pando, con aproximadamente 10 árboles por hectárea, con una área de ocurrencia natural de 2 129 140 ha y una población de 3 582 769 árboles, con diámetros superiores a 30 cm. (DHV, 1994 citado por FAO 1995).

Para Pedroni et ál. (2002), la *Copaifera* como otras plantas son influenciados por factores ambientales (precipitación, disponibilidad de agua, disponibilidad de luz, periodos de luminosidad) y por factores específicos (reproducción cruzada, abundancia de polinizadores, dispersores y depredadores de semillas). Según reportes de algunas especies estudiadas se puede afirmar que el copaibo florece en la estación lluviosa y la caída de hojas se da casi al final de la estación seca. El cambio de las hojas se da entre julio y agosto; los brotes de las hojas se da entre septiembre – octubre; florece entre enero – marzo; fructifica entre mayo – agosto y la dispersión de los frutos se da entre agosto y septiembre. La floración y fructificación ocurre todos los años, pero con diferente intensidad (Shanley et ál. 1998, Pedroni et ál. 2002, Flores s.f.).

La *Copaifera* tiene diversos usos; la superficie de la madera es lisa y brillante, de textura media y uniforme, resistencia mecánica media, durable y de alta resistencia a ataques de insectos; por estas características, esta siendo usada en: carpintería de obra, ebanistería, carrocería, cajonería pesada, pisos y construcción de viviendas en el trópico; los usos potenciales son: parquet, encofrados, laminados, estructura (vigas, columnas, armaduras, viguetas), paneles, zócalos, cielo raso, chapas, tornería, talla, esculturas, tableros de partículas y madera-cemento, muebles y machihembrado. Además, tiene usos medicinales pues produce un aceite que también se encuentra en la corteza, semillas y frutos y un valor ecológicos pues sus frutos que son alimento para una variedad de especies de fauna silvestre (ASMIPRUT 2000, Flores s.f.)

El producto que actualmente esta generando interés es el aceite o bálsamo de copaibo, que es un líquido transparente, viscoso y fino, de sabor amargo y de color que va entre amarillo claro a marrón dorado. Este aceite se usa con fines medicinales para tratar enfermedades respiratorias; urinarias; de la piel (eczema, herpes, leishmaniasis y psoriasis). Externamente se usa como antiinflamatorio, cicatrizante y en tratamiento contra la gonorrea crónica; los usos internos incluyen asma, bronquitis y úlceras; también se utiliza como afrodisíaco, anticáncer, antireumático, antiséptico, antibacterias, anticonceptivo y remedio para picadura de víboras (Shanley et ál. 1998, Pipa 2007).

La oleoresina se cosecha mayormente del centro del árbol (corazón), existen tres técnicas de aprovechamiento: 1) apeando el árbol y utilizando canales para hacer fluir la resina; 2) haciendo un agujero con hacha o motosierra en el fuste hasta el centro y 3) utilizando un barrenador (taladro) haciendo un agujero pequeño en el fuste hasta el centro del árbol, se introduce un tubo de PVC conectado a una manguera que llega hasta un deposito plástico. Las dos primeras técnicas representan la muerte de árbol, por ello la tercera opción es la que se considera que podría garantizar la producción del aceite en más de una oportunidad lo que se podría considerar como sostenible para aprovechamiento del aceite (Shanley et ál. 1998, Leite et ál. 2002, Oliveira et ál. 2006, Pipa 2007).

La producción de aceite es muy variada que va desde ¼ de litro hasta los 20 litros/árbol, además se debe considerar que no todos los individuos producen aceite. Un experimento mostró que la producción de aceite varía en diferentes suelos, se observó que el 45% de árboles producen aceite en suelos arcillosos, mientras que en suelos arenosos el porcentaje de árboles que producen aceite alcanzó el 75% (Alencar 1981, Shanley et ál. 1998, Leite et ál. 2002).

2.7.4 Tratamientos silviculturales

Según Flores (s.f.), la *Copaifera* tiene un grado de tolerancia a la sombra que permite calificar la especie como esciófita; aunque el mismo autor, Rigamonte et ál. (2004) y Shanley et ál. (1998) lo definen como secundaria tardía. Se le atribuye a la especie tolerancia media al frío; hábito de crecimiento simpodial; con capacidad de autopoda deficiente, son necesarias las podas artificiales desde los primeros años de la plantación para producción de madera. Puede ser plantada a campo abierto, en fajas de enriquecimiento y en sistemas agroforestales (Flores s.f.). No parece existir conocimiento de la relación entre poda y producción de resina.

La semilla de forma elíptica con cubierta seminal dura, color negro. Presencia de arilo comestible. Los cotiledones son muy carnosos. Embrión diminuto rodeado de abundante endospermo. Sus dimensiones varían de 10 a 20 mm de largo, 8 a 10 mm de ancho y de 8 a 10 mm de altura. Generalmente da una semilla por fruto, la extracción debe realizarse manualmente, debiendo primero separarse el arilo y luego poner las

semillas a secar bajo sombra, se estima que existe entre 550 y 700 semillas por kg (Flores s.f.).

La recolección de las semillas debe hacerse mediante el escalamiento del árbol y cortando las ramas con frutos maduros. Adicionalmente pueden colocarse mallas o mantas en la base del árbol para evitar que se desperdicien las semillas o sean comidas por los animales. Las semillas de esta especie son difíciles de almacenar debido a su alta susceptibilidad al ataque de hongos. A temperaturas entre 5 °C y 25 °C, se puede almacenar hasta 4 meses manteniendo una viabilidad superior al 50% de germinación, posteriormente comienza a disminuir rápidamente (Flores s.f., Rigamonte 2004).

No se requiere ningún tipo de tratamiento pregerminativo, aunque la inmersión en agua por 72 horas puede acelerar ligeramente el proceso de germinación. Las semillas germinan entre 15 y 30 días, con semillas recién cosechadas se obtiene entre 80 y 90% de germinación. Las plántulas se repican a los 35-45 días, cuando tengan 1-2 hojitas (Flores s.f.).

Los plantones tienen germinación epigea, cotiledones carnosos, deciduos, rojizos a rosados. Tallo principal cilíndrico, glabro, de verde oscuro a marrón violáceo, presencia de lenticelas. Hojas alternas, pecíolos glabros, 2-3 pares de foliolos punteados, lustroso en ambas caras, oblongos, asimétricos, redondeados en la base, acuminados. La nervadura central muy notoria. Las hojitas nuevas al aparecer tienen una coloración blanca rojiza (Flores s.f.).

2.7.5 Estructura poblacional

La distribución de los individuos por clase diamétrica (dap) en mata do Açudinho, Brasil sugiere una estructura poblacional de tipo J invertido (Walter et ál. 1997). La distribución espacial de las plántulas (individuos jóvenes) son caracterizadas como agrupadas (conglomerados) y la distribución de los árboles (individuos adultos) es considerado aleatorio (Alencar 1984, Rigamonte 2004).

3. METODOLOGÍA

3.1 Área de estudio

El Bosque Seco Chiquitano (BSCh) está ubicado en el oriente boliviano, norte de Paraguay y en parte del estado Brasileño de Matto Grosso (Figura 1); ocupa en Bolivia alrededor de 16,4 millones de ha y en Paraguay unos 1,7 millones de ha. En Brasil este ecosistema está casi totalmente alterado por actividades humanas, pero en Bolivia y Paraguay constituye el bosque tropical seco mejor conservado en América, único en el mundo (Vides et ál. 2007).

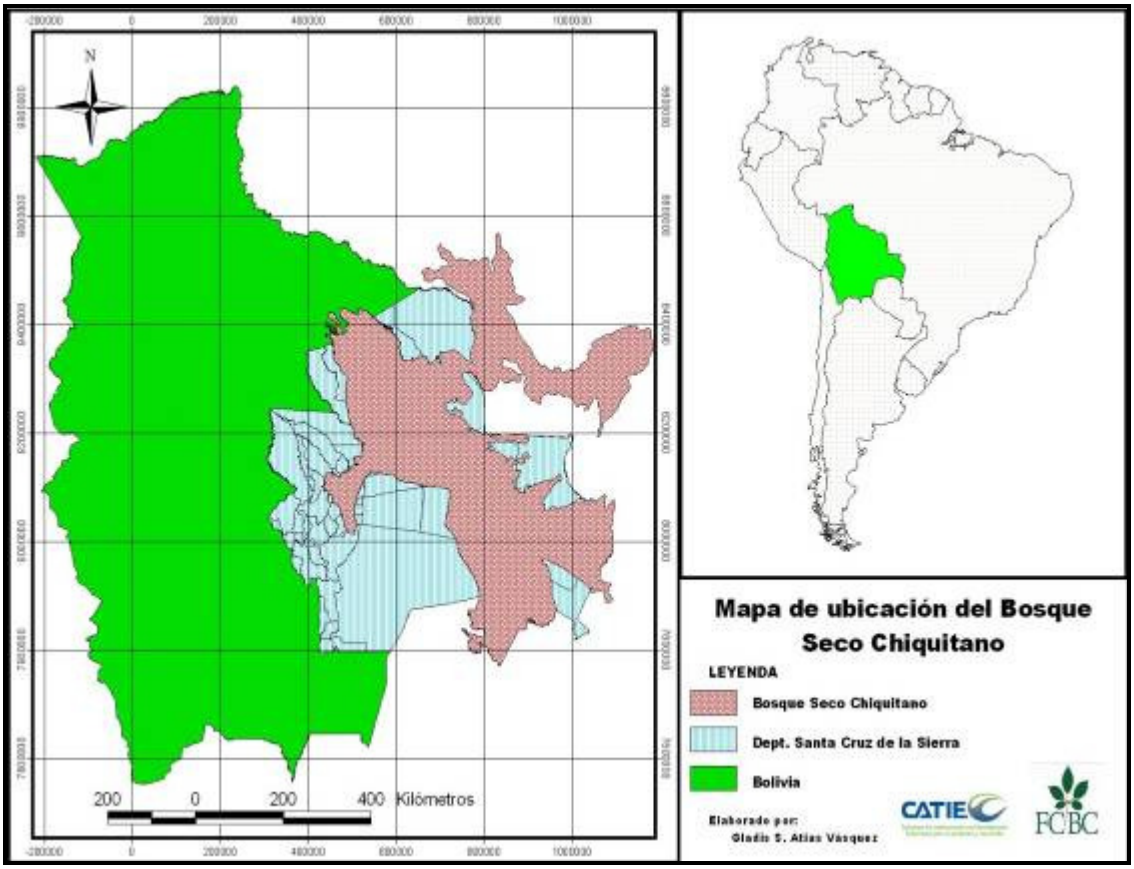

Figura 1. Ubicación geográfica del Bosque Seco.

El BSCh tiene una riqueza natural extraordinaria, aún poco estudiada. Corresponde, de alguna manera, a un bosque que en otras épocas fue más extenso en el continente. La región presenta rasgos sobresalientes frente a otras regiones de Bolivia debido a su potencial económico, basado principalmente en su riqueza forestal,

ganadería, potencial para el turismo étnico, histórico y ecológico y su excepcional estado de conservación (Vides et ál. 2007).

Hasta la fecha la diversidad florística documentada es de 823 especies de plantas vasculares distribuidas en 111 familias y 467 géneros. Se han registrado 931 especies de vertebrados, con más del 40% de las especies pertenecientes al grupo de aves, 33% peces, más de 10% de mamíferos, menos de 10% de reptiles y sólo cerca de 5% del grupo de los anfibios (Ibisch et ál. 2002).

Según Navarro y Ferreira (2007), en Bolivia existen ocho grandes zonas biogeográficas de vegetación: Amazonía, Beni, Chiquitanía, Chaco, Pantanal, Boliviano - Tucumano, Yungas y Puna: cordilleras y altiplano. El BSCh se ubica la zona denominada Chiquitanía: Para mejor entendimiento se recomienda consultar la leyenda explicativa de la unidades del mapa de vegetación de Bolivia a escala 1:250 000 (Navarro y Ferreira 2007).

Con base en el Plan de Conservación y Desarrollo Sostenible para el Bosque Seco Chiquitano, Cerrado y Pantanal Boliviano (Ibisch et ál. 2002), Vides et ál. (2007), definen sectores para la ecorregión del Bosque Seco Chiquitano utilizando las herramientas: sistema de información geográfica, y un análisis multicriterio de diversos datos que incluyó aspectos biogeográficos y político-administrativos, de donde proponen ocho sectores (Cuadro 2).

Actualmente existen en la región 36 grupos étnicos que corresponden a diferentes agrupaciones lingüísticas, principalmente Ayoreos y Chiquitanos (Cuellar y Noss 2003; TNC y FCBC 2005). Estas poblaciones administran áreas significativas de bosque y otras tierras a través de la figura legal denominada Tierras Comunitarias de Origen (TCO), en las cuales las poblaciones tienen exclusividad en el aprovechamiento del recurso forestal.

La población estimada en el BSCh es de unos 135 000 habitantes, de los cuales, la población indígena representa el 23%, 72 517 habitantes pertenecen a la población urbana (54%) y 62 971 a la población rural (46%). La densidad poblacional varía entre 0,42 habitantes/km2 y 2,61 habitantes/km2. La población mencionada por Columba y Soruko (2002) teniendo en cuenta el Censo Nacional de Población y Vivienda (1992)

que considera población ocupada y económicamente activa o "en edad de trabajar" (de 7 a más años de edad) representa del 72% al 80% de la población total.

Cuadro 2. Sectores identificados en la planificación ecorregional del Bosque Seco Chiquitano.

Sector	Siglas	Descripción
Chiquitano Norte - Transición Amazonía	CHI-AMA	Ubicado mayormente en el departamento de Santa Cruz, abarca los municipios de Concepción, San Ignacio (parte norte de la carretera), San Javier, Ascensión de Guarayos, Urubichá y Baures, en el departamento de Beni.
Chiquitano Noreste - Río Paraguá	CHI-PAR	Ubicado en el departamento de Santa Cruz, abarca el norte de la carretera que atraviesa los municipios de Concepción, San Matías, San Ignacio y parte de la frontera norte de Bolivia con Brasil.
Chiquitano Central de Conectividad	CHI-CEN	Ubicado en el departamento de Santa Cruz, abarca la parte sur de los municipios de Concepción, Lomerío, San Miguel, San Ignacio y San Rafael.
Chiquitano Clave de Biodiversidad	CHI-CLA	Ubicado en el departamento de Santa Cruz, abarca los municipios de San José, Roboré, El Carmen Rivero Tórrez y el bloque sur del Área Natural de Manejo Integrado (ANMI) San Matías.
Chiquitano Sur - Transición Chaco	CHI-CHA	Ubicado mayormente en el departamento de Santa Cruz, abarca la zona sur de la carretera Santa Cruz –Puerto Quijarro y los municipios de San José, Roboré y Charagua. Además, la parte norte de la Reserva de la Biósfera del Chaco, en la República del Paraguay.
Chiquitano Este - Pantanal	CHI-PAN	Ubicado en el departamento de Santa Cruz, abarca la zona sureste del ANMI San Matías, Puerto Suárez, Puerto Quijarro y la frontera boliviano – brasilera (porción de pantanal en Brasil).
Chiquitano Remanente en Brasil	CHI-BRA	Corresponde a una porción en el oeste del estado de Mato Grosso en Brasil, limítrofe con Bolivia, a la altura del Parque Nacional Noel Kempff Mercado de Santa Cruz.
Chiquitano de Santa Cruz y San Julián	CHI-SAN	Ubicado en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra y alrededores, hasta el municipio de San Julián, sector donde el Bosque Seco Chiquitano fue reemplazado en su totalidad por asentamientos humanos y actividad industrial y agropecuaria.

Fuente: Vides et ál. (2007)

Los municipios cuyas jurisdicciones están dentro de la ecorregión del BSCh y ocupan más del 50% de su superficie son: Urubichá, Concepción, Lomerío, San Ignacio, San Miguel, San Rafael, San José, Roboré, Puerto Suárez, Puerto Guijarro y San Matías

(Vides et ál. 2007). Las principales actividades económicas desarrolladas son la agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, minería y turismo; producto de ello la flora y fauna nativa están en peligro de desaparecer por situaciones de sobrepastoreo y quemas, provocados por la ausencia de un manejo apropiado (Cuellar y Noss 2003).

3.1.1 Descripción general del predio Sociedad Agropecuaria Futuro (SAF)

La Sociedad Agropecuaria Futuro (SAF), es el nombre particular asignado predio el cual está conformada por 25 socios, quienes llevan tres años estudiando las propiedades y el mercado del copaibo. Políticamente pertenece al departamento de Santa Cruz, provincia Ñuflo de Chávez, municipio de Concepción (Figura 2). El predio comprende 13 000 ha. En un radio de 6 a 20 km existen varias comunidades de agricultores de diferentes tamaños así como aserraderos. Colinda: al norte con Aserradero la Fatiga; al sur con la Comunidad Guadalupe; al este con la Comunidad San Martín y Guadalupe y al oeste con TCO Monte Verde.

