

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**MONITOREO DE ACTIVIDADES DE APROVECHAMIENTO FORESTAL
SOSTENIBLE, REALIZADO EN LA UNIDAD DE MANEJO UAXACTÚN,
RESERVA DE LA BIOSFERA MAYA, PETÉN, GUATEMALA.**

WERNER DANIEL HERRERA TRUJILLO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**MONITOREO DE ACTIVIDADES DE APROVECHAMIENTO FORESTAL
SOSTENIBLE, REALIZADO EN LA UNIDAD DE MANEJO UAXACTÚN,
RESERVA DE LA BIOSFERA MAYA, PETÉN, GUATEMALA.**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE
AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

WERNER DANIEL HERRERA TRUJILLO

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERO AGRÓNOMO

EN

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADO

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2008

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA**

RECTOR

Licenciado Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO	MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez
VOCAL PRIMERO	Ing. Agr. Waldermar Nufio Reyes
VOCAL SEGUNDO	Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
VOCAL TERCERO	MSc. Danilo Ernesto Dardón Ávila
VOCAL CUARTO	Br. Rigoberto Morales Ventura
VOCAL QUINTO	Br. Miguel Armando Salazar Donis
SECRETARIO	MSc. Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, Noviembre de 2008

Guatemala, Noviembre de 2008

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el trabajo de Graduación titulado: **“Monitoreo de actividades de aprovechamiento forestal sostenible, realizado en la Unidad de Manejo Uaxactún, Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala”**, como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciado.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Werner Daniel Herrera Trujillo

ACTO QUE DEDICO

A DIOS

Fuente inagotable de bendiciones, quien guía mis pasos por el camino de la superación personal.

A MI ABUELITA

Joaquina Gómez vda. de Trujillo, con todo mi amor para la persona que siempre me ha demostrado su cariño incondicional, por todos los años que ha dedicado a criarme y educarme. A mi abuelito Eugenio Gregorio Trujillo Q.E.P.D., aunque no lo recuerdo, fue una de las razones por las que seguí esta profesión, gracias por el cariño que me tuvo.

A MI PADRE

Edgar René Chihuela López, gracias por tus consejos, por tu cariño de padre y amigo, te estaré eternamente agradecido por darme la oportunidad de seguir mis sueños.

A MI MADRE

Adalgisa Trujillo de Chihuela, por el cariño, y ejemplo de liderazgo, ética y profesionalismo. Estoy orgulloso de ser tu hijo.

MIS HERMANOS

Edgar Estuardo Chihuela Trujillo y Edgar René Chihuela Trujillo, por su cariño y tolerancia, espero que este triunfo sea un ejemplo que ustedes seguirán.

A MI PETÉN

QUERIDO

A todo el territorio petenero, sus bosques y su gente, espero ser un buen profesional para poder contribuir en su desarrollo y la conservación de su patrimonio natural y cultural.

A MI FAMILIA EN GENERAL

Por su apoyo y cariño.

AGRADECIMIENTOS

A LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA Y LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

Instituciones gloriosas, forjadores de los profesionales que han luchado por el desarrollo del país.

A MIS CATEDRATICOS

Por compartirme sus conocimientos y desarrollar mi capacidad de análisis, en especial a los ingenieros: Rolando Aragón, Mario Saravia y Cesar Linneo García, por el apoyo en la elaboración de este documento.

A MI ABUELITA

Joaquina Gómez vda. de Trujillo, por sus oraciones, consejos y su ejemplo de abnegada dedicación al servicio de los demás.

MIS PADRES

Adalgisa Trujillo de Chihuahua y René Chihuahua López, por su dedicación y esfuerzo para encaminarme a este éxito, que también es de ustedes.

A LA OMYC

Por apoyarme en mi Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía y a la comunidad de Uaxactún en general.

A MIS AMIGOS

Con cariño a todos mis compañeros y amigos de la escuela y la universidad, por su apoyo y convivencia. Que Dios los bendiga y espero que aunque el camino de la vida nos separe, nuestra amistad y cariño nos mantenga siempre unidos.

ÍNDICE GENERAL

Índice de figuras	xi
Índice de cuadros	xii
Resumen	xiii
CAPÍTULO I. DIAGNÓSTICO DE LA SOCIEDAD CIVIL, “ORGANIZACIÓN MANEJO Y CONSERVACIÓN” -OMYC-, UNIDAD DE MANEJO UAXACTÚN, RESERVA DE LA BIOSFERA MAYA, PETÉN, GUATEMALA.	
1	
1.1 Presentación	3
1.2 Marco referencial.....	4
1.2.1 Localización de la Unidad de Manejo	4
1.2.2 Vías de acceso	4
1.2.3 Fisiografía y topografía	6
1.2.4 Suelos.....	6
1.2.5 Hidrología	6
1.2.6 Uso actual del suelo	7
1.2.7 Arqueología	7
1.3 Objetivos	9
1.3.1 Objetivo general.....	9
1.3.2 Objetivos específicos	9
1.4 Metodología	10
1.4.1 Revisión bibliográfica.....	10
1.4.2 Consulta a instituciones.....	10
1.4.3 Reconocimiento del área	10
1.4.4 Entrevistas	10
1.4.5 Sondeo	11
1.4.6 Recursos necesarios	11
1.5 Resultados	12
1.5.1 Descripción de la organización comunitaria	12
1.5.2 Personal de apoyo administrativo.....	13
1.5.3 Recursos físicos	13
1.5.4 Proyectos productivos	14