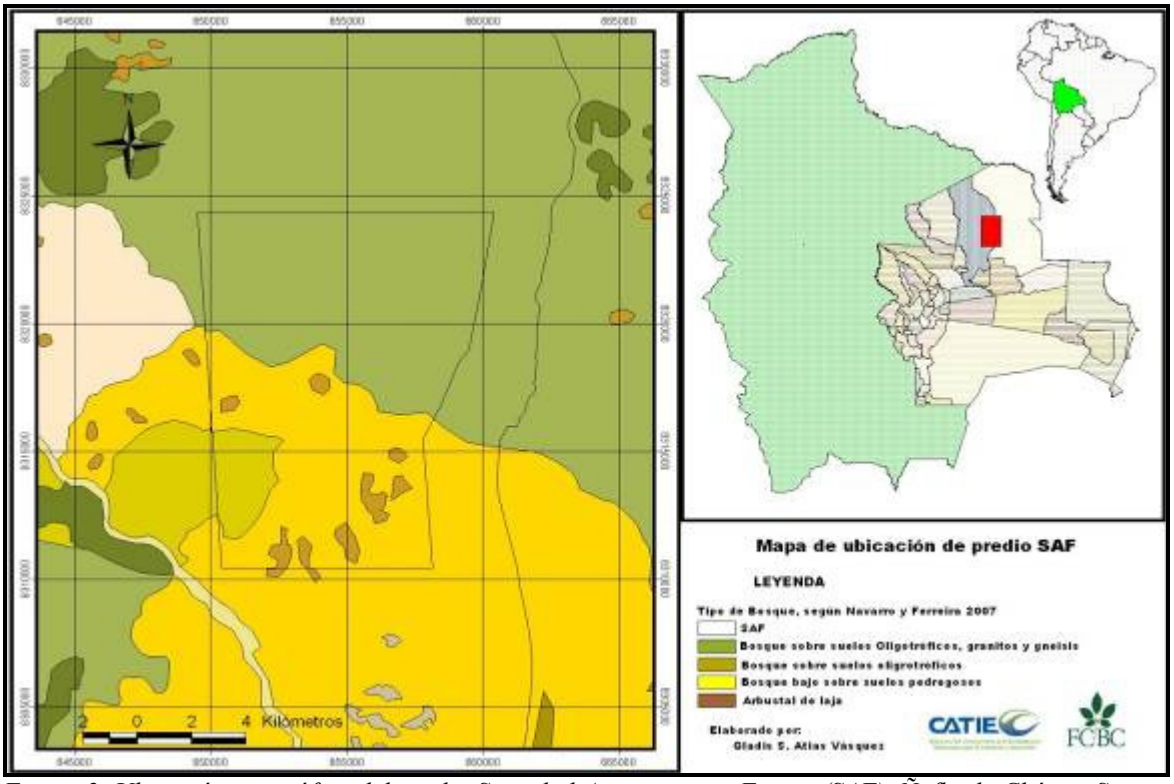

Figura 2. Ubicación geográfica del predio Sociedad Agropecuaria Futuro (SAF), Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Cuadro 3. Clasificación de tipos de bosque en el predio Sociedad Agropecuaria Futuro (SAF), Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Código	Descripción
c1d+c9	Bosque sobre suelos oligotróficos bien drenados del norte de la Chiquitanía. Penillanura ondulada laterítica, sobre granitos y gneises, del noreste de la provincia Ñuflo de Chávez y noroeste de la provincia Velasco, en la cuenca de los ríos San Martin y Paraguá; bosques semidecíduos hidrofíticos y freatofíticos. Grupo de bosques distribuidos en los fondos de valle y laderas inferiores de los valles fluviales de la Chiquitanía, así como en la llanura aluvial de Santa Cruz. Se desarrollan sobre suelos profundos con balance hídrico positivo, que están muy húmedos o saturados de humedad la mayor parte del año o bien presentan napas freáticas poco profundas y alcanzables por las raíces de los árboles. En época de lluvias, algunos de estos enclaves pueden anegarse o inundarse someramente de forma temporal. En Figura 2, Bosque sobre suelos oligrotóficos, granitos y gnesis.
c2a+c9a	Bosque bajo sobre suelos pedregosos de la Chiquitanía central. Pampa-monte o Cerrado distribuido en los suelos poco profundos y pedregosos del centro de la Chiquitanía. (Región de San Javier, Concepción y Lomerío). Bosque hidrofítico de los valles de la Chiquitanía central. En Figura 2, Bosque bajo sobre suelos pedregosos.
c1d	Bosque sobre suelos oligotróficos bien drenados del norte de la Chiquitanía. Penillanura ondulada laterítica, sobre granitos y gneises, del noreste de la provincia Ñuflo de Chávez y noroeste de la provincia Velasco, en la cuenca de los ríos San Martin y Paraguá. En Figura 2, Bosque sobre suelos oligrotóficos.
c7a	Arbustal de laja de la Chiquitanía. Lajas de granitos o gnesis con morfología plana, distribuidas de forma dispersa en la mayor parte de la Chiquitanía, con mayores concentraciones en la región de Lomerío (sur de Concepción) y en el norte de la provincia de Velasco. En Figura 2, Arbustal de laja

Fuente: Navarro y Ferreira (2007)

3.1.2 Características biofísicas del predio Sociedad Agropecuaria Futuro (SAF)

Según el mapa ecológico de Bolivia, SAF se encuentra en la zona de vida de Bosque Húmedo Templado en transición a Bosque Seco Sub-Tropical y según el mapa bioclimático de Bolivia, es una zona con ombroclima pluviestacional y termoclima termotropical. La temperatura media anual es de 23.8 ºC, registrada en la estación de Concepción según datos obtenida del Plan de Conservación y Desarrollo Sostenible para el Bosque Seco Chiquitano Cerrado y Pantanal Boliviano (Ibisch et ál. 2002).

La precipitación media varía entre 823 y 1590 mm/año; la estación lluviosa se cubre los meses de noviembre a marzo. Los meses más lluviosos van de diciembre a febrero, con un máximo en enero. El periodo lluvioso concentra alrededor del 70% de las

precipitaciones del total anual. La estación seca (mayo a septiembre) coincide con la época de otoño e invierno austral. En este periodo, las precipitaciones concentran alrededor del 15% de la precipitación anual, con un mínimo que generalmente se encuentra en el mes de julio (Ibisch et ál. 2002).

En la zona se encuentran algunas quebradas temporales, las cuales tienen agua desde noviembre hasta mayo y secas desde junio a octubre. El viento es una de las principales causas de la propagación de los incendios debido a que en la zona las quemas se realizan para renovar las pasturas.

El predio se encuentra en la unidad fisiográfica del escudo cristalino brasileño, el cual esta constituido básicamente por rocas ígneas y metamórficas del periodo precámbrico, asociado con algunas rocas sedimentarias del cámbrico. Esta formación geológica ha sufrido un fuerte proceso de intensa erosión y sedimentación; los suelos tienen una textura variable y rocosa, son de poca profundidad baja fertilidad y ocasionalmente toxicidad; son susceptibles a la erosión hídrica.

Los alrededores antiguamente abrían estado cubiertos por un bosque semi desiduo. En la actualidad el bosque está dominado por el cusi (*Attalea speciosa*) favorecida por el fuego, permitiendo que dicha especie se expanda como una mancha uniforme.

Según el documento planificación ecorregional del Bosque Seco Chiquitano (Vides et ál. 2007) el predio SAF, se encuentra ubicado en el sector Chiquitano Norte – Transición Amazonía.

3.2 Metodología

La presente investigación se basó en la combinación y adaptación de varias metodologías para la evaluación cuantitativa y cualitativa del bosque. Se utilizó herramientas participativas como: entrevistas semiestructurada, diálogos con informantes claves y observación directa en campo. Entre los materiales y equipos utilizados se incluyó: receptor GPS (Geographical Positioning System), clinómetro Sunnto, brújula Sunnto, cinta métrica, densiómetro, calibrador tipo vernier, cinta diamétrica, formatos elaborados para toma de notas, cuaderno de apuntes, lápiz, computadora y cámara

fotográfica. Toda la información generada, fue ordenada y sistematizada por medio de software (Windows, Arc View 3.3, Infostat, StimateSWin 800, PC- ORD 4, SigmaPlot 2000, Arc Gis 9.2).

El trabajo constó de las siguientes etapas:

Etapa 1: Levantamiento de información cuantitativa y cualitativa sobre: el bosque donde se distribuye el copaibo y sobre el conocimiento tradicional de uso y manejo del copaibo en la Chiquitanía e Iquitos, en la Amazonía Peruana.

Etapa 2: identificación de la distribución del copaibo SAF y evaluación de variables que determinan la presencia del copaibo.

Etapa 3: Definición de criterios básicos para el aprovechamiento y monitoreo del copaibo.

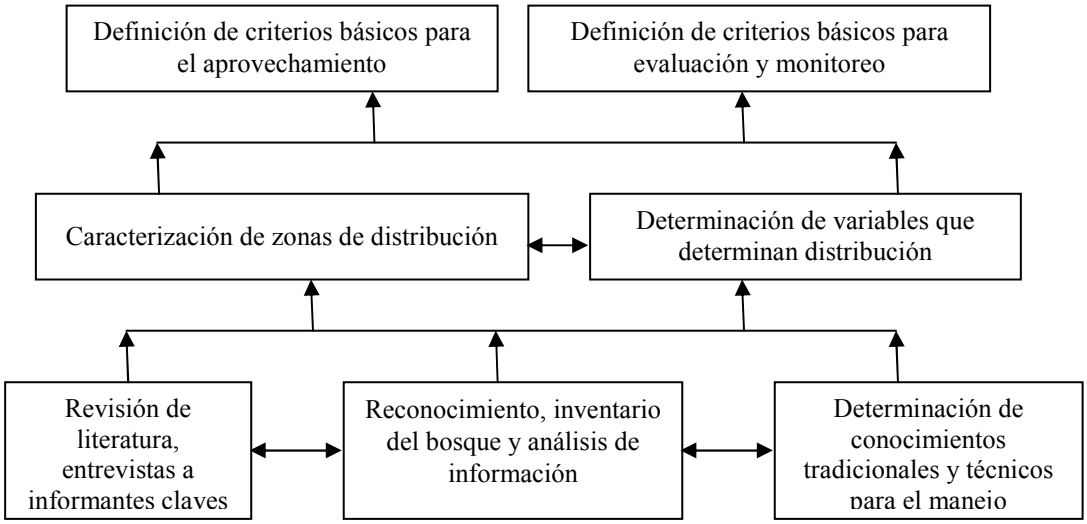

Figura 3. Esquema metodológico de la investigación para definir criterios básicos de manejo de las poblaciones silvestres de copaibo en Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

3.2.1 Etapa 1: Levantamiento de información cuantitativa y cualitativa

3.2.1.1 Caracterización del bosque del predio SAF

En el predio SAF, desde aproximadamente el año 2002 hasta la actualidad, se vienen desarrollando actividades para promover el manejo de la especie copaibo. Este proceso se inició con el reconocimiento del bosque; diferenciación del copaibo de las otras especies y censo de sus individuos. En el 2004 se realizó un censo en 490 ha, registrándose 1 440 individuos con diámetros que estaban entre 10 y 89 cm; a los que se

les midió el dap, altura comercial y estado del fuste. De los individuos registrados aproximadamente el 85% fueron perforados en distintas épocas y se les colocaron tubos de PVC con tapa rosca para el aprovechamiento de la oleoresina.

La información de los trabajos mencionados sirvió como línea base para la presente investigación. Con base en la información existente sobre la ubicación geográfica de los conglomerados (manchales) de copaibo; inicialmente se decidió realizar tres transectos que cruzaran los mismos, para caracterizar a lo largo de ellos las condiciones ambientales. Esta idea debió ser desechada, pues una vez en el campo se encontró que existían muchos errores en la georeferenciación de los individuos. Como alternativa, por medio del uso de imágenes de satélite y de los puntos probables de presencia de los copaibos, se decidió buscar los centros aproximados de los manchales y a partir de los mismos instalar parcelas para la descripción de microambientes con y sin presencia de copaibos.

Una vez ubicado de manera aproximada el centro de un manchal, se instaló ahí una parcela de 25 x 25 m. Si la superficie del sitio presentaba pendiente evidente se instalaban dos parcelas más, una pendiente arriba y otra pendiente abajo, la distancia entre centro y centro de las parcelas fue de 100 m y constituían una línea recta entre sí. En el caso de no existir pendiente perceptible las parcelas adicionales se instalaban al este y oeste de la parcela central. Si en alguna de estas parcelas adicionales existían copaibos, se instalaba otra parcela 100 m más adelante sobre la misma línea, hasta que la última parcela instalada ya no contara con la presencia de copaibo (Figura 4). Las parcelas fueron mapeadas y georeferenciadas.

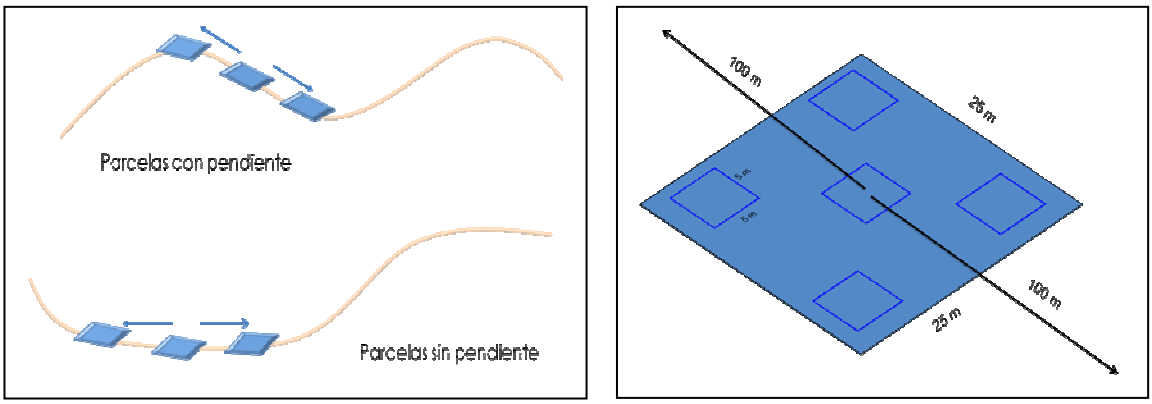

Figura 4. Diseño de muestreo para el levantamiento de la información cuantitativa y cualitativa en SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Dentro de todas éstas parcelas, con y sin copaibo, se tomó nota de todos los individuos arbóreos de más de 10 cm de dap; registrándose su dap, altura total y se determinó su especie (nombre científico). El nombre local se determinó con el apoyo de una persona de la zona conocedora de árboles en pie (matero). En el caso del copaibo, además de esos datos se registró el estado fitosanitario, tipo de fuste, tipo de copa, estado vegetativo del árbol, orientación de las ramas, coordenadas geográficas y condición de iluminación (Anexo 1). Las variables con las que se describió el ambiente de cada una de las parcelas se describen en el acápite 3.2.2.2.

Adicionalmente, para cada copaibo se realizó un conteo de su regeneración natural, dividida en categorías de altura de los individuos a saber: brinzales (0,30 m - < 1,5 m de altura) y latizales (≥ 1,50 altura - 9,9 cm de dap). A cada individuo se le midió el diámetro a 1 cm de altura con respecto al suelo; también se midió altura total, condición de iluminación, según la clasificación propuesta por Dawkins y Field (1978); modificado por Clark y Clark. (1987) y la distancia del árbol padre (árbol semillero) y estado sanitario (Anexo 2).

Se evaluó la producción de aceite de algunos individuos encontrados con su tubo de cosecha instalado, la evaluación se realizó con envases calibrados cada treinta días hasta sumar tres evaluaciones por árbol. En algunos de los aprovechamientos de los árboles se obtenía sólo oleorresina y en otros esta salía acompañada de agua; en un formulario (Anexo 3) se registró el volumen y color de la oleorresina. La producción por año se calculó sumando los tres resultados de las evaluaciones por árbol para luego calcular el promedio anual por árbol productivo.

3.2.1.2 Conocimiento tradicional sobre uso y manejo de copaibo en la Chiquitanía e Iquitos en la Amazonía Peruana

Para determinar el conocimiento tradicional sobre el uso y manejo del copaibo se elaboró un protocolo de entrevista semiestructurada (Anexo 5) con preguntas mixtas de tipo tanto abiertas como cerradas; esto implica que el entrevistado podía razonar, matizar o ampliar su respuesta a través de la opción «otros» o de la opción «por qué» ejecutada por el entrevistador. En el caso de las preguntas abiertas el entrevistado contestaba con libertad, sin que existieran respuestas correctas o incorrectas. Para las preguntas cerradas el entrevistado brindaba sólo una respuesta (sí o no). Las entrevistas se desarrollaron con

personas de las comunidades asentadas en la jurisdicción del municipio de Concepción: *Porvenir, El Carmen, San Juan de la Roca, Mercedes Guayabo, La Embocada, Palmarito y Concepción*.

Asimismo, se realizó un sondeo sobre el conocimiento tradicional del copaibo en la ciudad de Iquitos y comunidades aledañas, en la Amazonía Peruana; donde existen registros de comercialización de madera y oleorresina.

3.2.2 Etapa 2: Determinación del copaibo distribuído en SAF y evaluación de variables que determinan la presencia

3.2.2.1 Determinación del copaibo distribuído en SAF

Los individuos de copiabo registrados en el bosque del SAF fueron caracterizados tal como se describen en el acápite 3.2.1.1 y su especie determinada con el apoyo de la Guía de los árboles y arbustos del Bosque Seco Chiquitano, Bolivia (Jardim et ál. 2003), Manual de identificación de especies forestales de la subregión andina (Rodríguez y Sibille 1996), Guía de árboles de Bolivia (Killeen et ál. 1993), Guía dendrológica de especies forestales de Bolivia. Volumen II (Mostacedo et ál. 2001), entre los principales. El uso de las guías facilitó no solo para determinar las características físicas del copaibo; también, sirvieron para la identificación taxonómica de las otras especies arbóreas presentes en el bosque del predio SAF.

3.2.2.2 Variables que influencia la presencia del copaibo

En cada una de las parcelas descritas en el acápite 3.2.1.1. se midieron variables para describir su ambiente, con el afán de determinar su eventual relación con la distribución del copaibo, algunas variables que se evaluaron fueron propuestos por autores que se citan a continuación y otras fueron propuestas, ya que se aplicaban a la realidad del campo, tales variables se describen a continuación.

a) Variables macroambientales

- Estado de intervención; se determinó visualmente en cada unidad de muestreo según la siguiente clasificación: *primario*, *secundario* (Wadsworth 2000 citado por Juep 2008) y *cultivo* (Juep 2008).

- Tipo de vegetación; se utilizó entrevistas a pobladores ellos clasificaron 6 tipos a los cuales les asignaron nombres locales: *monte alto, chaparral, cusisal, motacusal, pampas monte y laja.* (Cuadro 4).
- Posición topográfica; dependió de la fisiográfica del terreno y para caracterizar la ubicación de las parcelas se clasificaba en*: cima*, *ladera* y *pie de ladera*.
- Porcentaje de pendiente máxima encontrada en la parcela, que fue medida con clinómetro Sunnto, en cada parcela, empleando una regla marcada a la altura de la vista para poder facilitar la lectura.
- Altitud sobre el nivel del mar; medida con GPS en el centro de la parcela.
- Incidencia de incendios en el bosque; clasificada según la ocurrencia de incendios en el área: *presencia y ausencia*.

b) Variables microambientales

- Textura del suelo: el criterio utilizado para clasificarlo fue según Terzzaghi (1982) citado por Sotelo (2005); es la clasificación que más se acerca a nuestros requerimientos y se clasificó en: *arenoso, arcilloso, limoso, areno arcilloso y arcillo arenoso*.
- Grado de pedregosidad: expresada en porcentaje en relación a la superficie de la parcela cubierta por piedras y fue clasificada en: *poco* (1 – 10%), *medio* (10 – 30%) y *alto* (>30%).
- Cobertura vegetal: se determinó utilizando el densiómetro esférico cóncavo modelo A de R. Lemmon. Se instalaron cinco subparcelas: una en cada esquina y otra en el centro dentro de las parcelas de 25 m x 25 m. Se niveló el instrumento y se contó el número de puntos sombreados dirigiendo el instrumento hacia cada punto cardinal para luego calcular un promedio. Finalmente se multiplicó el promedio por 1.04 y de está manera se obtuvo el porcentaje de cobertura vegetal (Anexo 4).
- Estructura vertical del bosque: se evaluó visualmente, el porcentaje de vegetación cubierta por el follaje de cada uno de los principales estratos de altura del dosel, a alturas preestablecidas, dentro de las parcelas de muestreo (0

m - 2 m de altura, 2 m – 9 m de altura, 10 m -20 m de altura, 20 m – 30 m altura y >30 m de altura). Los valores de la cobertura fueron expresados de la siguiente forma: si la cobertura vegetal para un estrato dentro de la parcela de 5 m x 5 m es igual a 0% se le asignó un valor de 0, si es de 1-33% un valor de 1, de 34-66% valor de 2 y de 67-100% se le asignó 3, esto conforme al método establecido por Thiollay (1992). El valor promedio para las cinco subparcelas de 5 m x 5 m dentro de la parcela grande se tomó como el valor representativo del sitio.

3.2.3 Etapa 3: Definición de criterios básicos para el aprovechamiento y monitoreo del copaibo en SAF

Se recolectó información sobre las técnicas existentes para el aprovechamiento de la oleoresina de copaibo y se analizó el resultado de las entrevistas semiestructuradas y complementariamente se realizaron consultas al equipo técnico y encargados del predio así como a expertos en productos no maderables del Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP). Se realizó el análisis de la información cartográfica y de condiciones ambientales de las parcelas y con las observaciones directas de campo. A partir de esta información se plantean algunos criterios básicos a proponer para el manejo del copaibo; incluidas técnicas de aprovechamiento, tratamientos silviculturales y plan de monitoreo.

3.2.4 Análisis de datos

Para el análisis estadístico de la relación entre el bosque y las variables ambientales se utilizaron análisis de la varianza (ANAVA), prueba LSD de Fisher, análisis de conglomerados, tablas de contingencia y el estadístico de Chi – Cuadrado.

a) Composición y clasificación de los bosques

Se clasificaron y caracterizaron los bosques de acuerdo a la composición florística y se determinó en Índice de Valor de Importancia (IVI), propuesta por Custis y McIntosh (1950, citado por Lamprecht 1990), para cada especie por parcela. Se consideraron las especies presentes en dos o más parcelas elaborándose una matriz de IVI´s para 63 especies.

La clasificación de los bosques se inició a través de un análisis de conglomerados, con el programa estadístico PC-ORD 4 que permitió agrupar las parcelas según su similaridad y definir los tipos de bosques. El resultado del análisis de conglomerados es expresado en un dendrograma donde gráficamente se muestran los vínculos establecidos entre las parcelas y las agrupaciones dado por las especies y su valor de importancia (McCune y Mefford 1999; McCune y Grace 2002), según sus valores de IVI por parcela. Las parcelas más similares tienden a agruparse y al igual las especies más importantes en ellas.

Para determinar el número de grupos (tipos de bosque) se aplicó análisis de especies indicadoras usando el programa PC-ORD v.4. Este método combina información sobre la concentración de la abundancia y la frecuencia de una especie en un grupo particular, empleando la prueba estadística Monte Carlo con 1000 aleatorizaciones (para más detalle ver McCune y Grace 2002).

b) Riqueza, diversidad y estructura de los tipos de bosque

Según los procedimientos anteriores, a cada tipo de bosque identificado se le calcularon dos índices de diversidad, comúnmente usados: Shannon (H´) y Simpson (D) (Magurran 1989) empleando el programa StimateS pro8 (Colwell 1997). Asimismo, se calcularon los parámetros estructurales de densidad (número de individuos/ha), área basal (m^2/ha), distribución por clase diamétrica del número de individuos y el área basal, así como distribución por clase diamétrica del número de individuos y área basal de *Copaifera langsdorffii* en el programa Infostat versión 2007 las que a su vez fueron graficadas respectivamente.

Para determinar diferencias estadísticas entre tipos de bosque según riqueza, diversidad y estructura se realizó análisis de varianza (ANDEVA) y comparación de medias (LSD de Fisher), utilizando el programa estadístico InfoStat versión 2007.

El modelo matemático se expresa:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + E_{ij}, \sim (0, \sigma)$$

Donde:

μ = media general

t_i = tratamiento del i-ésimo tipo de bosque

E_{ij} = error experimental.

Además, se elaboró curvas de acumulación de área-especie (parcelas de 0.0625 ha).

c) Análisis de las variables que influencian la presencia del copaibo

Los datos se analizaron utilizando estadística descriptiva. Para determinar la existencia de asociaciones entre las variables categorizadas (estado de intervención del bosque, tipo de vegetación, posición topográfica, incidencia de incendios, textura del suelo y grado de pedregocidad) se usaron pruebas de independencia. Para esto se construyeron tablas de contingencia que fueron analizadas por medio del estadístico chi cuadrado máximo verosímil. Para visualizar las asociaciones en el caso de rechazar la hipótesis de no independencia ($\alpha = 0.05$) se realizaron análisis de correspondencias canónicas simples utilizando el software InfoStat versión 2007. También se diseñaron cuadros porcentuales de las variables por tipos de bosques según las cantidades de parcelas por tipo de bosque.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Etapa 1: Levantamiento de información cuantitativa y cualitativa

4.1.1 Caracterización del bosque del predio SAF

Las formaciones de bosque deciduo y semideciduo son el tipo de vegetación predominante que está asociado con una gran variedad de paisajes. Los suelos tienden a ser ligeramente ácidos a neutros (pH 5,9 – 7,2) y varían desde profundos y ricos en minerales hasta superficiales y rocosos. Su condición hídrica puede variar desde inundación o humedad permanente hasta sequía estacional. La composición de los bosques refleja la variabilidad edáfica (Jardim et ál. 2003).

SAF está situada en una zona de transición entre los bosques húmedos del límite sur de la cuenca amazónica y la vegetación xerofítica del Gran Chaco. Presenta planicies ligeramente onduladas en suelos de poca profundidad, derivados a partir de gnesis y rocas graníticas (Jardim et ál. 2003).

Extensas zonas de la Chiquitania están cubiertas por vegetación de transición y composición variable, dependiendo del grado de sequía del suelo, la influencia del fuego y el grado de inundación. En la parte norte de la Chiquitania, sobre la Serranía de Huanchaca (Parque Nacional "Noel Kempff Mercado"), se encuentra un bosque deciduo dominado por: *Callistheme microphylla, Copaifera langsdorffii, Hymenaea courbaril* y *Terminalia fagifolia* el cual constituye una variante del Cerrado relativamente desconocida (Jardim et ál. 2003).

Se implementaron 69 parcelas de 25 m x 25 m cubriendo un área total de 4,31 ha; en éstas se registraron 1 889 individuos con dap ≥ 10 cm, un total de 1 655 árboles (88%) y 234 palmeras (12%). De todas las especies, 18 fueron encontradas en una sola parcela, por lo que fueron excluidas del análisis de conglomerados. En el Anexo 6 se listan las 45 especies encontradas en dos o más parcelas.

4.1.2 Conocimiento tradicional uso y manejo de copaibo en la Chiquitania e Iquitos en la Amazonía Peruana

Se realizaron un total de 50 entrevistas entre las comunidades mencionadas en el punto 3.2.1.2, considerando equidad de género (25 hombres y 25 mujeres). El 90% de los entrevistados en la Chiquitanía conoce o ha escuchado hablar del árbol "copaibo" y de la oleorresina que produce; aunque no distingue entre tipos de árboles o especies existentes, si distinguen claramente en el color y textura de la oleorresina. Indican que de ella se pueden aprovechar varios productos: madera, aceite, flor, hojas, corteza y raíz, los cuales son utilizados en medicina tradicional y últimamente está siendo comercializados en las farmacias, pero en volúmenes menores. Afirman que estos productos se usan como medicinas para curar resfríos, tos, bronquitis, reumatismo, gastritis, hongos, entre los principales. Todos los entrevistados fueron mayores de edad y se dedican a la agricultura, ganadería, aprovechamiento de madera y recolección de productos del bosque.

Los entrevistados consideran el copaibo se adapta a varios tipos de hábitat, pero puede existir en las planicies y zonas onduladas y en terrenos cerca de cuerpos de agua. La técnica de aprovechamiento de la oleorresina más conocida consiste en hacer un hueco con hacha en el fuste del árbol hasta llegar a la médula central (corazón); bajo esta técnica, aprendida de sus antepasados, sólo se puede aprovechar una vez cada árbol. Los centros de comercialización identificados son: Concepción, San Ignacio, Santa Cruz y el Puente sobre el río Grande.

También afirman que el árbol de copaibo se encuentra en la Chiquitanía, pero con una densidad muy baja, y que se puede encontrar fácilmente en la zona de Amazonía y en la zona de transición hacia ésta; por ello, esta especie no ha sido aprovechada ampliamente en la Chiquitanía, además de presentar problemas para la transformación industrial de su madera ya que el aceite que produce desafila fácilmente la cierra principal. El aprovechamiento de la oleorresina básicamente se realiza en casos de necesidad económica o para medicina casera.

En la ciudad de Iquitos, Región Loreto, en la Amazonía Peruana se realizó el mismo número de entrevistas siguiendo los mismos parámetros de escogencia para los entrevistados de las comunidades de la Chiquitania. Los entrevistados reconocen como

copaiba a los individuos del género *Copaifera* y mencionan que lo aprovechan principalmente en la industria de la madera pero también en medicina tradicional. Para la obtención de la oleorresina se sigue provocando un gran agujero en el fuste ya que el árbol de todas maneras caerá para aprovechar su madera. Los entrevistados tienen como actividad productiva principal la agricultura, pesca, aprovechamiento de madera, caza y recolección de productos del bosque, los mismos que comercializan la oleorresina en el mercado Belén de la ciudad de Iquitos.

En el mercado de Belén de la ciudad de Iquitos, existe un sitio de comercialización de productos del bosque utilizados en medicina tradicional llamado "Pasaje Paquito" en el cual se pueden encontrar con mucha facilidad la oleorresina. Los intermediarios que compran a los extractores cualquier producto del bosque, conocidos como "acopiadores", fijan los precios según la zona de extracción.

Las zonas de procedencia de la oleorresina de copaibo según información de micro comercializadores son la cuenca media y alta de los ríos Morona, Nanay, Tapiche, Chambira y kilómetro 45 de la carretera Iquitos - Nauta. Los sitios de comercialización identificados en la ciudad de Iquitos son el Pasaje Paquito, farmacia Meléndez y laboratorio de la bióloga Elsa Rengifo.

Las propiedades curativas de la oleorresina son muy conocidas y han sido transmitidas de generación en generación. Se utiliza en acarosis, para la amigdalitis, como anticonceptivo, antiinflamatorio, antiséptico de las vías urinarias, para la artritis, contra el asma, como bactericida, en la bronquitis crónica, contra el cáncer al útero, como cicatrizante de úlceras o heridas en la piel y de úlceras gástricas, en la cistitis, para el dolor de oído, en la faringitis aguda, hemorroides, para la hipertensión, contra la impotencia sexual, en infecciones de transmisión sexual (gonorrea crónica y herpes genital), para las inflamaciones de riñones y vías urinarias, en leishmaniasis (uta), contra la leucorrea, en males del hígado, para la psoriasis, contra el reumatismo, en sinusitis, contra el tétano y para la tos (Rengifo 2007).

4.2 Etapa 2: Identificación del copaibo distribuido en SAF y evaluación de variables que determinan su presencia

4.2.1 Identificación del copaibo distribuido en SAF

En la Chiquitanía a la *Copaifera langsdorffii* Desf. se le denomina "copaibo". Según Jardin et ál. (2003), *C. langsdorffii* es un árbol de hasta 20 m, corteza externa corchosa, escamosa, formando cubitos regulares; corteza interna amarillo-crema y algo rojizo, con resina translúcida, olor a fréjol. Hojas alternas, compuestas, paripinnadas, glabras; folíolos 6-8, alternos, cartáceos, ovado-elípticos hasta oblongos, 2-3 cm de largo, los nervios finamente reticulados; estípulas caducas. Flores hermafroditas, dispuestas en panículas terminales, con cuatro sépalos, libres, internamente pubescentes; ocho estambres; ovario súpero, aplanado, borde pubescente. Fruto vaina leñosa, dehiscente, orbicular de 2-3 cm de largo, con un punto en el ápice de cada valva; semilla única, cubierta parcialmente de arilo carnoso. Crece en bosque semideciduo alto y en el Cerrado. Florece de noviembre a marzo; fructifica de abril a mayo. La dispersión de semillas es endozoocórica (aves, mamíferos pequeños).

Los árboles de copaibo existentes en el SAF presentan características externas que crean confusión en cuanto a su identificación taxonómica. Si bien es cierto la literatura identifica a la *Copaifera langsdorffii* como la predominante en el predio, se considera que pueden existir otras dos especies o dos variedades como mínimo.

En SAF, se tienen registrados 1 440 individuos de copaibo según el censo del 2004 en 490 ha. Cada individuo tiene una placa de aluminio en la cual se registra el número asignado en el censo. Todos los individuos fueron plaqueados, de estos aproximadamente el 85% tienen introducido un tubo de PVC al fuste del árbol, aproximadamente 1 cm de profundidad para la cosecha, el cual tiene una tapa rosca de plástico en el extremo exterior para dar paso a la salida de la oleorresina para su aprovechamiento También existen árboles con placa, pero sin tubo que fueron considerados como árboles productores de semillas, los que fueron clasificados por los técnicos que ejecutaron el censo.

Es preciso recalcar que el trabajo con el copaibo en el SAF, se desarrolló como una experiencia piloto y se fueron desarrollando diferentes técnicas de aprovechamiento;

la técnica del perforado con barrenador fue adoptada como alternativa para el manejo sostenible, pero como no se tenía experiencia en algunos individuos se llegaron a realizar hasta tres perforaciones en el mismo lado del fuste a diferentes alturas con respecto al suelo y como no fueron cerrados apropiadamente. Esto ha permitido el ingreso de insectos que provocan la muerte del árbol; se calcula que el 5% de los árboles en el SAF están en esta situación.

De las 69 parcelas implementadas, 16% de ellas se registró la presencia de regeneración natural de la categoría brinzal; no se registró individuos para la categoría latizal. La ausencia de latizales se atribuye a la incidencia de incendios en la zona; se tiene registro que ocurrieron dos incendios; el primero aproximadamente en el año 2005 que alcanzó gran parte de las zonas donde se distribuyen el copaibo y el segundo en el año 2007, que fue controlada a tiempo y que no afectó significativamente las poblaciones.

Con respecto a la producción de la oleorreisna en el SAF, no se cuenta con registro de aprovechamiento, pero la producción promedio por árbol > 45 cm de dap en SAF está entre 3 y 5 litros/año. También se identifican dos tipos de oleorresina según color (amarillo oscuro y amarillo cristalino). En Brasil, las diferencias en el color de la oleorresina se han correlacionado con el tipo de cobertura vegetal, tipo de suelo, posición topográfica, y época de aprovechamiento (Rigamonte et ál. 2004, Oliveira et ál. 2006). Según Plowden (2003) los árboles con dap entre 25 y 45 cm no son productivos o son poco productivos; asimismo, recomienda que el dap ideal para la extracción de la oleorresina esta entre 45 a 60 cm, donde se obtienen las mayores producciones de oleorresina.

Según Oliveira et ál (2006), para el aprovechamiento de la oleorresina no se ha determinado una época especifica del año, los extractores realizan este proceso en cualquier periodo considerando el factor climático precipitación pluviométrica. Según FAO (1995), afirma que un nuevo aprovechamiento en el mismo individuo se debe realizar después de tres meses a un año o más.

4.2.2 Variables ambientales que influencian la presencia del copaibo

4.2.2.1 Caracterización del bosque

La composición de la flora, y la diversidad a nivel de familias y de especies de plantas del BSCh es similar a las de otras regiones de bosques secos del Neotrópico. La familia predominante en cuanto a abundancia y área basal es Leguninoseae, pero también son importantes en cuanto a abundancia y área basal: Anacardiaceae, Apocynaceae, Cactaceae y Myrtaceae. (Jardim et ál. 2003).

En las 69 parcelas implementadas en el bosque de SAF, se registraron 63 especies, 56 géneros y 35 familias. A través de la entrevistas los pobladores locales identificaron 6 tipos de bosque a los que les asignan nombres locales los mismos que se muestran en el Cuadro 4.

Esta clasificación valora para algunos tipos bosque la altura total de los individuos existentes (monte alto, chaparral), en otras la abundancia de una especie (motacusal, cusisal) y las características edáficas donde se desarrolla la vegetación (pampas monte, laja). La clasificación es más detallada que la elaborada por Navarro y Ferreira (2007), ya que ellos realizaron su clasificación basados en los tipos de suelos sobre la cual crecen los individuos.

Cuadro 4. Tipos de bosque identificados por pobladores locales en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia, determinados a través de entrevistas (n = 25)

Clasificación local	Descripción
Monte alto	Son zonas con suelo de color rojizo a marrón, con predominancia de arcilla, en su mayoría son tierras altas, las cuales no se inundan con crecientes fuertes, tienen buen drenaje, con pendiente de hasta 10%. El nombre asignado es debido a que más del 80% de los individuos presentes son dominantes, es decir con alturas que superan los 20 m. Pueden estar ubicados en cimas, laderas o pie de monte según sea su posición topográfica.
Chaparral	Son zonas con suelos de color gris a negro, por lo general muy secos, con predominancia de arena y menos arcilla, dominadas por plantas que no superan los 5 m de altura total, ubicados en partes planas y laderas, con pendiente cercana a 5%. La mayor parte de los individuos son arbustos espinosos, lianas y plantas herbáceas.
Cusisal	Son áreas dominadas por la palmera cusi (*Attalea speciosa)*, son suelos compactos, en algunos casos con afloramientos rocosos, de color blanco, muy secos. Para ser considerada cusisal, se debe contar con individuos maduros de la palmera, es decir que tengan estípite ya formado y con una altura promedio de 15 m. La regeneración natural del cusi se encuentra en todos los tipos de hábitat. El cusi es una especie pionera permanente.
Motacusal	Son áreas dominadas por la palmera motacú (*Attalea phalerata*), con suelos compactos, en algunos casos con afloramiento rocoso, suelos de color blanco, muy secos. El motacú es una palmera no muy alta, pero crece más aglomerada que el cusi. Al igual que el cusi es una especie pionera permanente.
Pampa monte	Son zonas transicionales entre un monte alto y la laja, son suelos nuevos y arenosos, con afloramiento rocoso, la vegetación no supera los 15 m de altura, presentan entre 5 y 7 especies.
Laja	Son las zonas con afloramiento rocoso predominante, donde sólo se desarrollan especies especialistas de este hábitat.

Los tipos de bosques identificados por los pobladores locales están presentes en el área que ilustra la Figura 5; los denominados “pampa monte” y “laja” corresponden a las zonas de color celeste, las otras 4 están agrupadas en los colores de naranja a rojizo marrón. Las 69 parcelas inicialmente fueron clasificadas como: *con presencia de copaibo* y *sin presencia de copaibo*. El diseño de muestreo permitió confirmar la presencia de la especie debido a que las parcelas iniciales fueron instalas en el centro de los llamados manchales con el uso de imágenes de satélite, teniendo en cuenta el margen de error de los datos existentes en SAF; por tal motivo se agrupa en el *tipo de bosque 1* (parcelas con copaibos). En la Figura 5, se presenta la distribución geográfica de las parcelas de

muestreo diferenciadas según el tipo de bosque agrupadas por el análisis de conglomerados.

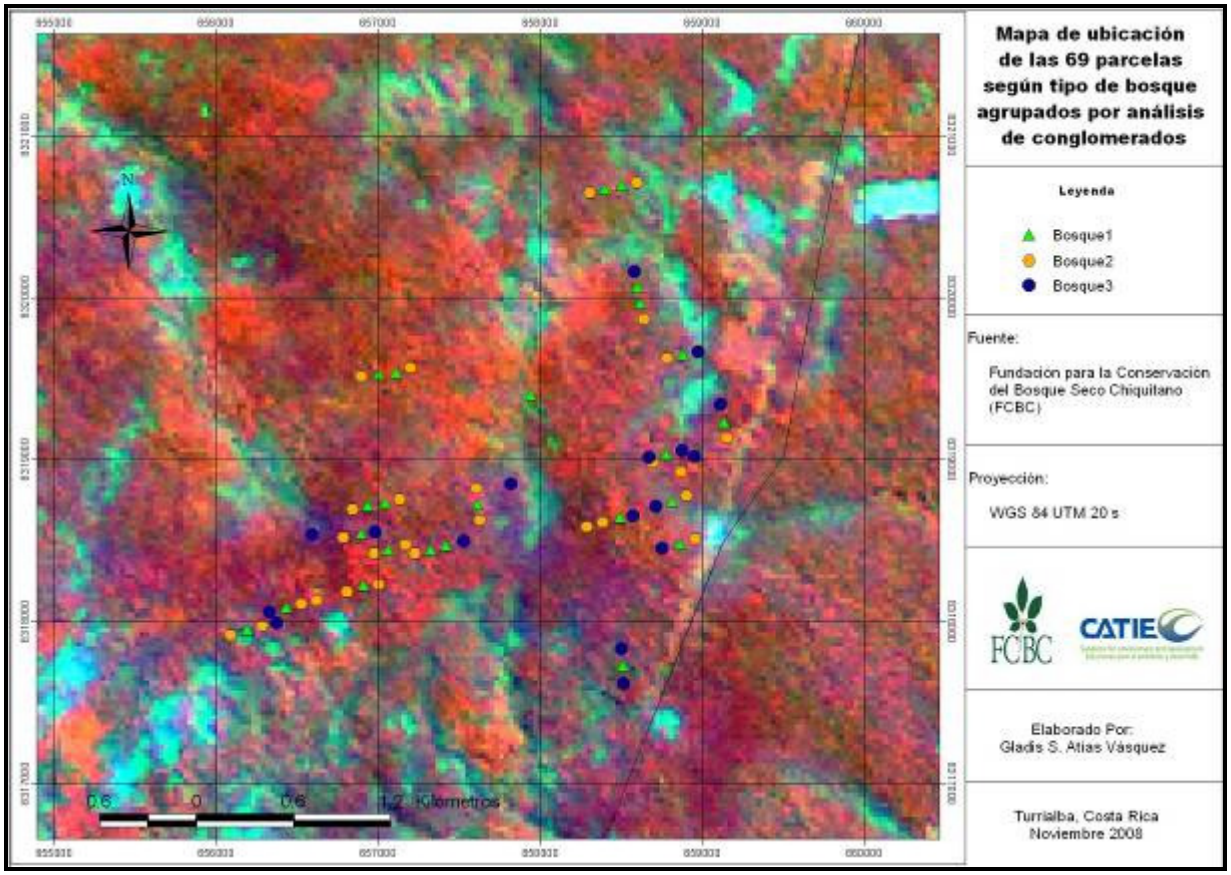

Figura 5. Mapa de ubicación de las 69 parcelas de muestreo en SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

El análisis de conglomerados se realizó para tres grupos o cluster, de acuerdo a la interpretación del gráfico de la prueba Pseudo t (Milligan y Cooper 1985). El dendrograma resultante de este análisis se muestra en la Figura 6, que da pie para diferenciar con claridad tres tipos de bosque.