1.5.5	Beneficios conseguidos por OMYC	18
1.5.6	Características de la Sociedad Civil “Organización Manejo y Conservación” -OMYC-	20
1.6	Conclusiones.....	23
1.7	Bibliografía	24

CAPÍTULO II. INVESTIGACIÓN. EVALUACIÓN DE RENDIMIENTOS DE ASERRÍO DE CAOBA (<i>Swietenia macrophylla</i> K.), CEDRO (<i>Cedrela odorata</i> L.) Y MANCHICHE (<i>Lonchocarpus castilloi</i> S.), EN LA UNIDAD DE MANEJO UAXACTÚN, RESERVA DE LA BIOSFERA MAYA, PETÉN, GUATEMALA.....		27
2.1	Presentación	29
2.2	Marco conceptual.....	30
2.2.1	Rendimiento de aserrío	30
2.2.2	Coeficiente de aserrío.....	30
2.2.3	Ecuación Smalian	31
2.2.4	Rendimiento de madera aserrada en la industria forestal de Guatemala	31
2.2.5	Eficiencia industrial.....	32
2.2.6	Aserrío primario	32
2.2.7	Aserrío secundario.....	33
2.2.8	Equipo industrial de aserradero	33
2.2.9	Esquema del aserradero industrial de la UM Uaxactún.....	34
2.2.10	Medidas comerciales de madera aserrada.....	34
2.2.11	Cortes	36
2.2.12	Demasía	37
2.2.13	Medida de superficie (MS).....	37
2.2.14	Pies tablares	38
2.2.15	Reglas de clasificación de madera dura	38
2.2.16	Características de la muestra	42
2.3	Objetivos	49
2.3.1	Objetivo general.....	49
2.3.2	Objetivos específicos.....	49

2.4	Metodología	50
2.4.1	Selección de la muestra	50
2.4.2	Identificación de las trozas muestra.....	50
2.4.3	Cubicación de las trozas.....	50
2.4.4	Transformación de las trozas	50
2.4.5	Medición y registro de la producción	51
2.4.6	Determinación del coeficiente de aserrío.....	51
2.4.7	Clasificación de los grados de calidad de la madera aserrada	52
2.4.8	Análisis estadístico de la información	52
2.5	Resultados	53
2.5.1	Agrupación de las muestras por clase diamétrica	53
2.5.2	Características de la muestra bajo estudio.....	54
2.5.3	Rendimientos y coeficientes de aserrío	55
2.5.4	Rendimiento de aserrío por grados de calidad	57
2.5.5	Análisis estadístico de la información	59
2.6	Conclusiones.....	63
2.7	Recomendaciones.....	65
2.8	Bibliografía	66
2.9	Anexos	68

CAPÍTULO III. SERVICIOS REALIZADOS EN LA UNIDAD DE MANEJO UAXACTÚN, RESERVA DE LA BIOSFERA MAYA, PETÉN, GUATEMALA.....		75
3.1	Presentación	77
3.2	Servicio 1. Monitoreo de parcelas permanentes de muestreo -PPM-, establecidas en el área anual de aprovechamiento forestal -AAA- 2006, de la Unidad de Manejo Uaxactún.	78
3.2.1	Objetivos.....	78
3.2.2	Metodología.....	79
3.2.3	Resultados.....	82
3.2.4	Conclusiones	90
3.2.5	Recomendaciones.....	91

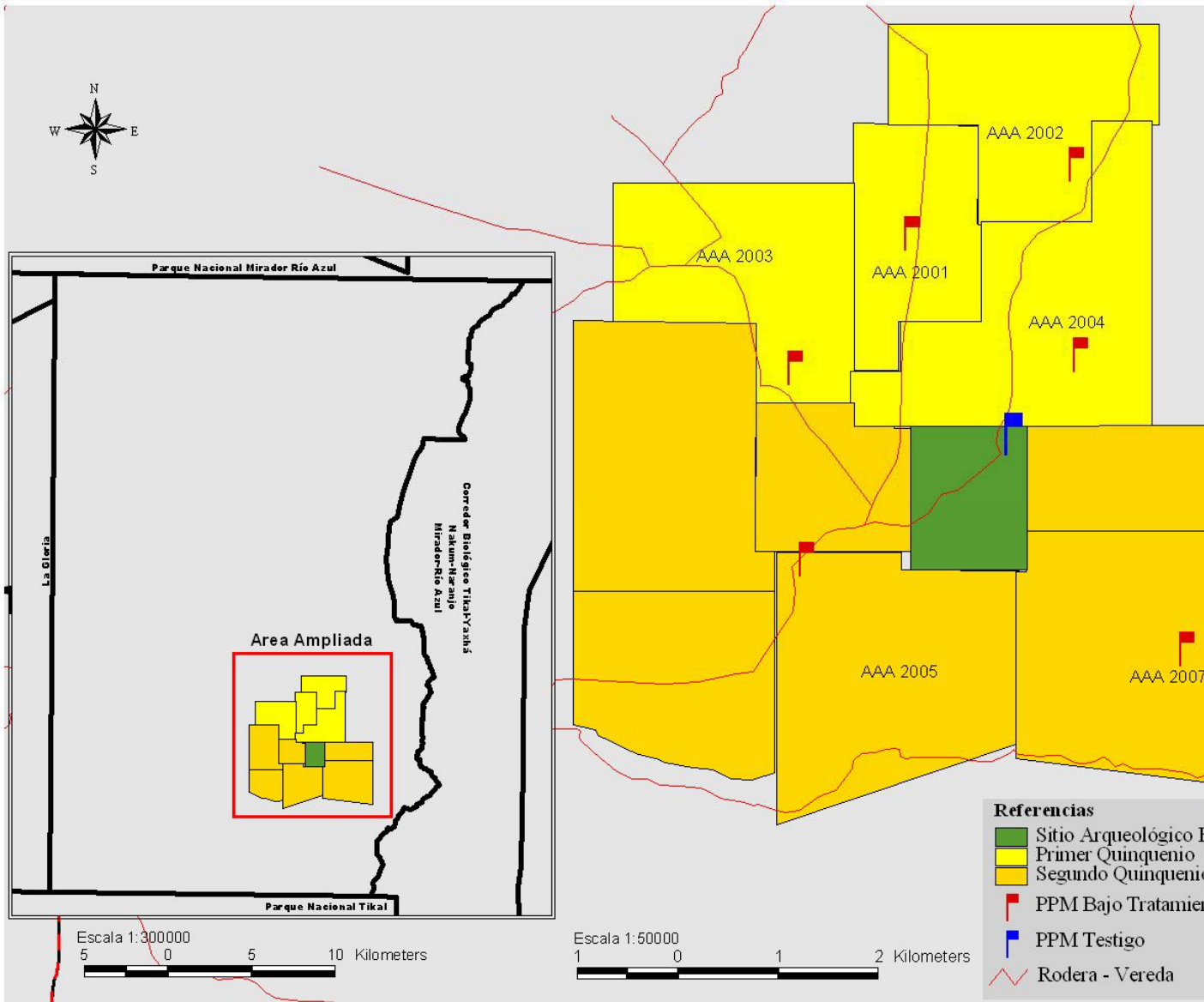
3.3	Servicio 2. Establecimiento de siete parcelas permanentes de muestreo -PPM-, en la Unidad de Manejo Uaxactún	92
3.3.1	Objetivos.....	92
3.3.2	Metodología.....	93
3.3.3	Resultados.....	96
3.3.4	Conclusiones	101
3.3.5	Recomendaciones.....	102
3.4	Bibliografía	103
3.5	Anexos	104

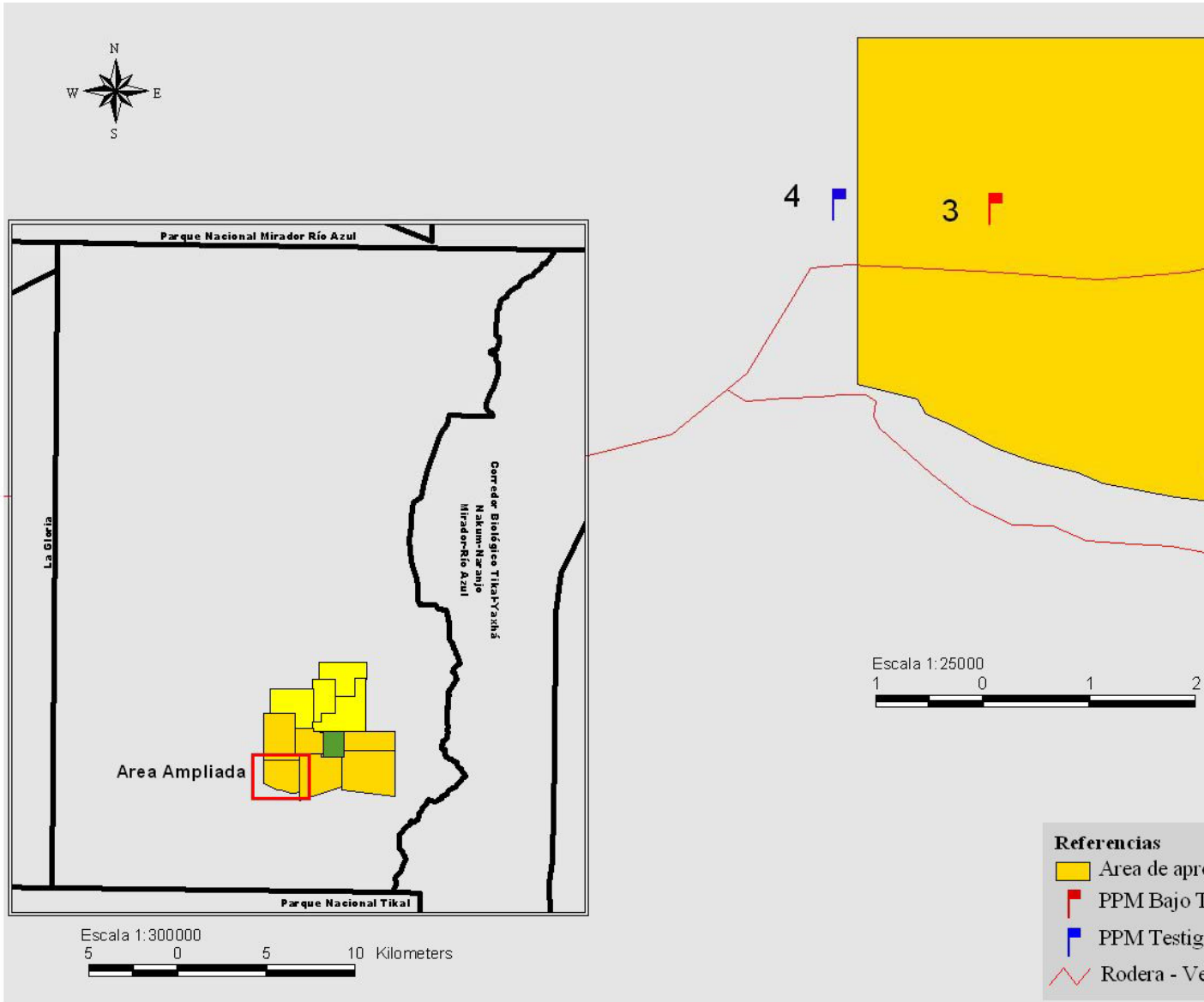
.....		CAPÍTULO I.
.....		1
DIAGNÓSTICO DE LA SOCIEDAD CIVIL, “ORGANIZACIÓN MANEJO Y CONSERVACIÓN” -OMYC-, UNIDAD DE MANEJO UAXACTÚN, RESERVA DE LA BIOSFERA MAYA, PETÉN, GUATEMALA.		
		1
1.1	Presentación	3
1.2	Marco referencial.....	4
1.2.1	Localización de la Unidad de Manejo	4
1.2.2	Vías de acceso	4
1.2.3	Fisiografía y topografía	6
1.2.4	Suelos.....	6
1.2.5	Hidrología	6
1.2.6	Uso actual del suelo	7
1.2.7	Arqueología	7
1.3	Objetivos	9
1.3.1	Objetivo general.....	9
1.3.2	Objetivos específicos.....	9
1.4	Metodología	10
1.4.1	Revisión bibliográfica.....	10
1.4.2	Consulta a instituciones.....	10
1.4.3	Reconocimiento del área	10