Al *bosque 1* corresponden 24 parcelas de las cuales 23 con presencia de copiabo y 1 sin la especie (1,51 ha del área muestreada), distribuidas sobre terrenos que van desde plano a suavemente ondulados; el *bosque 2* lo representan 28 parcelas: 24 sin copaibo y 4 con presencia de la especie (1,76 ha) en terrenos planos a moderadamente ondulados; el *bosque* 3 lo representan 17 parcelas: 16 sin copaibo y 1 con presencia de copiabo que sumaron 1,07 ha, sobre terrenos planos a suavemente ondulados.

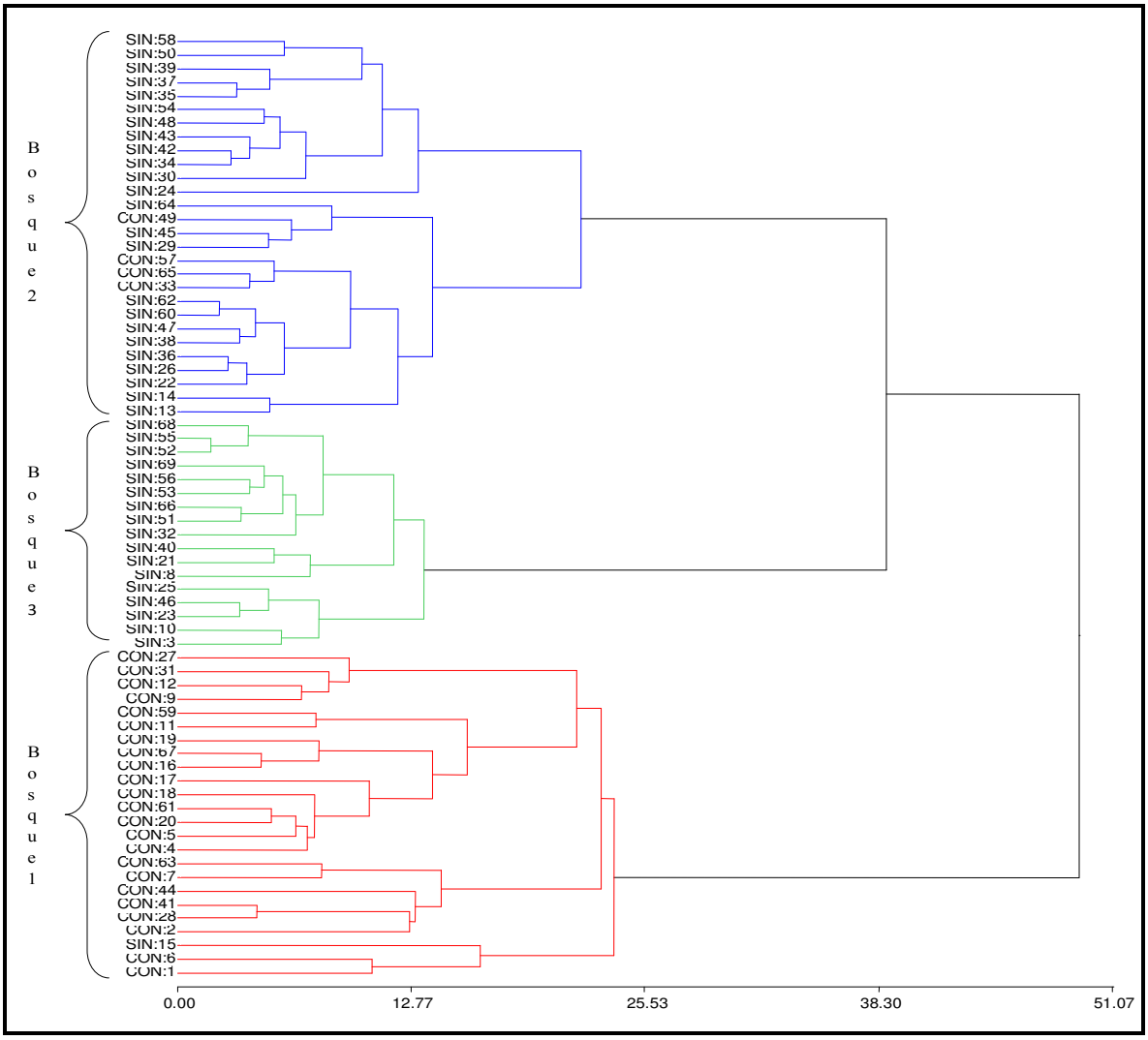

Figura 6. Dendrograma resultante del análisis de conglomerados de la vegetación de 69 parcelas (con presencia y ausencia del copaibo).

4.2.2.2 Especies que contribuyen a la diferenciación de los tipos de bosque

De acuerdo a los resultados del análisis de conglomerados, se realizó el análisis de especies indicadoras; de donde se obtuvieron 12 especies con un valor indicador (VI) estadísticamente significativo ($p < 0.10$) según la prueba de Monte Carlo. El VI está dado en un rango de 0 (no indicación) a 100 (perfecta indicación), donde una perfecta indicación conlleva la mayor probabilidad de que una especie sea indicadora del tip de bosque respectivo (McCune y Grace 2002) (Cuadro 5).

Cuadro 5. Especies indicadoras identificadas a partir de la prueba Monte Carlo para el valor indicador observado sobre los tres tipos de bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Especies indicadoras	Bosque	Valor indicador observado	Valor indicador desde grupos aleatorizados		$p^* \leq 0.10$
			Media	Desviación estándar	
Achatocarpus praecox	1	41.2	36.0	2.60	0.0350
Copaifera langsdorffii	1	89.0	20.5	4.88	0.0010
Attalea speciosa	2	36.0	26.7	4.79	0.0440
Anadenanthera colubrina	3	11.8	4.9	2.67	0.0560
Aspidosperma pyrifolium	3	33.3	21.4	4.51	0.0190
Cordia alliodora	3	20.2	14.0	4.28	0.0940
Dipterix odorata	3	26.0	12.7	4.53	0.0190
Eriotheca roseorum	3	11.8	4.8	2.70	0.0530
Ficus gomelleira	3	11.5	6.7	3.41	0.0890
Phyllostylon rhamnoides	3	16.1	8.6	3.91	0.0630
Physocalymma scaberrimun	3	39.3	34.2	2.98	0.0640
Tabebuia roseo-alba	3	25.8	13.8	4.68	0.0270

Para corroborar la información obtenida en la prueba de Monte Carlo se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) de las 63 especies presentes en las parcelas con la finalidad de diferenciar especies indicadoras, dicho análisis mostró diferencias estadísticamente significativas, no sólo para las mismas especies identificadas por la prueba de Monte Carlo, sino también para: *Alibertia verrucosa* (p = 0.0161), *Casearia gossypiosperma* (p = 0.0453), *Myrciaria floribunda* (p = 0.0490) y *Protium heptaphyllum* (p = 0.0147).

4.2.2.3 Caracterización general de los tipos de bosque de acuerdo a las especies

La identificación de los tipos de bosque es un elemento clave para determinar estrategias de conservación para *Copaifera langsdorffi* pues permite ubicar las zonas favorables a la presencia de la especie y definir así prioridades de manejo. En la Figura 7, se presentan las 10 especies más importantes por tipo de bosque, que se determinaron según el criterio del Índice de Valor de Importancia (IVI), conforme al enfoque de Curtis y McIntosh (1950, citado por Lamprecht 1990). Este permite comparar el "peso ecológico" de cada especie dentro de una unidad de área (Lamprecht 1990).

Para asignar los nombres de los tres tipos de bosque agrupados en el dendrograma, se utilizó el nombre de las dos especies con mayor IVI de cada tipo.

En el *bosque 1*, las 24 parcelas tuvieron a *Achatocarpus praecox* con el IVI promedio más alto por parcela: 14.67%, seguida de *Copaifera langsdorffii* con un IVI promedio de 14.02%; dichas especies representaron la asociación principal para este tipo de bosque. Las palmeras jugaron un papel muy importante como grupo; las especies dominantes en orden de importancia fueron: *Attalea speciosa* con 4.56% promedio por parcela y *Attalea phalerata* con 4.11%.

El *bosque 2*, fue representado por 28 parcelas. La asociación principal estuvo dada por *Attalea speciosa*, presente en 22 parcelas y con un IVI promedio de 14.5%, y *Achatocarpus praecox* presente en 25 parcelas con un IVI promedio de 13.43%.

En el *bosque 3*, *Physocalymma scaberrimun*, estuvo en 17 parcelas, con el IVI promedio por parcela más alto: 10.59% y solamente en 10 parcelas *Attalea speciosa,* con un IVI de 9.18%.

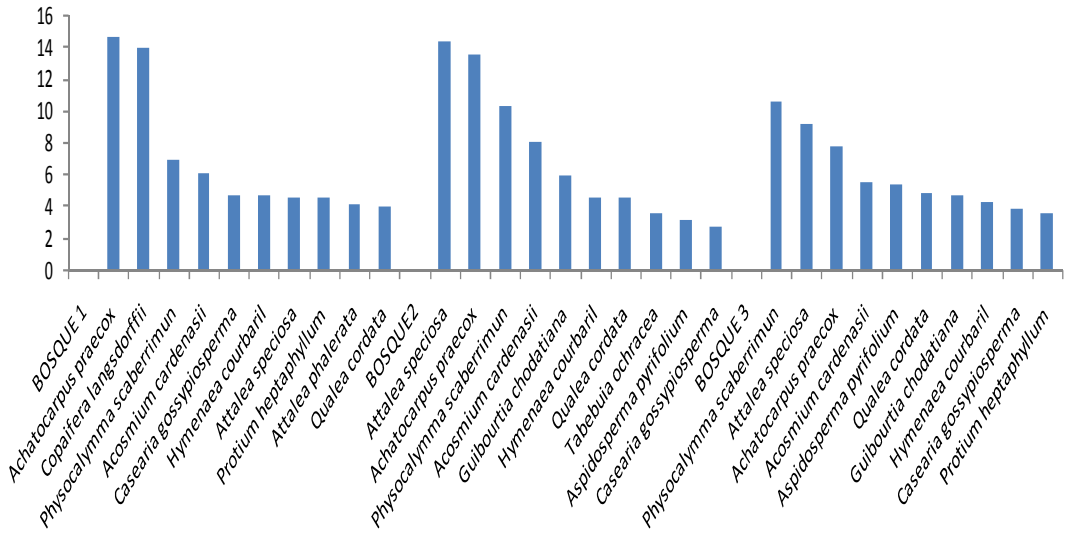

Figura 7. Las diez especies de mayor valor ecológico, según el IVI, para los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

De las 10 especies más representativas por tipo de bosque según el IVI se tiene que *Achatocarpus praecox*, *Physocalymma scaberrimun*, *Physocalymma scaberrimun*, *Acosmium cardenasii*, *Casearia gossypiosperma*, *Hymenaea courbaril*, *Attalea speciosa*

y *Qualea cordata* se encuentran en los tres tipos de bosque. Las otras especies representan a un determinado tipo de bosque.

4.2.2.4 Definición de los tipos de bosque por su composición

Con el cálculo de los IVI para cada especie por tipo de bosque y el análisis de especies indicadoras, se definieron los tipos de bosque según las especies que los caracterizaron. Estos se describen a continuación:

Bosque de *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii* (bosque 1): este bosque se observó dominado por una alta abundancia de *A. praecox* (negrillo) y *C. langsdorffii* (copaibo). Entre las principales especies arbóreas asociadas se encontró a *Physocalymma scaberrimun*, *Acosmium cardenasii*, *Casearia gossypiosperma*, *Hymenaea courbaril*, *Attalea speciosa* (palma), *Protium heptaphyllum*, *Attalea phalerata* (palma) y *Qualea cordata*.

Bosque de *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox* (bosque 2): a diferencia de los otros dos bosque, este contó con una especie claramente dominante, la palma *A. speciosa* (cusi), seguido por la especie arbórea *A. praecox* (negrillo). Entre las principales especies arbóreas asociadas estuvieron: *Physocalymma scaberrimun*, *Acosmium cardenasii*, *Guibourtia chodatiana*, *Hymenaea courbaril*, *Qualea cordata*, *Tabebuia ochracea*, *Aspidosperma pyrifolium* y *Casearia gossypiosperma*. Es importante mencionar que las especies de palmas pueden ser indicadoras de ciertas condiciones ambientales (Finegan et ál. 2001), en especial características edáficas y del terreno (Clark et ál. 1995). Para el caso de SAF, las palmas son indicadoras de incidencia de incendio ya que se trata de especies heliófitas durables (Fredericksen et ál. 2001). Las especies de palmas comunes en estos bosques son de fácil identificación en campo.

Bosque de *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa* (bosque 3): este se caracterizó por el dominio de *P. scaberrimun* (coloradillo), principalmente asociado con la palma *A. speciosa* (cusi). Otras especies arbóreas asociadas fueron: *Achatocarpus praecox*, *Acosmium cardenasii*, *Aspidosperma pyrifolium*, *Qualea cordata*, *Guibourtia chodatiana*, *Hymenaea courbaril*, *Casearia gossypiosperma* y *Protium heptaphyllum*

4.2.2.5 Diversidad y riqueza

Los resultados del ANDEVA (p <= 0.05) mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tipos de bosque para: índices de Shannon (H´) y Simpson (D); números de familia, números de género y números de especie. Para cada uno de ellos se realizó la prueba de Fisher teniendo como resultado que, el índice de Shannon no mostró diferencias significativas entre el *bosque 1* y *3* (p = 0.0809).

En el Cuadro 6 para los índices de biodiversidad (H´ y D) se distingue que el *bosque 3*.posee mayor riqueza pero menor diversidad o dominancia de especies. Se presume que esto se debe a que las parcelas están ubicadas en zonas que se encuentran en proceso de recuperación debido a los incendios provocados en años pasados.

Esta prueba indicó diferencias estadísticas significativas entre grupos para números de familias (p < 0.0001), número de géneros (p < 0.0001) y número de especies (p < 0.0001) (Figura 8).

Cuadro 6. Índices de diversidad para los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Índice	Bosque 1*	Bosque 2**	Bosque 3***
Shannon	2.22 a	1.96 b	2.36 a
Simpson	10.97 b	10.71 b	12.48 b
Familia	10.13 b	8.18 c	12.29 a
Género	11.50 b	9.04 c	13.88 a
Especie	11.92 b	9.25 c	14.18 a

* Bosque de *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii*
** Bosque de *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox*
*** Bosque de *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa*
Letras distintas indican diferencias significativas (p< = 0.05)

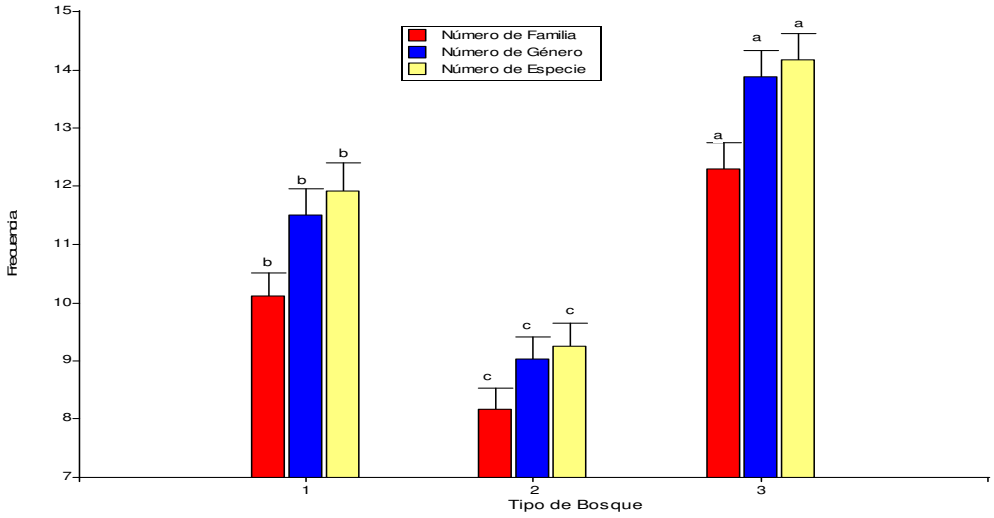

Figura 8. Distribución del número de familias, géneros y especies para los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Por medio de la curva de acumulación de área-especie, se observó que en 4,34 ha el bosque de *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii* (bosque 1) y el de *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa* (bosque 3) tienen mayor probabilidad de acumular nuevas especies por unidad de área a medida que se aumenta el número de parcelas muestreadas en comparación con el bosque de *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox* (2).

El *bosque 3* tiene menor probabilidad de acumular nuevas especies que el *bosque 1* a pesar de tener la misma tendencia de acumular nuevas especies por unidad de área a medida que se aumenta el número de parcelas muestreadas; es decir, que entre ambos tipos de bosque se encontraron diferencias significativas (Figura 9).

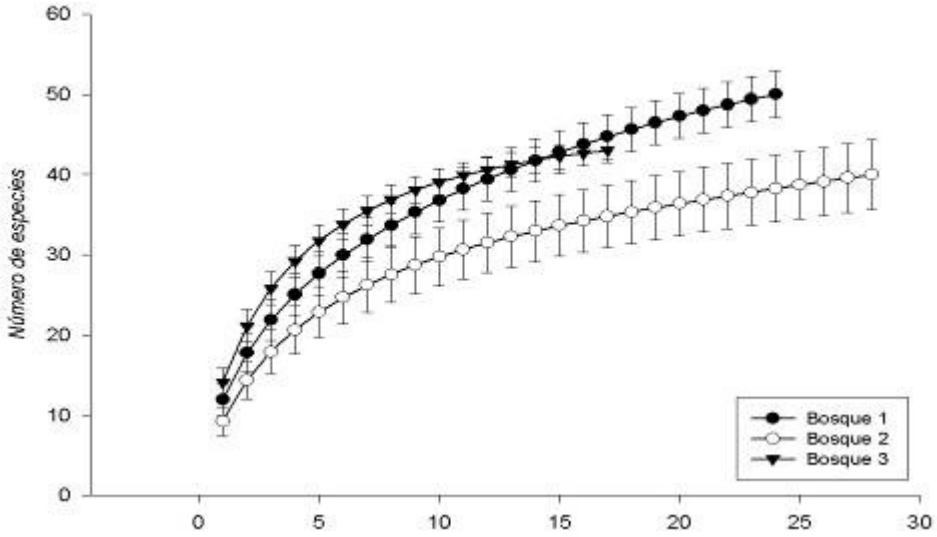

Figura 9. Curvas aleatorizadas de acumulación de especies para los tres tipos de bosque según área muestreada (0.0625 ha) en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

4.2.2.6 Estructura

El análisis de varianza (ANDEVA) para la estructura del dosel, mostró diferencias estadísticas entre los tipos de bosque. Según la prueba LSD de Fisher, el *bosque 1* y *bosque 3* no mostraron diferencias entre sí en el área basal total (G); pero el G, del *bosque 2* fue significativamente menor. En el Cuadro 7 y Figura 10, se pueden apreciar las diferencias.

Cuadro 7. Distribución del promedio de área basal (G) para los tres tipos de bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Clase Diamétrica (cm)	**Bosque 1 * G (m^2/ha)**	**Bosque 2 ** G (m^2/ha)**	**Bosque 3 *** G (m^2/ha)**
10 – 19	4.61 a	3.29 b	4.87 a
20 – 29	5.73 b	4.90 b	7.23 a
30 – 39	4.93 a	3.29 b	5.95 a
40 – 49	4.32 a	1.27 b	2.29 b
50 – 59	1.06 b	0.60 b	0.44 b
≥ 60	1.34 b	0.52 b	0.82 b
G Total	**21.99 a**	**13.86 b**	**21.60 a**

* Bosque de *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii*
** Bosque de *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox*
** * Bosque de *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa*
Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0.05)

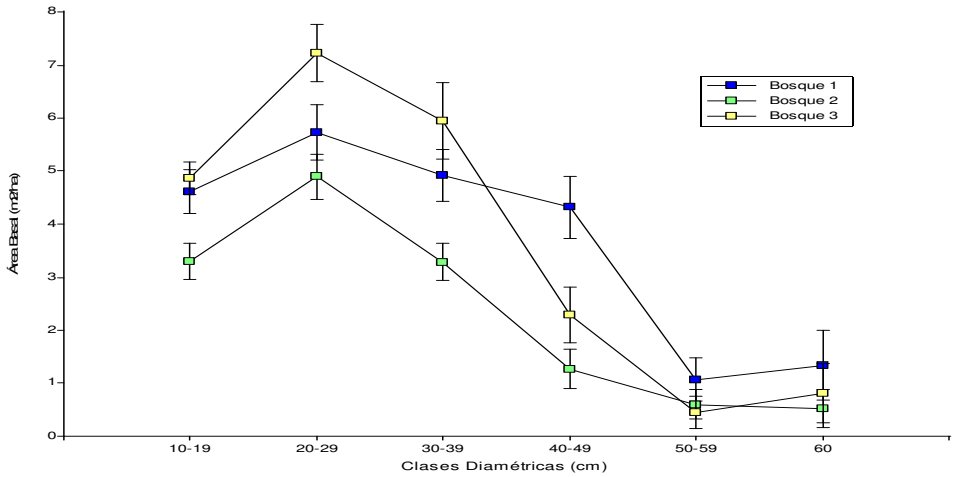

Figura 10. Distribución por clase diamétrica (cm) del área basal de árboles y palmas ≥ 10 cm dap (m^2 por hectárea) para los tres tipos de bosque según área muestreada en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

El análisis de varianza (ANDEVA) para la estructura de los árboles, mostró diferencias estadísticas del número de individuos (N) entre tipos de bosque para las clases diamétricas de 10 – 19 (p = 0.0018), 20 – 29 (p = 0.0038), 30 – 39 (p = 0.0030) y 40 – 49 (p = 0.0001). En las clases de 10 a 19 y 30 a 39 cm, la prueba LSD de Fisher indica que el número de individuos del *bosque 2* es significativamente menor que la de los *bosques 1* y *3*. Según la prueba LSD de Fisher, para la clase 20 a 29 cm, el *bosque 3* tiene mayor cantidad de individuos que los *bosques 1* y *2;* mientras que para la clase de 40 a 49 cm el *bosque 1* tiene mayor cantidad de individuos que los *bosques 2* y *3* (Cuadro 8 y Figura 11).

Cuadro 8. Número de individuos (N) por hectárea, por clase diamétrica, para los tres tipos bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Clase diamétrica (cm)	**Bosque 1 * (N/ha)**	**Bosque 2 ** (N/ha)**	**Bosque 3 *** (N/ha)**
10 – 19	274.67 a	190.86 b	297.41 a
20 – 29	117.33 b	102.86 b	155.29 a
30 – 39	54.67 a	37.71 b	66.82 a
40 – 49	28.67 a	8.57 b	15.06 b
50 – 59	4.67 b	2.29 b	1.88 b
≥ 60	3.33 b	1.14 b	1.88 b
N Total	**483.33 a**	**343.43 b**	**538.35 a**

* Bosque de *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii*
** Bosque de *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox*
** * Bosque de *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa*
Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0.05)

El *bosque 2* tiene menos densidad de árboles particularmente en las categorías diamétricas entre 10 y 49 cm, esto podría deberse a que la zona estuvo expuesta a incendios y por ello predominan especies arbustivas y palmeras que fueron reemplazando la vegetación original.

El *bosque 1* es más favorable para el desarrollo del copaibo en comparación con el *bosque 3*. A pesar de presentar densidades similares y de que ambos han sido afectados por incendios; en el *bosque 1* la incidencia de incendios ha sido menor. Así también, el copaibo compite mejor en condiciones de sombra en su etapa juvenil, el *bosque 1* presenta mayor número de individuos entre las clases 20 y ≥ 60 cm los cuales generan sombra. Mientras que el *bosque 3* presenta el mayor número de especies arbustivas y palmeras.

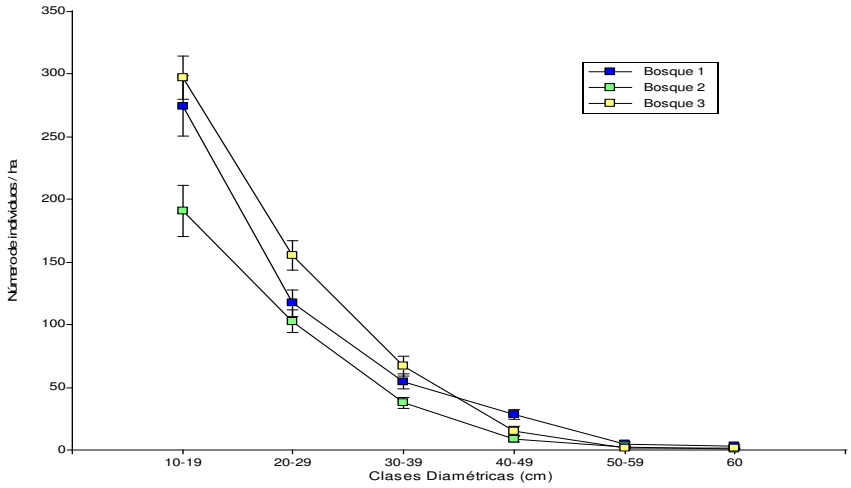

Figura 11. Distribución por clase diamétrica del número de individuos de árboles y palmas ≥ 10 cm dap por hectárea para los tres tipos de bosque en el área muestreada en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

El *bosque 1* tiene un 47.80% de cobertura de vegetación, dado que representa áreas con poca incidencia de incendios y menos actividad humana; es común encontrar árboles de mayor diámetro y altura, con un buen estado fitosanitario. Mientras que los *bosques tipo 2* y *3* poseen un área de cobertura de vegetación significativamente menor, los que están ubicados en áreas que han sido afectadas por incendios a gran escala, así como actividades humanas y están siendo colonizadas por vegetaciones arbustivas, rastreras y palmeras (Cuadro 9).

De las 13 000 ha que abarca el predio las 69 parcelas instaladas cubren 4,31 ha, en un sector escogido por el conocimiento previo de la presencia del copaibo.

Cuadro 9. Cobertura vegetal para los tres tipos de bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Tipo de Bosque	Cantidad de parcelas	% Área ocupada por cobertura vegetal*
Bosque 1**	24	47.80 a
Bosque 2***	28	33.39 b
Bosque 3***	17	38.52 b

**% Área ocupada por cobertura vegetal = promedio x 1.04*
** Bosque de *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii*
*** Bosque de *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox*
**** Bosque de *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa*
Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0.05)

El análisis de varianza (ANDEVA) para la cobertura del follaje a diferentes alturas con respecto al suelo mostró diferencias estadísticas entre los bosque en los estratos de 0 – 2 m (p = 0.0265), 2 – 10 m (p = 0.0258), 10 – 20 m (p = 0.0012) y 20 – 30 m (p = 0.0010); mientras que para el estrato > 30 m no se reportaron individuos de ninguna especie; esto sugiere que estos bosque son bajos.

Los resultados de la prueba LSD de Fisher para la cobertura de follaje se muestran en el Cuadro 10. El *bosque 2* presenta una mayor cobertura de vegetación en el sotobosque de 0 – 2 m de altura, mientras que el *bosque tipo 1* presenta más follaje en el estrato de 2 – 10 m. Es decir, que en el *bosque* 2 predominan individuos de porte herbáceo o arbustivo. Estos resultados fueron influenciados por la época de medición (época seca), en la cual la caída de hojas hace que se observe menos cobertura de follaje en estratos mayores, mientras que los arbustos tienen como estrategia mantener hojas por más tiempo para aprovechar la luz.

En general, la cobertura del follaje en el predio SAF es mayor en niveles inferiores del dosel, esto se puede deber al lento desarrollo de los árboles por las escasas lluvias; así como también a la presencia de incendios en la zona, que empobrecen los suelos. El bosque en SAF es categorizado como deciduo a semideciduo, cuya característica es el cambio de hoja total y parcial, respectivamente.

Cuadro 10. Estructura vegetal para los tres tipos de bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Tipo de Bosque	Índice promedio de cobertura del follaje					
	Cantidad de parcelas	0 – 2 m	2 – 10 m	10 – 20 m	20 – 30 m	> 30 m
Bosque 1*	24	2.83 b	2.31 a	1.94 a	1.16 a	0.02 b
Bosque 2**	28	2.98 a	1.94 b	1.41 b	0.58 b	0.01 b
Bosque 3***	17	2.82 b	1.88 b	1.99 a	1.09 a	0.01 b

* Bosque de *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii*
** Bosque de *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox*
*** Bosque de *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa*
Letras distintas entre bosque para el mismo estrato de altura indican diferencias significativas (p <= 0.05)

4.2.2.7 Variables ambientales que influencian la presencia del copaibo

En cuanto al análisis de la estructura de los árboles de *Copaifera langsdorffii* el análisis de varianza (ANDEVA) mostró diferencias estadísticamente significativas en el área basal y número de individuos de la especie entre los tipos de bosque para todas las clases diamétricas consideradas. En todas ellas la prueba LSD de Fisher permitió diferenciar al *bosque 1* como el de mayor área basal de esta especie (Cuadro 11).

Cuadro 11. Promedio de área basal (G) por clase diamétrica de *Copaifera langsdorffii* para los tres tipos de bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Clase diamétrica (cm)	Bosque 1* G (m^2/ha)	Bosque 2 ** G (m^2/ha)	Bosque 3*** G (m^2/ha)
10 – 19	0.15 a	0.00 b	0.00 b
20 – 29	0.69 a	0.03 b	0.00 b
30 – 39	1.33 a	0.20 b	0.00 b
40 – 49	1.78 a	0.00 b	0.00 b
50 – 59	0.62 a	0.00 b	0.00 b
≥ 60	0.64 a	0.00 b	0.00 b
G Total	**5.21 a**	**0.23 b**	**0.00 b**

* Bosque de *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii*
** Bosque de *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox*
*** Bosque de *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa*
Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0.05)

Según la prueba LSD de Fisher el *bosque 1* tiene también el número de individuos de copaibo significativamente mayor en todas las categorías diamétricas con excepción de la categoría ≥ 60 cm dap, donde el bajo número de individuos no permite que la diferencia sea significativa (Cuadro 12).

Cuadro 12. Distribución del número de individuos (N) promedio por hectárea, por clase diamétrica de *Copaifera langsdorffii* para los tres tipos de bosque en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Clase diamétrica (cm)	Bosque 1 * (N/ha)	Bosque 2 ** (N/ha)	Bosque 3 *** (N/ha)
10 – 19	6.67 b	0.00 a	0.00 a
20 – 29	13.33 b	0.57 a	0.00 a
30 – 39	14.00 b	2.29 a	0.00 a
40 – 49	12.00 b	0.00 a	0.00 a
50 – 59	2.67 b	0.00 a	0.00 a
≥ 60	1.33 a	0.00 a	0.00 a
N Total	**50.00 b**	**2.86 a**	**0.00 a**

***** Bosque de *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii*
****** Bosque de *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox*
******* Bosque de *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa*
Letras distintas indican diferencias significativas (p <= 0.05)

El área del tipo de *bosque 1* presenta un relieve de plano a ondulado suave, con pendiente promedio de 10%. Los suelos generalmente son de texturas gruesas (arcillo arenoso) de color rojizo a marrón rojizo, además con drenajes deficientes donde el agua se infiltra con lentitud, manteniendo el suelo periódicamente mojado a poca profundidad con poca o nula presencia de afloramiento rocoso. Los suelos del predio presentan variaciones de pH que van desde ligeramente ácidos (pH 5,5 - 6,0) a moderadamente ácidos (pH 4,5 – 5,5). La altitud de esta área es entre 329 y 350 msnm.

Según el análisis de contingencia para las variables ambientales relacionadas con los tipos de bosque, estos están asociados a la posición topográfica, al tipo de vegetación, grado de pedregocidad e incidencia de incendios.

Para el caso de la posición topográfica se tiene que los *bosques tipo 1 y 3* están asociados a ladera, mientras que el *bosque tipo 2* se asocia a cima ($\chi 2 = 10.72$, $p = 0.0299$) (Cuadro 13 y Figura 12).

Cuadro 13. Clasificación de la posición topográfica de las parcelas clasificadas en cada uno de los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

POSICIÓN TOPOGRÁFICA								
Clasificación	Bosque 1*			Bosque 2**		Bosque 3***		
	Cima	Ladera	Pie de ladera	Cima	Ladera	Cima	Ladera	Pie de ladera
Cantidad de parcelas	10	11	3	19	9	5	11	1
%	42	46	13	68	32	29	65	6

* Bosque de *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii*
** Bosque de *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox*
*** Bosque de *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa*

La presencia de copaibo en la zona de estudio, podría estar relacionada con el hecho de tratarse de una zona que no es estrictamente de bosque seco, sino de transición entre el Bosque Húmedo Templado y el Bosque Seco Sub-Tropical (Encarnación 1983 y Flores s.f.) y en transición hacia el sector amazónico (FAO 1995). Estas condiciones ambientales favorecen en particular a la formación de micrositios, los mismos que tienen disponibilidad de agua y suelos con buen drenaje que permiten el desarrollo del copaibo.

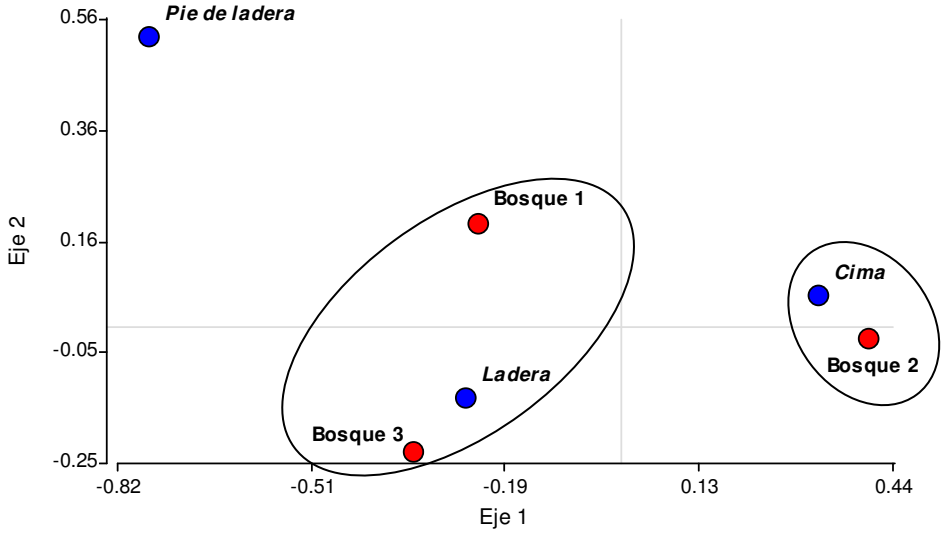

Figura 12.Representación gráfica de las relaciones entre el tipo de posición topográfica en los tres tipos de bosque según el análisis de correspondencia, predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

En cuanto al tipo de vegetación se tiene que los *tipos de bosque 1* y *3* identificados están asociados al monte alto, a diferencia del *bosque 2* que se asocia a cusisal y chaparral ($\chi 2 = 18.57$, $p = 0.0010$). (Cuadro 14 y Figura 13).

Cuadro 14. Clasificación del tipo vegetación de las parcelas clasificadas en cada uno de los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

TIPO DE VEGETACIÓN						
Clasificación	**Bosque 1***	**Bosque 2****			**Bosque 3*****	
	Monte alto	**Monte alto**	**Chaparral**	**Cusisal**	**Monte alto**	**Cusisal**
Cantidad de parcelas	24	17	4	7	15	2
%	100	61	14	25	88	12

* Bosque de *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii*
** Bosque de *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox*
*** Bosque de *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa*

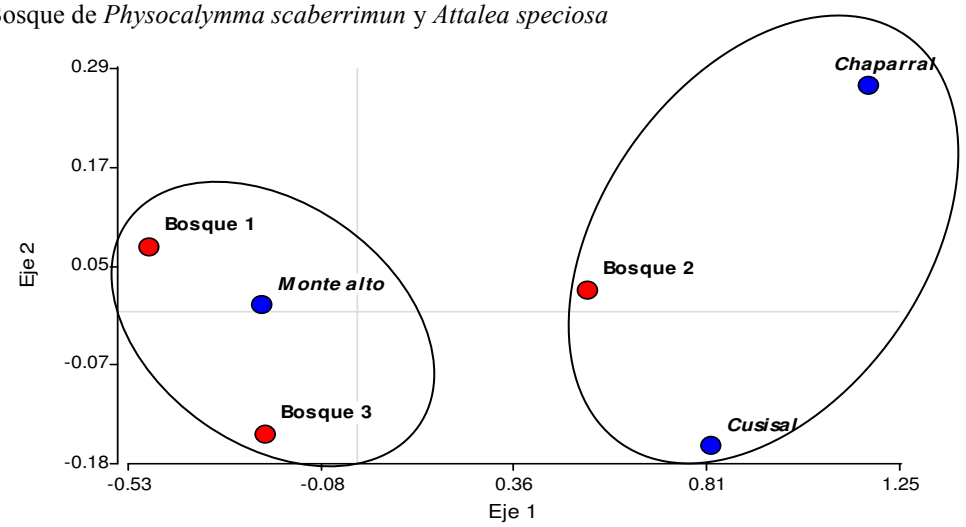

Figura 13. Representación gráfica de las relaciones entre el tipo de vegetación y los tres tipos de bosque según el análisis de correspondencia, predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Se encontró que los tres tipos de bosque están asociados a la ausencia de pedregocidad ($\chi 2 = 10.78$, $p = 0.0292$); así mismo, en el *bosque 1* y *3* el grado de pedregocidad en el suelo ha sido menor. En el Cuadro 15 y Figura 14 se ilustra dicha tendencia.