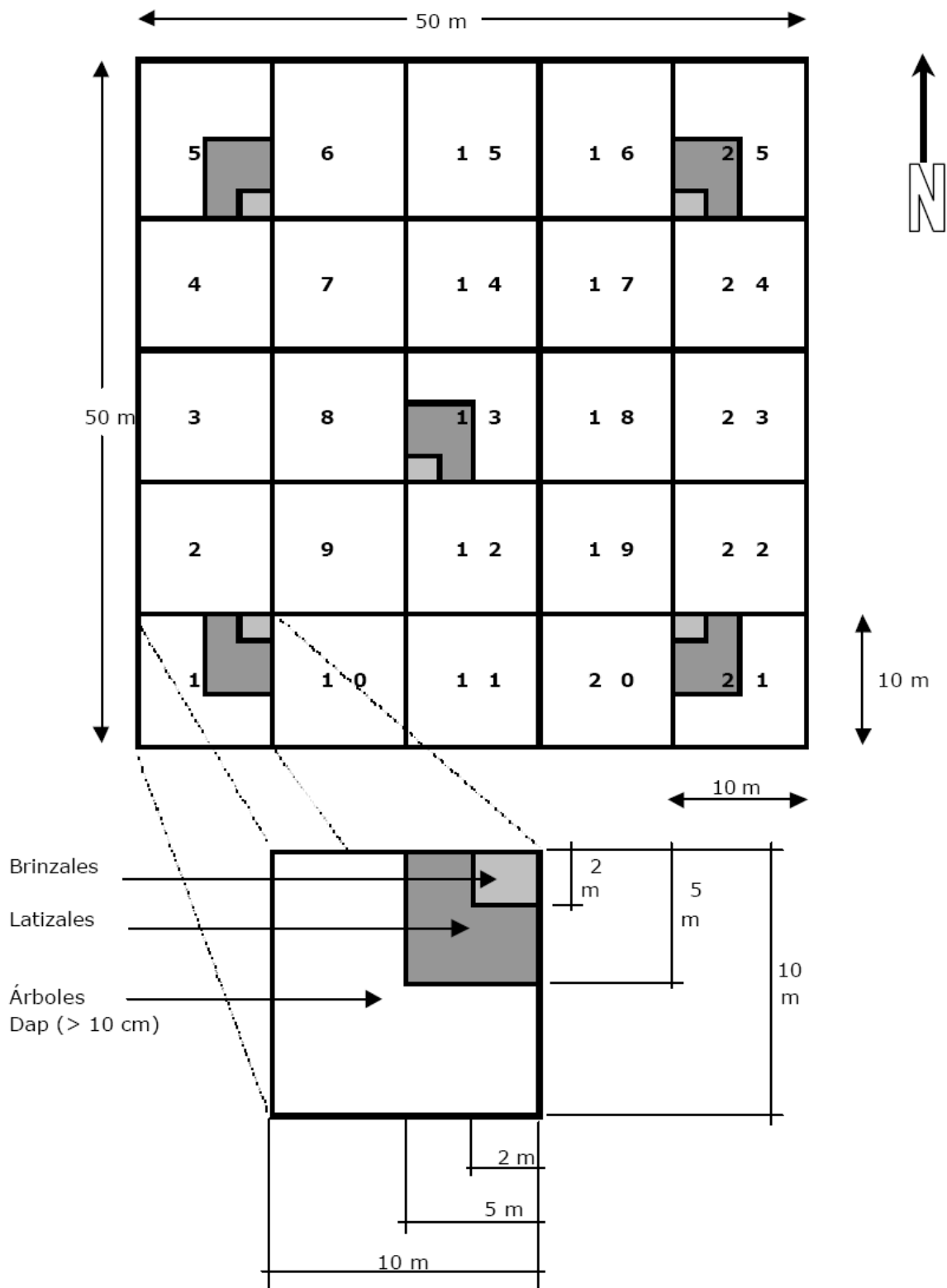
1.4.4	Entrevistas	10
1.4.5	Sondeo	11
1.4.6	Recursos necesarios	11
1.5	Resultados	12
1.5.1	Descripción de la organización comunitaria	12
1.5.2	Personal de apoyo administrativo	13
1.5.3	Recursos físicos	13
1.5.4	Proyectos productivos	14
1.5.5	Beneficios conseguidos por OMYC	18
1.5.6	Características de la Sociedad Civil “Organización Manejo y Conservación” - OMYC-20	
1.6	Conclusiones.....	23
1.7	Bibliografía	24
CAPÍTULO II.		27
INVESTIGACIÓN.		27
EVALUACIÓN DE RENDIMIENTOS DE ASERRÍO DE CAOBA (<i>Swietenia macrophylla</i> K.), CEDRO (<i>Cedrela odorata</i> L.) Y MANCHICHE (<i>Lonchocarpus castilloi</i> S.), EN LA UNIDAD DE MANEJO UAXACTÚN, RESERVA DE LA BIOSFERA MAYA, PETÉN, GUATEMALA.		27
2.1	Presentación	29
2.2	Marco conceptual.....	30
2.2.1	Rendimiento de aserrío	30
2.2.2	Coeficiente de aserrío.....	30
2.2.3	Ecuación Smalian	31
2.2.4	Rendimiento de madera aserrada en la industria forestal de Guatemala	31
2.2.5	Eficiencia industrial	32
2.2.6	Aserrío primario	32
2.2.7	Aserrío secundario.....	33
2.2.8	Equipo industrial de aserradero	33
2.2.9	Esquema del aserradero industrial de la UM Uaxactún.....	34
2.2.10	Medidas comerciales de madera aserrada	34