Cuadro 15. Clasificación del grado de pedregocidad de las parcelas clasificadas en cada uno de los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

GRADO DE PEDREGOCIDAD									
Clasificación	**Bosque 1 ***			**Bosque 2 ****			**Bosque 3 *****		
	Aus[1]	**P.pre[2]**	**M.pre[3]**	**Aus[1]**	**P.pre[2]**	**M.pre[3]**	**Aus[1]**	**P.pre[2]**	**M.pre[3]**
Cantidad de parcelas	18	5	1	26	0	2	14	0	3
%	75	21	4	93	0	7	82	0	18

** Bosque de Achatocarpus praecox y Copaifera langsdorffii*
*** Bosque de Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox*
**** Bosque de Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa*
1 Ausencia
2 Poca presencia
3 Mediana presencia

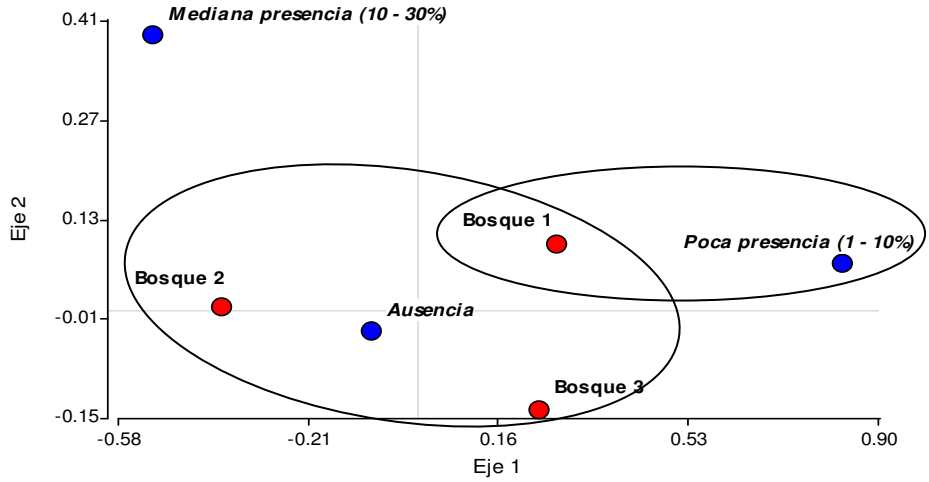

Figura 14. Representación gráfica del grado de pedregocidad en los tres tipos de bosque según el análisis de correspondencia, predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Los tres tipos de bosque están asociados a la presencia de incendios ($\chi 2 = 7.98$, $p = 0.0923$); sin embargo, tal presencia es algo menor en el *bosque 1*. En el Cuadro 16 y Figura 15 se presenta la cantidad de parcelas donde se evidenció o no incidencia de incendios por tipo de bosque.

Cuadro 16. Incidencia de incendios de las parcelas clasificadas en cada uno de los tres tipos de bosque identificados en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

INCIDENCIA DE INCENDIOS						
Clasificación	**Bosque 1 ***		**Bosque 2 ****		**Bosque 3 *****	
	Presencia	**Ausencia**	**Presencia**	**Ausencia**	**Presencia**	**Ausencia**
Cantidad de parcelas	20	4	27	1	17	0
%	83	17	96	4	100	0

* Bosque de *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii*
** Bosque de *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox*
*** Bosque de *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa*

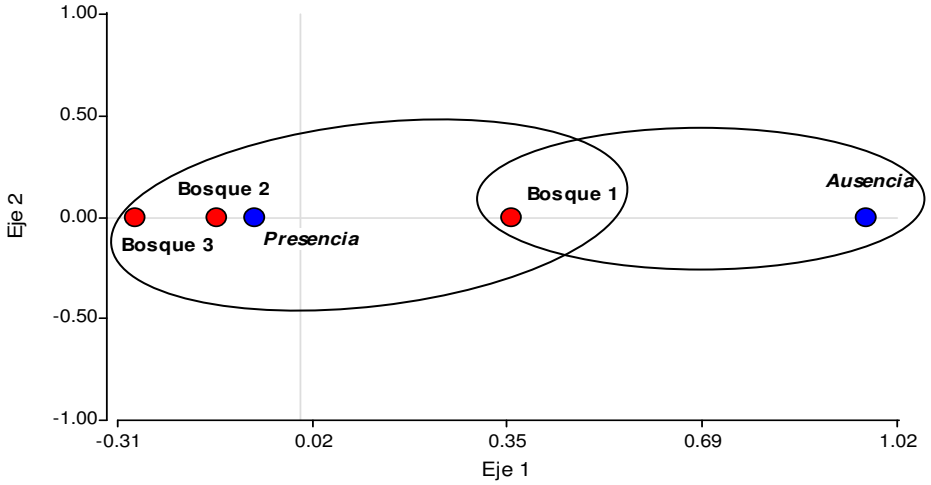

Figura 15. Representación gráfica de la incidencia de incendios y su asociación con los tres tipos de bosque según el análisis de correspondencia, predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Las variables ambientales que no mostraron diferencias estadísticas significativas entre los tres tipos de bosque son:

- Estado de intervención del bosque, el cual demuestra que en su totalidad las parcelas estuvieron en zonas que no fueron intervenidas por el hombre y la incidencia del incendio no afectó grandemente la cobertura del bosque.
- Textura del suelo, por lo que se explica que el copaibo puede desarrollarse en cualquiera de estos tipos de suelos: arenoso, arcilloso, limoso, areno arcilloso y arcillo arenoso; pero se desarrolla preferentemente en arcillo arenoso. Toda esta información se corrobora con lo mencionado por los autores que se mencionan en el punto 4.3.

4.3 Etapa 3: Definición de criterios básicos para el aprovechamiento y monitoreo del copaibo

Según Ramos (2004) las clasificaciones florísticas son las que brindan mayor información de los elementos vegetales que conforman los diferentes hábitats o comunidades. Los tipos de bosques identificados en este estudio brindan elementos para definir prioridades de manejo del copaibo. En la Figura 5 se observa la ubicación de los tres tipos de bosque identificados, todos ellos presentes fuera de los tipos geológicos "pampas, montes y laja", correspondientes al color celeste. Este es un primer criterio para priorizar áreas de futuros inventarios en otras zonas de distribución y así poder determinar otros posibles micrositios de copaibo en SAF. Así también, para determinar zonas donde no hacer inventarios por la presencia de ciertas características edáficas de la zona.

Para los autores Encarnación (1983), Shanley et ál. (1998), FAO (1995), Pedroni et ál. (2002), Jardim et ál. (2003), Rigamonte et ál. (2004), Pipa (2007) y Flores (s.f.) la presencia de copaibo está directamente relacionado con factores ambientales (precipitación, disponibilidad de agua, disponibilidad de luz, periodos de luminosidad, entre otras) y por factores específicos (reproducción cruzada, abundancia de polinizadores, dispersores y depredadores de semillas).

Las variables que están directamente relacionadas con la presencia de copiabo en SAF son: incidencia de incendios, posición topográfica, tipo de vegetación, grado de pedregosidad y porcentaje de área ocupada por cobertura vegetal.

El copaibo es una especie esciófita (Flores s.f.), por lo tanto la presencia de sombra permite su desarrollo y facilita su competitividad para sobrevivir, condición que se logra en áreas de mayor cobertura vegetal. Por otra parte, el crecimiento e y reproducción de esta especie está directamente relacionada a la posición topográfica y grado de predegocidad.

La incidencia de incendios afecta a la especie tanto en su etapa juvenil como en su etapa adulta. La ausencia de latizales de copaibo en SAF refleja esta influencia negativa; en la edad adulta el fuego afecta además el volumen de producción de oleorresina y en algunos casos causa la muerte de los copaibos.

Para el manejo del copaibo en el SAF se plantea trabajar en el monitoreo de las poblaciones existentes y su aprovechamiento; se propone como criterios:

- El manejo deberá respetar todas las leyes nacionales y locales.
- Las zonas de distribución del copiabo deben estar claramente identificados.
- Las áreas con presencia de copaibo deben ser protegidas de las actividades ilegales de cosecha, incendios y asentamientos.
- La cosecha de la oleorresina de copaibo no deberá exceder los niveles de producción.
- Se debe realizar investigación y recolección de datos necesarios en: rendimiento de producción de oleorresina, tasa de crecimiento y regeneración del copaibo.
- Técnicos encargados de los trabajos en SAF deberán ser capacitados frecuentemente en temas sobre manejo de plantaciones.

4.3.1 Lineamientos básicos para el monitoreo de las poblaciones de copaibo en el predio SAF

Con las incursiones en el campo, visitas a los manchales, georeferenciación, interpretación de imágenes de satélite y recorridos guiados con un conocedor del terreno en el SAF se lograron determinar zonas específicas con presencia de copaibo. Por su distribución, los copaibos aparecen agrupados en tres áreas: manchal norte, manchal centro y manchal sur.

En la Figura 16 se observan estas tres agrupaciones según los datos del censo realizado en el 2004, los puntos de color verde representan la ubicación de los individuos de copaibo registrados en el censo; con la salvedad de que al verificar esta información en el campo se encontraron márgenes de error de las coordenadas geográficas que para algunos individuos son hasta de 200 m, pero son los datos disponibles que dan una mejor idea de la distribución de la población de copaibo en el bosque del SAF.

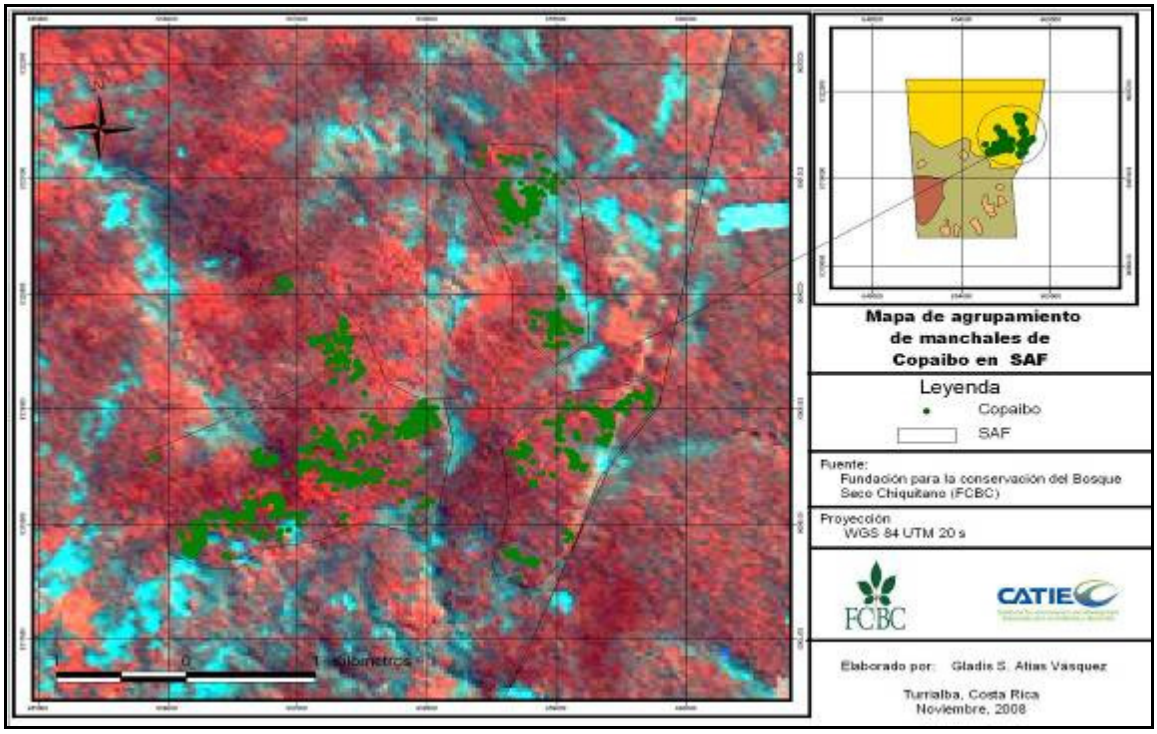

Figura 16. Mapa de agrupamiento de manchales de copaibo según el censo del 2004 en el predio SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

De acuerdo al agrupamiento de los manchales, se propone que se diseñen caminos de aprovechamiento que consistirán en abrir picas (transectos) que pasan por el centro los manchales (Figura 17).

Se propone elaborar caminos que vayan en línea recta para realizar recorridos más rápidos y así poder abarcar mayores distancias y facilitar el transporte de los envases en los cuales se recolectará la oleorresina; estos caminos también permitirá incrementar las visitas a los árboles para realizar una mejor vigilancia y seguimiento de la producción de los árboles y del predio en general.

Se propone aprovechar los transectos que se abrieron para el levantamiento de la información analizada en la presente investigación.

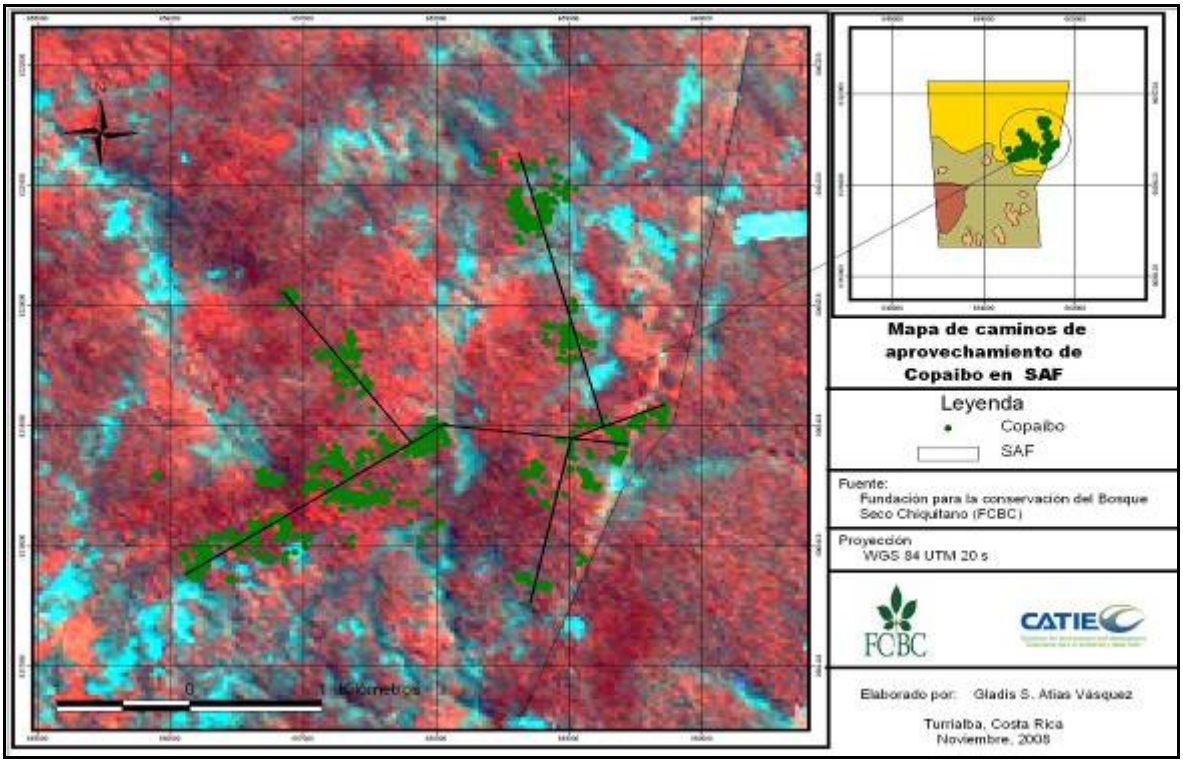

Figura 17. Mapa de caminos propuestos para el aprovechamiento y vigilancia de los árboles productivos en el SAF, Ñuflo de Chávez, Santa Cruz, Bolivia.

Los principales problemas identificados para promover un manejo sostenible de las poblaciones de copiabo en SAF son la incidencia de incendios y la dificultad para la identificación taxonómica de los copaibos.

Los tres tipos de bosque identificados están siendo afectados por incendios (Figura 15); por ello urge realizar actividades de prevención como implementar barreras corta fuego en los alrededores de las zonas de distribución del copaibo. Esta actividad conlleva gastos, pero estos se deben considerar una inversión ya que de esta manera estamos protegiendo a toda la población de copaibo.

En el predio SAF no se aprecian latizales de copaibo probablemente esto debido a la incidencia se incendios, evitar los incendios permitiría promover la sobrevivencia de la escasa regeneración natural del copaibo y el crecimiento de los individuos que en estos momentos son brinzales, proceso que deberá de ser monitoreado para poder calcular las posibilidades de reposición y crecimiento poblacional.

Por lo tanto es conveniente identificar individuos juveniles y dar seguimiento a su crecimiento, En sitios donde se encuentren agrupaciones de brinzales o latizales se puede

facilitar el seguimiento periódico de los mismos en términos de supervivencia y crecimiento.

Asimismo, se debe realizar trabajos de acercamiento y educación con las comunidades vecinas para informarles sobre los riesgos de hacer fuego abierto cual podría llegar hasta la población de copaibo.

Realizar una identificación taxonómica precisa de los copaibos existentes nos permitirá conocer con que especies o variedades de copaibo se cuenta en el predio SAF, esta información nos servirá en la etapa de comercialización y para futuros estudios sobre las propiedades de los aceites producidos por los individuos. Sería ideal además diferenciar la productividad y características ecológicas de cada especie comercial.

4.3.2 Actividades a tener en cuenta para el manejo de las poblaciones de copaibo en el predio SAF

Actualmente los miembros de SAF no cuentan con una gran experiencia en actividades de manejo de las poblaciones de copaibo, por ello se decidió proponer algunas actividades básicas a considerar a corto, mediano y largo plazo para futuros planes de manejo. Estas actividades surgen a raíz de observaciones *in situ* y se listan a continuación:

a) A corto plazo:

- Definir claramente que es lo que se pretende conseguir con el manejo del aceite de copaibo en el predio SAF.
- Desarrollar una base de datos de todos los individuos de copaibo a partir de 10 cm de dap, los mismos que serán georeferenciados y marcados (plaqueados) en el campo.
- Realizar la identificación taxonómica de cada individuo de copaibo.
- Determinar los diámetros a 1.30 m del suelo, para poder estandarizar las mediciones.
- Abrir caminos de aprovechamiento en línea recta para mejor accesibilidad y ubicación de los copaibos.

- Comparar la producción de oleorresina de acuerdo al ensayo de las técnicas de perforado (un hueco y/o dos huecos).
- Realizar el aprovechamiento de la oleorresina cada tres meses (FAO 1995; Rigamonte et ál. 2004; Plowden 2003; Pipa 2007).

b) A mediano plazo:

- Hacer partícipe de la definición de lineamientos de manejo a todos los involucrados en el manejo del bosque de la población local.
- Informar periódicamente a los pobladores de las comunidades vecinas de los objetivos y significado del manejo, con el fin de proteger el bosque y transferir los conocimientos adquiridos.

c) A largo plazo:

- Capacitar a los pobladores de las comunidades vecinas para el aprovechamiento de la oleorresina de copaibo.
- Elaborar estándares de calidad para la compra y venta de la oleorresina.
- Implementar la aplicación de los estándares de calidad y herramientas para la verificación de su cumplimiento.