2.2.11	Cortes	36
2.2.12	Demasía	37
2.2.13	Medida de superficie (MS).....	37
2.2.14	Pies tablares.....	38
2.2.15	Reglas de clasificación de madera dura	38
2.2.16	Características de la muestra	42
2.3	Objetivos	49
2.3.1	Objetivo general.....	49
2.3.2	Objetivos específicos.....	49
2.4	Metodología	50
2.4.1	Selección de la muestra	50
2.4.2	Identificación de las trozas muestra.....	50
2.4.3	Cubicación de las trozas.....	50
2.4.4	Transformación de las trozas	50
2.4.5	Medición y registro de la producción	51
2.4.6	Determinación del coeficiente de aserrío.....	51
2.4.7	Clasificación de los grados de calidad de la madera aserrada.....	52
2.4.8	Análisis estadístico de la información	52
2.5	Resultados	53
2.5.1	Agrupación de las muestras por clase diamétrica	53
2.5.2	Características de la muestra bajo estudio.....	54
2.5.3	Rendimientos y coeficientes de aserrío.....	55
2.5.4	Rendimiento de aserrío por grados de calidad.....	57
2.5.5	Análisis estadístico de la información	59
2.6	Conclusiones.....	63
2.7	Recomendaciones.....	65
2.8	Bibliografía	66
2.9	Anexos	68
CAPÍTULO III.	
	75

SERVICIOS REALIZADOS EN LA UNIDAD DE MANEJO UAXACTÚN, RESERVA DE LA BIOSFERA MAYA, PETÉN, GUATEMALA.	75
3.1 Presentación	77
3.2 Servicio 1. Monitoreo de parcelas permanentes de muestreo -PPM-, establecidas en el área anual de aprovechamiento forestal -AAA- 2006, de la Unidad de Manejo Uaxactún.....	78
3.2.1 Objetivos.....	78
3.2.2 Metodología.....	79
3.2.3 Resultados.....	82
3.2.4 Conclusiones	90
3.2.5 Recomendaciones.....	91
3.3 Servicio 2. Establecimiento de siete parcelas permanentes de muestreo -PPM-, en la Unidad de Manejo Uaxactún.....	92
3.3.1 Objetivos.....	92
3.3.2 Metodología.....	93
3.3.3 Resultados.....	96
3.3.4 Conclusiones	101
3.3.5 Recomendaciones.....	102
3.4 Bibliografía	103
3.5 Anexos	104







ÍNDICE DE FIGURAS

1. Mapa de ubicación geográfica y administrativa de la UM Uaxactún.	5
2. Mapa de categorías de uso dentro de la UM Uaxactún.	8
3. Mapa de ubicación de quinquenios de aprovechamiento maderable en la UM Uaxactún.....	16
4. Esquema del aserradero industrial de la UM Uaxactún.	35
5. Distribución de trozas por clase diamétrica y por especie.....	53
6. Coeficientes de aserrío por clase diamétrica y por especie.	57
7A. Ubicación del aserradero industrial dentro de la UM Uaxactún.	69
8A. Boleta para el cálculo del volumen en metros cúbicos de madera en rollo.....	70
9A. Boleta para el cálculo del volumen de madera aserrada en pies tablares.	71
10. Identificación de fustales y árboles dentro de las PPM	80
11. Área basal para todas las especies maderables, por clase diamétrica, en PPM testigo.	82
12. Área basal para todas las especies maderables, por clase diamétrica, en PPM con tratamiento silvicultural.....	83
13. Estructura horizontal del bosque en las PPM establecidas.....	96
14. Índice de valor de importancia, para especies de grupos comerciales AAACOM, ACTCOM y POTCOM, en las PPM establecidas.....	99
15A. Mapa de ubicación de PPM establecidas en UM Uaxactún.....	105
16A. Mapa de ubicación de PPM monitoreadas en AAA 2006, en la UM Uaxactún.	106
17A. Diseño de una PPM con dimensión de 0.25 Ha.....	107
18A. Boleta de reclutamiento de latizales y brinzales.	108
19A. Boleta de reclutamiento de fustales y árboles.....	109
20A. Boleta de registro de fustales y árboles dentro de PPM.	111

ÍNDICE DE CUADROS

1.	Usos actual del suelo.....	7
2.	Resumen de aprovechamientos forestales en los primeros quinquenios de aprovechamiento forestal en la UM Uaxactún.	15
3.	Características de la muestra de tres especies en estudio.	54
4.	Rendimiento de aserrío de tres especies en estudio por clase diamétrica.....	55
5.	Rendimiento de aserrío por grados de calidad de las tres especies en estudio.....	58
6.	Estimadores estadísticos de la muestra.....	60
7.	Modelos de regresión de las tres especies en estudio.....	61
8A.	Precios promedio de las tres especies evaluadas en el año 2007.....	68
9A.	Rendimiento de corteza de caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> G.).....	72
10A.	Rendimiento de corteza de cedro (<i>Cedrela odorata</i> L.).....	73
11A.	Rendimiento de corteza de manchiche (<i>Lonchocarpus castilloi</i> S.).....	74
12.	Incremento diametral por clase diamétrica, para las especies AAACOM y ACTCOM en PPM testigo.....	84
13.	Incremento diametral, por clase diamétrica, para las especies AAACOM y ACTCOM, en PPM bajo tratamiento silvicultural.....	85
14.	Incremento medio anual del área basal, por grupo comercial y por parcela.....	86
15.	Mortalidad y reclutamiento en PPM testigo.....	88
16.	Mortalidad y reclutamiento en PPM bajo tratamiento silvícola.....	89
17.	Abundancia y área basal por clases diamétricas, registradas en las PPM establecidas.....	97
18.	Abundancia y área basal por grupo comercial registradas en las PPM establecidas.....	98
19A.	Listado de especies registradas en las PPM establecidas.....	110
20A.	Códigos para levantamiento de variables dasométricas.....	112

RESUMEN

La Unidad de Manejo Uaxactún es una concesión forestal comunitaria, adjudicada después de la creación de la Reserva de la Biosfera Maya, a la Sociedad Civil “Organización Manejo y Conservación” -OMYC-, la cual ha obtenido aprovechamientos maderables desde el año 2000, con el compromiso de proteger y conservar los recursos naturales existentes dentro del área concesionada, mediante su manejo sostenible.

Al igual que los otros grupos organizados, encargados de conservar las más de 500,000 hectáreas de bosque que comprende la Zona de Usos Múltiples -ZUM- de dicha reserva, la OMYC ha tenido dificultades administrativas y de manejo forestal, sin embargo, han cumplido la mayoría de sus objetivos de conservación, manejo forestal y desarrollo socioeconómico de su comunidad.

La Facultad de Agronomía, en su compromiso de apoyo y fortalecimiento al desarrollo rural del país, por medio del programa de Ejercicio Profesional Supervisado -EPSA- que realizan sus estudiantes, colabora con este tipo de organizaciones comunitarias, para resolver varias de sus necesidades.

De esta forma, por medio del programa de EPSA, se hizo en la concesión forestal de Uaxactún un diagnóstico de la Organización Manejo y Conservación, para caracterizar la situación actual en la que se encuentran; identificando los impactos causados tanto dentro de la comunidad de Uaxactún como fuera de ésta. Mediante la herramienta del diagnóstico, se priorizaron las necesidades más puntuales, para las cuales, se desarrollaron dos servicios y una investigación, como apoyo para lograr su solución.

La investigación fue encaminada a evaluar los rendimientos de aserrío de tres especies maderables, entre ellas: caoba (*Swietenia macrophylla* K.), cedro (*Cedrela odorata* L.) y manchiche (*Lonchocarpus castilloi* S.), con el propósito de obtener mayores saldos para comercialización, por parte del Instituto Nacional de Bosques, y además, establecer proyecciones de producción de madera transformada, con base en la madera disponible en rollo.

Esta investigación, permitió determinar que los coeficientes de rendimiento comercial de aserrío son de 55.37% para la especie caoba, equivalente a 227 pt/m³; 50.52% para cedro, equivalente a 214 pt/m³; y 41.61% para manchiche, que es igual a 176 pt/m³, estos datos le servirán a la administración de la Unidad de Manejo, para diseñar sus planes de inversión y comercialización, además, aumentó el saldo permisible de comercialización, para las especies de caoba y cedro.

Por otro lado, los servicios fueron orientados hacia el monitoreo de parcelas permanentes de muestreo, en el área anual de aprovechamiento forestal 2006, y en el establecimiento de seis parcelas de muestreo en áreas anuales de aprovechamiento forestal, y una parcela testigo en un área sin intervención silvicultural.

En el monitoreo de las PPM establecidas en el AAA 2006, se determinó que las especies comerciales presentan un IMA de 1.62% para las especies AAACOM; 1.89% en las especies ACTCOM; y 2.15% en las especies POTCOM. Sin embargo, debido al corto tiempo que transcurre entre la medición de establecimiento de las parcelas y el primer monitoreo, no se observan muchos cambios en la estructura horizontal del bosque.

En cuanto al establecimiento de las parcelas, se presenta el estado actual del bosque, con respecto a la estructura y composición de las áreas anuales de aprovechamiento, donde fueron instaladas, y el área sin intervención silvícola o testigo.