5. CONCLUSIONES

El predio Sociedad Agropecuaria Futuro (SAF), se ubica en la zona de transición entre el Gran Chaco y la Amazonía condición que favorece la distribución de la especie *Copaifera langsdorffii*; existen por lo menos tres tipos de bosque natural, los cuales pudieron ser diferenciados por su composición, riqueza, diversidad y estructura. Dichos bosques mostraron tener variación importante en composición florística, con lo que se logró caracterizarlos conjugando criterios particulares, comunes y/o dominantes de especies.

La identificación de las especies principales de cada tipo de bosque según el "peso ecológico" de cada especie (IVI) permitió obtener resultados confiables y prácticos para la diferenciación entre tipos de bosques. Así también, se logró identificar especies que caracterizaban estos bosques y en función de las cuales se les denominó a los mismos, a saber: bosque de *Achatocarpus praecox* y *Copaifera langsdorffii* (1), bosque de *Attalea speciosa* y *Achatocarpus praecox* (2), y bosque de *Physocalymma scaberrimun* y *Attalea speciosa* (3).

Sólo el *bosque tipo 1* tiene potencial para el aprovechamiento comercial del copaibo, debido a que reúne las mejores características para su desarrollo. Este bosque fue el más diverso de los tres en cuanto a estructura de los árboles (número de individuos y área basal por clase diamétrica); además, cuenta con el mayor porcentaje de cobertura vegetal (47.80%), lo cual es consistente con el hecho de que se ubica en áreas con y sin incidencia de incendios y, menos actividad humana. Este bosque es caracterizado por el asocio de *Achatocarpus praecox* "negrillo", *Physocalymma scaberrimun* "coloradillo", *Acosmium cardenasii* "palo bejuco", *Casearia gossypiosperma* "cusé", *Hymenaea courbaril* "paquió", *Attalea speciosa* "cusi", *Protium heptaphyllum* "isiga", *Attalea phalerata* "motacú" y *Qualea cordata* "tinto".

Los *tipos de bosque 1 y 2* estuvieron relacionados con la posición topográfica de ladera; a la vez, los *tipos de bosque 1 y 3* con la vegetación denominada localmente monte alto. Por otra parte, los tres tipos de bosque están asociados a la ausencia de pedregocidad en el suelo y a la presencia de incendios. Sin embargo el *bosque 1* podría también estar asociado a la poca presencia de pedregocidad y a la ausencia de incendios pero con densidades menores. No se ha determinado una relación estadísticamente significativa entre

la presencia de estos tipos de bosque: el estado de intervención del bosque y la textura del suelo.

En el municipio de Concepción existe reconocimiento local del copaibo (*Copaifera langsdorffii*) como un recurso nativo con larga tradición de uso por su madera, por el aprovechamiento de sus diversos órganos como medicamento y en algunos casos de su resina como materia prima industrial. Aunque tal conocimiento da pie a la posibilidad de valorar y conservar el bosque natural local, la técnica de aprovechamiento tradicional de la oleorresina del copaibo, arraigada en la zona, consiste en perforar con hacha el fuste del árbol hasta llegar a su médula central, eliminando el individuo al aprovecharlo.

Un 16% de las 69 parcelas establecidas en este estudio mostró regeneración natural de copaibo correspondiente a brinzales de 0,30 - 1,5 m de altura. La ausencia de latizales se atribuye a la incidencia de incendios en la zona en los años 2005 y 2007, el control de incendios se evidencia como actividad prioritaria en pro de una producción de oleorresina sostenible y creciente en el tiempo.

Datos preliminares de este estudio indican, para el año 2008, una producción de oleorresina promedio, por árbol con más de 45 cm de diámetro a la altura del pecho (dap), de 3 a 5 litros/año. Sin embargo, se distinguen dos tipos de oleorresina según su color: amarillo oscuro o amarillo cristalino el cual aparece con mayor frecuencia en árboles en ladera ($p < 0.05$).

6. RECOMENDACIONES

Realizar inventarios para determinar las especies predominantes en el bosque existente en el predio SAF y en otras unidades productivas de la región, información que servirá para identificar especies con mercado actual o potencial, para buscar la diversificación de productos aprovechables en el bosque.

Fomentar el desarrollo de inventarios de copaibos en el sector norte de la Chiquitanía, teniendo en cuenta las variables descritas en la presente investigación que se ubican en zonas de ladera, monte alto, con y sin incidencia de incendios, con y sin presencia de pedregocidad en el suelo. El inventario tiene que ser llevado acabo por personas capacitadas para poder tener registros confiables de georeferenciación, poder realizar la evaluación de la especie con más facilidad y ubicar los posibles manchales mediante imágenes de satélites.

Ejecutar el las actividad propuestas en la presente investigación para el manejo de las poblaciones de copaibo empleando una ficha técnica de cada árbol productivo en el cual se pueda incluir: número de individuo, diámetro a la altura del pecho (dap), altura total, estado fitosanitario, fecha de perforado, producción promedio y fecha de aprovechamiento, dando también el seguimiento a la regeneración natural.

Realizar estudios taxonómicos sobre las posibles especies o variedades de copaibo productoras de oleorresina existentes en la Chiquitania, para generar información que contribuya a la elaboración de planes de manejo.

Realizar el aprovechamiento de los árboles productivos $\geq$ 45 cm de dap, aprovechar los árboles productivos cada tres meses, como medida de precaución para no afectar la capacidad productiva del árbol.

Ampliar el muestreo hacia los sitios que quedaron con vacíos de información en la presente investigación, empleando el mismo proceso metodológico de montaje y medición de parcelas, para verificar sí existen otros tipos de bosque dentro del predio SAF o de la zona Norte de la Chiquitanía.

7. LITERATURA CITADA

Abalos, M. 2001. Productos forestales no madereros en América Latina. Información y análisis para el manejo forestal sostenible: Integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América Latina. Santiago, CL, FAO. 199 p.

Alencar, J. 1984. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijulga* Hayne-Leguminosae, na Amazônia Central. 3.Distribuição espacial da regenração natural pré-existente. Acta Amazônica 14(1-2):225-279.

Alencar, J. 1981. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijulga* Hayne-Leguminosae, na Amazônia Central. 1.Germinação. Acta Amazônica 11(1):3-11.

Alexiades, M; Shanley, P. 2004. Productos forestales, medios de subsistencia y conservación: estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables. *In* Alexiades, M.; Shanley, P. eds. Productos forestales, medios de subsistencia y conservación: estudios de caso sobre sistemas de manejo de productos forestales no maderables. Jakarta, ID, CIFOR. v. 3, p. 1-22.

Anderson, A; Jardim, M. 1989. Costs and benefits of floodplain forest management by rural inhabitants in the Amazon estuary: A case study of açai palm production. *In* Browder, J. ed. Fragile lands of Latin America. (Westview special studies in social, political and economic development). Colorado, US, Boulder: Westview Press. p. 114-129.

ASMIPRUT (Associação Intercomunitária de Mini e Pequenos Produtores Rurais da Margem Direita do Tapajós de Piquiatuba a Revolta). 2000. Prometo piloto de manejo forestal sustentável de óleo de andiroba e copaíba. Santarém, Porto Alegre, BR, Floresta Nacional do Tapajós. 91 p.

Bianco, G. 1994. Metodología de análisis de mercado utilizada por el Proyecto Olafo. *In* Ocampo, R. ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Acta. Turrialba, CR, CATIE. p. 117-119.

Benites, A. 2007. Manejo participativo de los recursos naturales basándose en la identificación de servicios ecosistémicos en la cuenca del río Otún – Pereira, Colombia. Tesis Mag.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 116 p.

Bojanic, A. 2007. Marco legal y políticas relevantes para la comercialización interna y de exportación de productos no maderables en Bolivia (en línea). Consultado 06 de oct. 2007. Disponible en http://quin.unep-wcmc.org/forest/ntfp/cd/9_Policy_background_papers/b_Marco_legal_Bolivia_PFNM.pdf

Budowski, G. 1994. La biodiversidad y el manejo de los recursos naturales. *In* Ocampo, R, ed. Potencial de *Quassia amara* como insecticida natural. Acta. Turrialba, CR, CATIE. p. 3-8.

Clark, DB; Clark, DA. 1987. Análisis de la regeneración del dosel en bosque muy húmedo tropical: aspectos teóricos y prácticos. Revista de Biología Tropical. Costa Rica 35(1):41-54.

Clark, DB; Clark, DA; Sandoval, R; Vinicio, M. 1995. Edaphic and human effects on landscape-scale distributions of tropical rainforst palms. Ecology 76(8):2581-2594.

CODEFF (Comité Nacional Pro Defensa de la Fauna y Flora); CET (Centro de Educación y Tecnología). 1999. Primer encuentro de investigación y extensión de productos forestales no maderables (PFNM). Memoria. Valdivia, CL. 30 p.

Columba, K; Soruko, B. 2002. Sistema Social: Demografía. *In* Plan de conservación y desarrollo sostenible para el Bosque Seco Chiquitano, Cerrado y Pantanal Boliviano – Sección II. Santa Cruz, BO, FAN. p 96-112.

CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas). 1996. Modelo de simplificación de planes de manejo para bosques naturales latifoliados en Guatemala. Turrialba, CR. 55 p.

Cuellar, E; Noss, A. 2003. Mamíferos del Chaco y la Chiquitanía de Santa Cruz, BO, FAN. 202 p.

Cunningham, A. 2000. Applied Ethnobotany: people, wild plant use and conservation. London, UK, Earthscan. 300 p.

Chandrasekharan, C. 1995. Desarrollo de productos forestales no madereros en América Latina y El Caribe. *In* Consulta de Expertos sobre Productos Forestales no Madereros para América Latina y El Caribe (1994, Santiago, Chile). Memoria. Santiago, CL, FAO. p. 21-39.

Chandrasekharan, C; Frisk, T; Campos, J. 1996. Desarrollo de los productos no madereros en América Latina y el Caribe (en línea). Santiago, CL, FAO. Consultado el 05 de nov. 2008. Disponible en http://www.fao.org/docrep/t2360s/t2360s00.htm

Colwell, R.K. 1997. Statistical Estimation of Species Richness and Shared Species from samples. Version 8.0.0 (en linea). Conecticut, US, University. Consultado el 10 de oct. 2008. Disponible en http://www.viceroy.eeb.uconn.edu/estimates.

Da Veiga Junior, V; Andrade Junior, M; Ferraz, I; Chirsto, I; Pinto, A. 2007. Constituintes das sementes de *Copaiba officinalis*. *In* Acta Amazónica 37(1):123-126.

Del Valle, J. 1972. Introducción a la dendrología de Colombia. Medellín, CO, Centro de Publicaciones, Universidad Nacional de Colombia. 351 p.

Domínguez, D; Gómez, A. 1990. La economía extractiva en la Amazonía colombiana 1850-1930. Bogotá, CO, TROPENBOS-Corporación colombiana para la Amazonía Araracuara. 279 p.

Dwyer, J. 1951. The Central American, West Indian and South American species of *Copaifera* (Caesalpinaceae). Brittonia 7(3):143-172.

Encarnación, F. 1983. Nomenclatura de las especies forestales comunes en el Perú. Lima, PE, FAO. 149 p. (Documento de trabajo no. 7).

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 1999. Hacia una definición uniforme de los productos forestales no maderables. Unaslyva 50(198):63-64.

FAO. 1995. Gums, resins and latexes of plant origin (en línea). Consultado 20 de oct. 2008. Disponible en http://www.fao.org/docrep/V9236E/V9236e00.HTM

FAO. 1995a. Consulta de expertos sobre productos forestales no madereros para América Latina y el Caribe (en línea). Memoria. Consultado 20 de oct. 2008. Disponible en http://www.fao.org/docrep/t2354s/t2354s00.htm#Contents

FAO.1992. Productos forestales no madereros; posibilidades futuras. Roma, IT. 36 p. (Serie estudio FAO Montes no.97)

Finegan, B; Palacios, W; Zamora, N; Delgado D. 2001. Ecosystem-level forest biodiversity and sustainability assessmentes for forest management. *In* Raison, RJ; Brown, AG; Flinn, DW. Criteria and Indicators for Sustainable Forest management. Vienna, AT, CABI Publishing /IUFRO. p. 341-378.

Flores, Y. s.f. Cultivo de la copaíba (*Copaifera reticulata* Ducke) (en línea). Consultado 05 de feb. 2007. Disponible en http://www.monografias.com/trabajos43/cultivo-copaiba/cultivo-copaiba.shtml

Fredericksen, T; Contreras, F; Pariona, W. 2001. Guía de silvicultura para bosques tropicales de Bolivia. Santa Cruz, BO, Proyecto BOLFOR. 81 p.

Gompertz, MA. 1998. Uso de productos forestales no madereros en la región de la Araucanía y recomendaciones para el trabajo futuro en este ámbito. Araucanía, CL, s.e. 45 p.

Hall, P; Bawa, k. 1993. Methods to asses the impact of extraction of no-timber tropical forest products on plant populations. Economic Botanic 47(3):234-247.

Ibisch, P; Columba, K; Reichle, S. eds. 2002. Plan de conservación y desarrollo sostenible para el Bosque Seco Chiquitano, Cerrado y pantanal Boliviano. Santa Cruz, BO, FAN. s.p.

InfoStat. 2007. Manual del Usuario. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba.

Primera Edición, Editorial Brujas Argentina. Jardim, A; Killeen, T; Fuentes, A. 2003. Guía de árboles y arbustos del Bosque Seco Chiquitano, Bolivia. Santa Cruz, BO, Missouri Botanical Garden. 324 p.

Juep, A. 2008. Rescate del conocimiento tradicional y biológico para el manejo de productos forestales no maderables en la comunidad indígena Jameykari, Costa Rica. Tesis Mag.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 61 p.

Kainowitz, D. 2001. Cuatro medios verdades: la relación bosque y agua en Centroamérica. Revista Forestal Centroaméricana 33:6-10

Keating, M. 1993. Agenda for change: a plain language version of agenda 21 and other Rio agreements. Ginebra, CH, Center for Our Common Future. 70 p.

Killeen, T; García, E; Beck, S. (eds.). 1993. Guía de árboles de Bolivia. La Paz, BO, Herbario Nacional de Bolivia. 958 p.

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Eschborn, Alemania, GTZ. 335 p.

Leite, A; Alechandre, A; Campos, C; Oliveira, A. 2002. Recomendações para o manejo sustentável do óleo de copaíba. Serie: Manejo sustentável de florestas tropicales. Acre, BR, UFAC. 38 p.

Louman, B; De Camino, R. 2004. Planificación del manejo diversificado. *In* Orozco, L. ed. Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales. Turrialba, CR, CATIE. p. 99-145. (Serie Técnica. Manual Técnico no. 56)

McCune, B, Grace JB. 2002. Analysis of ecological communities. Software design, Gleneden Beach, Oregon, US. 300 p.

McCune y Mefford. 1999. PC-ORD Multivariate analysis of ecological data, version 4. Software design, Gleneden Beach, Oregon, US. 237p.

Magurran, AE. 1989. Diversidad ecológica y su medida. Barcelona, ES, Vedrá. 200p.

Marmillod, D; Villalobos, R. 1997. Incorporación de especies no maderables en procesos productivos de bosque: metodología e implicaciones. *In* III Congreso Forestal Centroamericano (1997, San José, Costa Rica). Heredia, CR, Impresos Belén. p. 40-43.

Marmillod, D; Villalobos, R; Robles, G. 1998. Hacia el manejo sostenible de especies vegetales del bosque con productos no maderables: Las experiencia de CATIE en

esta década. *In* I Congreso Latinoamericano IUFRO (1998, Valdivia, Chile). Turrialba, CR, CATIE. 14 pp.

Martínez, R. 2006. Elementos conceptuales que apoyan las decisiones sobre el fomento de productos forestales no maderables. Bogota, CO, School of Natural and Rural System Management - The University of Queensland Australia. 15 p.

Masera, O; Astier, M; López, R. 1999. Sostenibilidad y manejo de recursos naturales; el marco de evaluación MESMIS. México, Mundi Presa. 109 p.

Marshall, E; Schreckenberg, K; Newton, A.C. (eds.). 2006. Comercialización de productos forestales no maderables: Factores que influyen en el éxito. Cambridge, UK, PNUMA. 152 p.

May, PH. 2001. Compilación y análisis sobre los productos forestales no madereros (PFNM) en el Brasil. Santiago, CL, FAO. 88 p.

Morán, M; Campos, J.J; Louman, B. 2006. Uso de principios, criterios e indicadores para monitorear y evaluar las acciones en le manejo de los recursos naturales. Turrialba, CR, CATIE. 74 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 347).

Mostacedo, B; Justiniano, J; Toledo, M; Fredericksen, T. 2001. Guía dendrológica de especies forestales de Bolivia. Santa Cruz, BO, BOLFOR. 215 p.

Mukerji, A. s.f. La importancia de productos forestales no maderables (PFNM) y las estrategias para el desarrollo sostenible (en línea). Nueva Delhi, IN, FAO. Consultado 06 de set. 2007. Disponible en http://www.fao.org/forestry/docrep/wfcxi/PUBLI/PDF/W3S_T15.PDF

Müller, S. 1996. ¿Cómo medir la sostenibilidad? Una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales. San José, CR, IICA. 55 p.

Nates, CB. 2006. De lo etno a lo botánico: algunas reflexiones sobre la etnobotánica dentro del marco de las etnociencias (en línea). Caldas, ES, UC. Consultado 06 de oct. 2007. Disponible en http://lunazul.ucaldas.edu.co/downloads/2281fb8aRevista9_10_8.pdf.

Navarro, G. Ferreira, W. 2007. Leyenda explicativa de las unidades del mapa de vegetación de Bolivia a escala 1:250 000. Cochabamba, BO, Rumbol. 65 p.

Navarro, G; Maldonado, M. 2002. Geografía ecológica de Bolivia, vegetación y ambientes acuáticos. Cochabamba, BO, Fundación Simón I. 719 p.

Okafor, J. 1991. Mejora de las especies forestales que rinden productos comestibles. Unasylva 41(165):17-23.

Oliveira, E; Lameira, O; Zoghbi, M. 2006. Identificação da época de coleta do óleo-resina de copaíba (*Copaifera* spp.) no município de Moju, PA. *In* Revista Brasileira. Pl. Med., Botucatu 8(3):14-23.

Ortiz, E; Quirós, D. 2002. Definiciones y tipos de inventarios forestales. *In* Orozco, L; Brumer, C. eds. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Turrialba, CR, CATIE, p. 1-24. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 50).

Padoch, C; Chota, J; Dejong, W; Unruh, J. 1985. Amazonian agroforestry: a market-oriented system in Perú. Agroforestry Systems 3:47-58.

Panayotou, T. 1990. Introduction: multiproduct forest management-a key to sustainability?. *In* Status and potential of non-timber products in the sustainable development of tropical forest. Proceedings of the international seminar. Kamakura, JP, ITTO. p. 3-8.

Pedroni, F; Sánchez, M; Santos, F. 2002. Fenologia da copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf. – Leguminosae, Caesalpinioideae) em uma floresta semidecídua no sudeste do Brasil. *In* Revista Brasileira. Bot. 25(2)183-194.

Peters, C. 1996. Observations on the sustainable explotation of non-timber tropical forest products. An ecologist's perspective. *In* Proceedings of the workshop "Research on NTPF" (1995, Indonesia). Current issues in non-timber forest products research. Ruiz, M; Arnold, JEM. eds. . Bogor, ID, CIFOR. p. 19-39.

Pinedo, M; Zarin, D; Jipp, P; Chota, J. 1990. Use values of tree species in a communal forest reserve in Northeast Perú. Conservation Biology 4(4):405-416.