CAPÍTULO I.

**DIAGNÓSTICO DE LA SOCIEDAD CIVIL, “ORGANIZACIÓN MANEJO Y
CONSERVACIÓN” -OMYC-, UNIDAD DE MANEJO UAXACTÚN, RESERVA DE LA
BIOSFERA MAYA, PETÉN, GUATEMALA.**

1.1 Presentación

Uaxactún es una comunidad que se encuentra dentro de la Reserva de la Biosfera Maya -RBM-, en el departamento de Petén, la cual fue fundada por extractores de látex de chicozapote (*Manilkara zapota*) en los años veinte del siglo pasado, anteriormente fue una importante ciudad Maya, del cual deriva su nombre, cuyo significado es “Ocho Piedras”.

Por ser una comunidad que está dentro de la Zona de Usos Múltiples de la RBM, ésta inició un proceso de concesión en el año 1996, que concluyó el 2 de Septiembre de 1999. Este proceso promovió en los habitantes la necesidad de organización, por lo que se creó legalmente la Sociedad Civil “Organización, Manejo y Conservación”, -OMYC-, la cual tiene como fin primordial, “Promover el desarrollo social, cultural y económico de los miembros de la comunidad, mediante el manejo ordenado, conservación y sostenibilidad de los recursos naturales, culturales y arqueológicos del área de influencia de Uaxactún” (OMYC, 1999). Dicha organización se formó con 197 socios, de los cuales 56 eran mujeres. La modalidad en la cual la OMYC promueve el desarrollo económico de sus miembros, es fomentando la participación de sus asociados en distintas actividades productivas de la concesión (maderables y no maderables), tanto en el proceso de planificación, ejecución y monitoreo de las actividades productivas.

El presente documento, trata de sistematizar la información general de la Sociedad Civil “Organización, Manejo y Conservación”, los logros que ha obtenido en los ocho primeros años de coadministración del área concesionada, así como la problemática con la que cuenta para Marzo de 2007, fecha en la cual, fue realizado el diagnóstico. También muestra la información biofísica de la Unidad de Manejo, que nos permite tener una idea de la importancia del área.

1.2 Marco referencial

1.2.1 Localización de la Unidad de Manejo

La Unidad de Manejo -UM- Uaxactún se encuentra ubicada al norte del Parque Nacional Tikal, dentro de la Zona de Usos Múltiples de la Reserva de Biosfera Maya –RBM-, jurisdicción municipal de Flores, departamento de Petén. Tiene las siguientes colindancias, figura 1:

- Norte: Parque Nacional Mirador-Río Azul y Biotopo Dos Lagunas;
- Sur: Parque Nacional Tikal;
- Este: Corredor Biológico Tikal-Río Azul;
- Oeste: Unidad de Manejo Industrial “La Gloria” (Bámaca, 2000).

El área de estudio está ubicada en las hojas cartográficas, escala 1:50,000, siguientes:

El Ramonal	2268-I (IGN, 1973),
Río Santa María	2369-III (IGN, 1972),
Uaxactún	2268-II (IGN, 1973),
Xultún	2368-IV (IGN, 1973),
Tikal	2267-I (IGN, 1973),
Río Azul	2368-III (IGN, 1973).

1.2.2 Vías de acceso

Existe una carretera asfaltada que conduce de Ciudad Flores (cabecera departamental), hacia el Parque Nacional Tikal, aproximadamente 73 kilómetros de distancia, de Tikal hacia Uaxactún hay aproximadamente 23 kilómetros en carretera de terracería. Dentro de la UM Uaxactún existen caminos de rodada (trocopás), en los cuales se desplazan vehículos de contratistas de productos forestales no maderables y de personas que se dirigen hacia proyectos arqueológicos u otras Unidades de Manejo vecinas (OMYC, 2004).