Pipa, E; Miranda H; Veitch, Ch. 2007. Plan de manejo comunal en las comunidades nativas del Manu. Perú, EORI-Oxford. 25 p.

Plowden, M. 2003. Production ecology of copaiba (*Copaifera* spp.) óleoresin in the eastern brasilian amazon. Economic Botany 57(4):491-501.

Putz, F. 1994. Approaches to sustainable forest Management. *In* Conference on rainforests are our Business (Sydney, Australia). Bogor, ID, CIFOR. 7p. (Working paper CIFOR no. 4)

Quirós, D; Bermúdez, G; Louman, B; De Camino, R. 2004. Los planes de manejo como herramientas para la planificación. *In* Orozco, L. eds. Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales. Turrialba, CR, CATIE. p. 99-145. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 56).

Quirós, D; Vilchez, B; Bermúdez, G; Villalobos, R; De Camino, R. 2004. Planes especiales. *In* Orozco, L. ed. Planificación del manejo diversificado de bosques latifoliados húmedos tropicales. Turrialba, CR, CATIE. p. 255-81. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 56)

Ramos, Z. 2004. Estructura y composición de un paisaje boscoso fragmentado: Herramienta para el diseño de estrategias de conservación de la biodiversidad. Tesis Mag.Sc. Turrialba, CR, CATIE. 114.

Rengifo, E. 2007. Las ramas floridas del bosque: experiencias en el manejo de plantas medicinales amazónicas. Iquitos, PE, IIAP. 191 p.

Rigamonte, O. 2004. Copaíba: estructura populacional, produção e qualidade do óleo-resina em populações nativas do sudoeste da Amazônia. Tesis Mag.Sc. Rio Branco, BR, UFAC. 80 p.

Rigamonte, O; Salvador, P; Oliveira, L. 2004. Copaíba: ecologia e produção do óleo-resina. Documentos, 91. Río Branco, BR, EMBRAPA. 28 p.

Rigamonte, O; Salvador, P; Oliveira, L; Da Veiga Junior, V; Da Cunha, A; Regiani, A. 2004. Variabilidade química e física do óleo–resina de *Copaifera* spp. No sudoeste da Amazonía brasileira. *In* Revista Brasileira. ol. fibros, Campina Grande 8(2/3):851-861.

Robles, G; Villalobos, R. ed. 1998. Plantas medicinales del género Smilax en Centroamérica. Actas. Turrialba, CR, CATIE. 178 p. (Serie Técnica. Reuniones Técnicas no. 2).

Rodríguez, M; Sibille, A. 1996. Manual de identificación de especies forestales de la Subregión Andina. Rev. I. Identificación y nomenclatura de las maderas tropicales comerciales en la Subregión Andina. Lima, PE, INIA. 489 p.

Ruiz, M; Arnold, E. 1996. Current issues in non-timber forest research. Bogor, ID, CIFOR/ODA.

Shanley, P; Cymerys, M; Galvao, J. 1998. Frutíferas da mata na vida amazônica. Belém, Porto Alegre, BR. 125 p.

Sotelo, R. 2005. Análisis de correlaciones entre geomorfología, vegetación y suelos arenosos, limosos y arcillosos para usos ingenieriles, empleando procesamiento digital de imágenes (Resumen T-090). Chaco, AR, UNNE. 4 p.

Tacón, A. 2004. Manual de Productos no Madereros. Valdivia, Chile, CIPMA. 22 p

Thiollay, J. 1992. Influence of selective logging on bird species diversity in a Guianan rain forest. Conservation Biology 6(1):47-63.

TNC (The Nature Conservancy); FCBC (Fundación para la conservación del Bosque Seco Chiquitano). 2005. Informe final de proyecto: Planificación ecorregional complementaria del Bosque Seco Chiquitano. Santa Cruz, BO. s.p.

Villalobos, R. 2002. Inventario de productos forestales no maderables. *In* Orozco, L; Brumer, C. eds. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Turrialba, CR, CATIE. p. 190-202. (Serie Técnica, Manual Técnico no. 50).

Vides, R; Reiche, S; Padilla, F. eds. 2007. Planificación ecorregional del Bosque Seco Chiquitano. Santa Cruz de la Sierra, BO, FCBC-TNC. 179 p.

Walter, B; Pinho, G; Sampaio, A; Ciampi, A. 1997. Estrutura populacional de *Copaifera langsdorffii* na mata do Açudinho, fazenda Sucupira, Brasilia_DF. Brasilia, BR, Embrapa-CENARGEN. 8 p. (Comunicado Técnico no. 22).

Wickens, G. 1991. El desarrollo de los productos forestales no madereros: principios de ordenación. Unisylva 42(165):3-8.

Wong, J; Thornber, K; Baker, N. 2001. Evaluación de los recursos de productos forestales no madereros: experiencia y principios biométricos., Roma, IT, FAO. 124 pp. (Serie Productos Forestales no Maderables no. 13)

Zamora, M. 2001. Análisis de la información sobre productos forestales no maderables en América Latina. Roma, IT, FAO. 115 p.

ANEXOS

Anexo 1: Formulario 1 - Caracterización de la parcela

Nombre del predio: …….. Parcela: …….. Área: 25 x 25m. Elevación del sitio: …….. Fecha: …..…. Color del suelo: …..…. Textura del suelo (h): ……
Posición topográfica (i): …… Estado de intervención del bosque (j): …..…. Tipo de vegetación (k): ……. Incidencia de incendios (l): ……..
Grado de pedregocidad (m): …… Porcentaje de pendiente: ……

Número de árbol	Nombre local	Coordenadas		dap (cm)	Altura total (m)	Categoría 0,1,2,3 a)	Fructificación 0,1 b)	Floración 0,1 c)	Calidad 1,2,3 d)	Forma de copa 1,2,3,4,5 e)	Estado del fuste 1,2,3,4,5,6 f)	Iluminación 1,2,3 g*)	Observaciones
		X	Y										

a) 0. árbol sin aprovechar, 1. árbol aprovechado 1 vez, 2. árbol aprovechado 2 veces, 3. árbol aprovechado de 3 a más. **b)** 0. sin frutos, 1. con frutos. **c)** 0. sin flores, 1. con flores. **d)** 1. árbol sano, 2. árbol estrangulado con lianas, 3. árbol inclinado. **e)** 1. redonda, 2. elíptica, 3. cilíndrica, 4. triangulo invertido, 5. agrupada. **f)** 1. fuste sano, 2. fuste podrido, 3. fuste con ataque de hongos, 4. fuste con corteza muerta, 5. fuste con ataque de insectos, 6. fuste hueco. **g*)** 1. sin luz directa, 2. luz lateral, 3. iluminación superior. (sólo para regeneración). **h)** 1. arenoso; 2. arcilloso; 3. Limoso; 4.areno-arcilloso; 5. Arcillo-arenoso. **i)** 1. cima, 2. ladera, 3. pie de ladera**. j)** 1. primario, 2. secundario, 3. cultivo**. k)** 1. monte alto, 2. chaparral, 3. cusisal, 4. motacusal. **l)** 1. positivo; 2. negativo. **m)** 1. poco (1 – 10%); 2. medio (10 % a 30%); 3. alto (> 30%).

Anexo 2: Formulario 2 - Caracterización de la regeneración del copaibo

Caracterización del árbol maduro				Caracterización de la regeneración					
Predio	Parcela	Número de árbol	Fecha	Número de plántula	Espesor (mm)	Altura total (m)	Distancia desde el árbol maduro	Iluminación 1,2,3 g*)	Observaciones

g*) 1. sin luz directa, 2. luz lateral, 3. iluminación superior.

Observaciones:……...……...……...

…...……

……

Anexo 3: Formulario 3 - Datos de cosecha de árboles productivos de copaibo

Predio: ……..… Parcela: …….. Nombre del colector: …….. Fecha de colecta: ……..

Hora de colecta: ……..…Época de colecta: …… Elevación del sitio: ……..… Color del suelo: ……

Técnica utilizada para la colecta: ……

Características de la oleorresina: ……..……

Cantidad de líquido extraído: …….. Agua: …… Aceite: …… Resina: ……

Número de árbol	Altura total (m)	dap (cm)	Categoria 0,1,2,3 a)	Fructificación 0,1 b)	Floración 0,1 c)	Calidad 1,2,3 d)	Forma de copa e)	Estado del fuste 1,2,3,4,5, 6 f)	Iluminación 1,2,3 g)	Textura del suelo 0,1,2,3 h)	Posición topográfica 1,2,3 i)	Estado de intervención del bosque 1,2,3 j)	Observación

Predio: ……..… Parcela: …….. Nombre del colector: ……..Fecha de colecta: …… Hora de colecta: ……..Época de colecta: …… Elevación del sitio: ……..…Color del suelo: …… Técnica utilizada para la colecta: …… Características de la oleorresina: ……..…… Cantidad de líquido extraído: …….. Agua: …… Aceite: …… Resina: ……

Número de árbol	Altura total (m)	dap (cm)	Categoria 0,1,2,3 a)	Fructificación 0,1 b)	Floración 0,1 c)	Calidad 1,2,3 d)	Forma de copa e)	Estado del fuste 1,2,3,4,5, 6 f)	Iluminación 1,2,3 g)	Textura del suelo 0,1,2,3 h)	Posición topográfica 1,2,3 i)	Estado de intervención del bosque 1,2,3 j)	Observación

a) 0. árbol sin aprovechar, 1. árbol aprovechado 1 vez, 2. árbol aprovechado 2 veces, 3. árbol aprovechado de 3 a más. **b)** 0. sin frutos, 1. con frutos. **c)** 0. sin flores, 1. con flores. **d)** 1. árbol sano, 2. árbol estrangulado con lianas, 3. árbol inclinado. **e)** 1. redonda, 2. elíptica, 3. cilíndrica, 4. triangulo invertido, 5. agrupada. **f)** 1. fuste sano, 2. fuste podrido, 3. fuste con ataque de hongos, 4. fuste con corteza muerta, 5. fuste con ataque de insectos, 6. fuste hueco. **g)** 1. sin luz directa, 2. luz lateral, 3. iluminación superior. **h)** 1. arenoso; 2. arcilloso; 3. Limoso; 4.areno-arcilloso; 5. Arcillo-arenoso. **i)** 1. cima, 2. ladera, 3. pie de ladera. **j)** 1. primario, 2. secundario, 3. cultivo.

Anexo 4: Formulario 4 - Caracterización del micrositio

Nombre del predio: …….. Parcela: …….. Área: 5 x 5 m Elevación del sitio: …..…….. Fecha: ……..……

N°	Apertura del Dosel - Punto A				Apertura del Dosel - Punto B				Apertura del Dosel - Punto C				Apertura del Dosel - Punto D				Apertura del Dosel - Punto E			
	Norte	Sur	Este	Oeste	Norte	Sur	Este	Oeste	Norte	Sur	Este	Oeste	Norte	Sur	Este	Oeste	Norte	Sur	Este	Oeste
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				
9																				
10																				
11																				
12																				
13																				
14																				
15																				
16																				
17																				
18																				
19																				
20																				
21																				
22																				
23																				
24																				

	Estructura Vertical - Punto A		Estructura Vertical - Punto B		Estructura Vertical - Punto C		Estructura Vertical - Punto D		Estructura Vertical - Punto E	
	Estrato de altura	Valores de cobertura	Estrato de altura	Valores de cobertura	Estrato de altura	Valores de cobertura	Estrato de altura	Valores de cobertura	Estrato de altura	Valores de cobertura
	0 – 2 m		0 – 2 m		0 – 2 m		0 – 2 m		0 – 2 m	
	2 – 9 m		2 – 9 m		2 – 9 m		2 – 9 m		2 – 9 m	
	10 – 20 m		10 – 20 m		10 – 20 m		10 – 20 m		10 – 20 m	
	20 – 30 m		20 – 30 m		20 – 30 m		20 – 30 m		20 – 30 m	
	> 30 m		> 30 m		> 30 m		> 30 m		> 30 m	

*Valores de Cobertura: 0 = 0%, 1 = 1-33%, 2 = 34-66%, 3 = 67-100%

Anexo 5: Entrevista para informantes

Buen@s……, mi nombre es Gladis Susana Atías Vásquez soy investigadora del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y de la Fundación para la Conservación del Bosque Chiquitano, estoy realizando una entrevista sobre el copaibo para identificar los distintos productos que se aprovechan de él. Con la información brindada por usted y otros actores de la zona se elaborará un informe que servirá como insumo para determinar las distintas prácticas de aprovechamiento que se realizan de la especie; con la finalidad de contribuir a la elaboración de un plan de manejo para el copaibo. Sólo necesito que usted me brinde 30 minutos de su tiempo. ***Además, tenga la seguridad que la información proporcionada por usted será manejada con absoluto anonimato. Por favor, le recuerdo que no existe respuesta correcta o incorrecta.***

En esta parte se trata de conocer a la persona que estamos entrevistando, básicamente su ubicación geopolítica. ***Tenga la seguridad de que la información proporcionada por usted, será manejada con absoluto anonimato.***

Datos generales

1. Nombre del entrevistado:_____
2. Comunidad:_____

En esta parte se trata de determinar como era la distribución del copaibo en años pasados y cómo ha ido cambiando el paisaje con el tiempo. ***Tenga la seguridad de que la información proporcionada por usted será manejada con absoluto anonimato y le recuerdo que no existe respuesta correcta o incorrecta.***

Antecedentes

3. ¿Hace cuánto tiempo que usted vive por la zona? _____
4. ¿Ha escuchado usted hablar del árbol de copaibo? _____
5. ¿Qué productos conoce usted que se aprovechan de copaibo? _____
6. ¿Con el aprovechamiento; considera usted que han habido cambios en la zona con respecto a la distribución y número de árboles de copaibo? _____

   _____
7. ¿Recuerda usted en que años han aprovechado más al copaibo? _____

Ubicación y distribución de las poblaciones del copaibo

8. ¿Conoce usted el árbol de copaibo? _____
9. ¿Cómo son las zonas donde se encuentran los árboles de copaibo? _____
10. ¿Con qué otras plantas se le encuentra al árbol del copaibo? _____

_____

11. ¿Cuántos tipos de árboles de copaibo identifican y cuales son sus características? _____

_____

En esta parte se trata de identificar las distintas técnicas de aprovechamientos tradicionales y/o prácticas silviculturales del copaibo. ***Por favor, le recuerdo que no existe respuesta correcta o incorrecta.***

<u>Aprovechamiento de copaibo</u>

12. ¿Ha escuchado usted hablar del aceite de copaibo? _____
13. ¿Qué técnicas de aprovechamiento se utiliza para obtener el bálsamo de copaibo? _____

_____

14. ¿Conoce usted alguna técnica de aprovechamiento y de quien lo aprendió? _____

_____

15. ¿Me podría describir las características del aceite de copaibo? _____

_____

16. ¿Sabe usted cuál es la época adecuada para obtener el aceite de copaibo? _____
17. ¿Cuáles son los distintos usos que le dan al bálsamo de copaibo? _____

_____

18. ¿En que sitios venden el aceite de copaibo? _____
19. ¿Considera usted que es importante realizar actividades para mejorar el aprovechamiento del copaibo en esta zona, cuáles y porqué? _____

_____

En esta parte, se trata de identificar ***"estrategias, ideas o rutas posibles de trabajo"*** *a seguir. Se trata de identificar el mejor camino para poder realizar el manejo del copaibo en la zona.* ***Por favor, le recuerdo que no existe respuesta correcta o incorrecta.***

<u>Estrategias de Intervención</u>

20. ¿Qué ideas, proyectos, actividades, etc. se deberían ejecutar para promover el manejo del árbol de copaibo? _____

_____

21. ¿Alguna opinión, sugerencia o recomendación adicional con respecto al tema que considere importante mencionar?_____

_____

<u>Información adicional</u>

Edad……. Sexo…… Nivel de escolaridad……..……

Fecha ___/____/2008

Anexo 6: Lista de especies encontradas en dos o más parcelas en el predio SAF

Familia	Especie	Código	Familia	Especie	Código
Leguminosae-Mimosoideae	Acacia polyphylla	ACHAPR	Leguminosae-Caesalpinioideae	Guibourtia chodatiana	GUIBCH
Leguminosae - Papilionoideae	Acosmium cardenasii	ACOSCA	Leguminosae-Caesalpinioideae	Hymenaea courbaril	HYMECO
Rubiaceae	Alibertia verrucosa	ALIBVE	Leguminosae - Mimosoideae	Inga sp.	INGASP
Ulmaceae	Ampelocera ruizii	AMPERU	Leguminosae-Papilionoideae	Lonchocarpus nudiflorens	LONCNU
Leguminosae-Mimosoideae	Anadenanthera colubrina	ANADCO	Leguminosae-Papilionoideae	Machaerium acutifolium	MACHAC
Tiliaceae	Apeiba tibourbou	APEITI	Myrtaceae	Myrciaria floribunda	MYRCFL
Apocynaceae	Aspidosperma cylindrocarpa	ASPICY	Myrsinaceae	Myrsine umbelata	PHYLRH
Apocynaceae	Aspidosperma pyrifolium	ASPIPY	Ulmaceae	Phyllostylon rhamnoides	PHYSSC
Palmae	Astrocaryum aculeatum	ASTRAC	Lythraceae	Physocalymma scaberrimun	POUTGA
Anacardiaceae	Astronium urundeuva	ASTRUR	Sapotaceae	Pouteria gardneriana	PROTHE
Palmae	Attalea phalerata	ATTAPH	Burseraceae	Protium heptaphyllum	PSEUMA
Palmae	Attalea speciosa	ATTASE	Vochysiaceae	Qualea cordata	QUALCO
Leguminosae-Caesalpinioideae	Bauhinia rufa	BAUHRU	Rhamnaceae	Rhamnidum elaeocarpum	RHAMEL
Flacourtiaceae	Casearia gossypiosperma	CASEGO	Annonaceae	Rollinia ersogii	ROLLER
Bombacaceae	Ceiba amaricana	CEIBAM	Euphorbiaceae	Sapium klotzschianumule	SAPIKL
Bombacaceae	Ceiba insignis	CEIBIN	Araliaceae	Schefflera sp.	SCHESP
Leguminosae-Caesalpinioideae	Copaifera sp.	COPASP	Palmae	Syagrus sancona	SYAGSA
Boraginaceae	Cordia alliodora	CORDAL	Bignoniaceae	Tabebuia ochracea	TABEOC
Leguminosae - Papilionoideae	Dipterix odorata	DIPTOD	Bignoniaceae	Tabebuia roseo-alba	TABERO
Leguminosae - Mimosoideae	Enterolobium contortisiliquum	ENTECO	Vochysiaceae	Vochysia haenkeana	VOCHHA
Bombacaceae	Eriotheca roseorum	ERIORO	Olacaceae	Ximenia americana	XIMEAM
Moraceae	Ficus gomelleira	FICUGO	Rutaceae	Zanthoxylum sprucei	ZANTSR
Sterculiaceae	Guazuma ulmifolia	GUAZUL			

Anexo 7: Fotos



Foto 1: Herramientas para el perforado de árboles productores de copaibo, SAF.



Foto 2: Técnica de perforado para la obtención de oleorresina de copaibo, SAF.

Anexo 7: Fotos



Foto 3: Aprovechamiento de oleorresina de copaibo, SAF.



Foto 4: Georeferenciación de árboles de copaibo, SAF.

Anexo 7: Fotos



Foto 5: Árbol productor de oleorresina estrangulado por liana, SAF.





Foto 6: Árbol productorde oleorresina atacado por insectos, SAF.

Anexo 7: Fotos



Foto 7: Árbol productor de oleorresina con incidencia de incendios, SAF.



Foto 8: Presentación para la comercialización del aceite de copaibo, SAF.