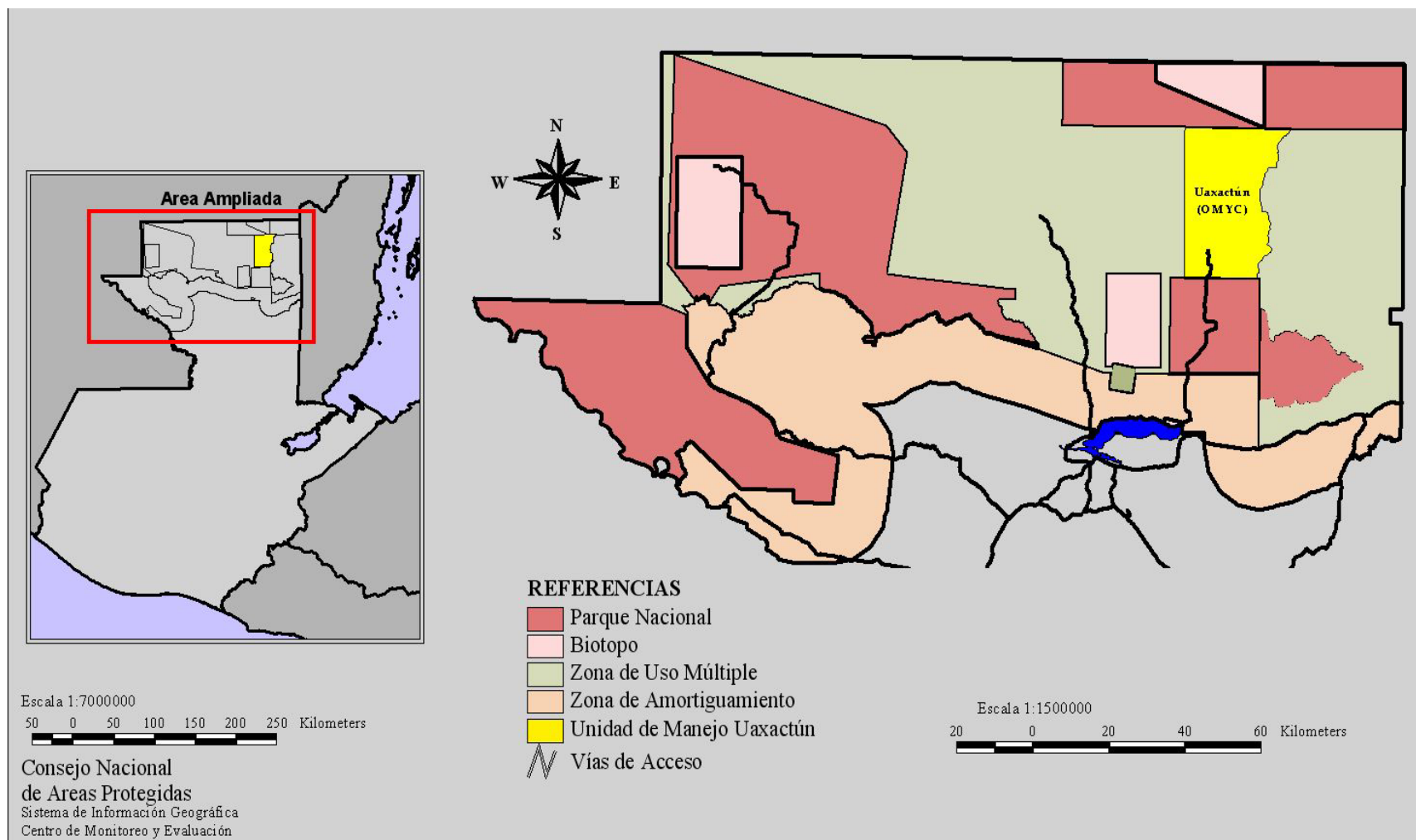


Figura 1. Mapa de ubicación geográfica y administrativa de la UM Uaxactún

1.2.3 Fisiografía y topografía

La UM Uaxactún se encuentra dentro de la provincia fisiográfica, Plataforma de Yucatán, conteniendo características cársticas con drenaje superficial. Una columna de serranía cárstica se extiende desde el suroeste, hasta casi todo el norte del área, aunque en la porción noroeste el relieve es ligeramente ondulado, con depresiones periódicamente inundables. La porción este del área, esta formada por una planicie aluvial con relieve plano a ligeramente ondulado y con depresiones inundables. El Parque Nacional Río Azul en tiempo de invierno inunda la zona de la parte noreste. Aproximadamente un 19% del área presenta un relieve plano a ligeramente ondulado, un 36% con relieve desde ondulado a escarpado y un 45%, de plano a ondulado. Las altitudes van desde 150 a 400 msnm (OMYC, 1999).

1.2.4 Suelos

La mayoría de los suelos de UM Uaxactún son poco profundos, bien drenados y aptos para el uso forestal, perteneciendo a las series Uaxactún y Yaxhá. El área está ocupada mayormente por planicies externas sobre formaciones calizas. Los suelos de la serie Uaxactún, presentan serias limitaciones para la agricultura, debido a los efectos de plasticidad y compactación, acompañada de poca profundidad y alta pedregosidad (Simons, Tárano y Pinto, 1959).

1.2.5 Hidrología

Alrededor de la aldea, específicamente al norte, solamente circula una corriente de agua efímera, llamada "Paxamán" o "Arroyón", existiendo también cuatro aguadas, de las cuales dos son las que son utilizadas por la población para consumo. Además se han construido dos aljibes para recolectar agua en época de invierno. El río más importante al norte de la zona es Río Azul, que nace en las planicies inundables al noreste del área (OMYC, 2004).

1.2.6 Uso actual del suelo

El uso actual del suelo ha variado en cuanto a la extensión original presentada en el Plan de Manejo Integrado de la UM Uaxactún, donde actualmente se han incorporado 4,330.48 ha, para manejo forestal y 2,200.72 ha para usos agrícolas, reduciéndose el área para usos de manejo forestal no maderable, el cual se presenta en el cuadro 1:

Cuadro 1. Uso actual del suelo de la UM Uaxactún, Petén

Uso actual del suelo	Extensión original (ha)	%	Extensión actual (ha)	%
Manejo Forestal	28,141.21	33.68	32,471.69	38.86
No maderable	44,404.03	53.14	38,301.87	45.84
Protección	9,314.41	11.15	8,885.36	10.63
Área urbana, agrícola actual y potencial	1,603.73	1.92	3,804.45	4.55
Cuerpos de Agua	95.08	0.11	95.09	0.11
Total	83,558.46	100.0	83,558.46	100.0

Fuente: OMYC, 2004.

1.2.7 Arqueología

Según la población, dentro del área existe alrededor de 59 sitios arqueológicos, de los cuales la mayoría están altamente saqueados, de ellos los más importantes y descritos en el componente arqueológico, son: Uaxactún, Naranjito, Oropéndola, Corozal, Santa Marta, Ramonal, Cambray, Cambray II, Santa María y El Ramonalito. Uaxactún también ocupa un lugar estratégico por servir de puente para llegar a los sitios arqueológicos de Dos Lagunas, Xultún y Río Azul (Bámaca, 1999).

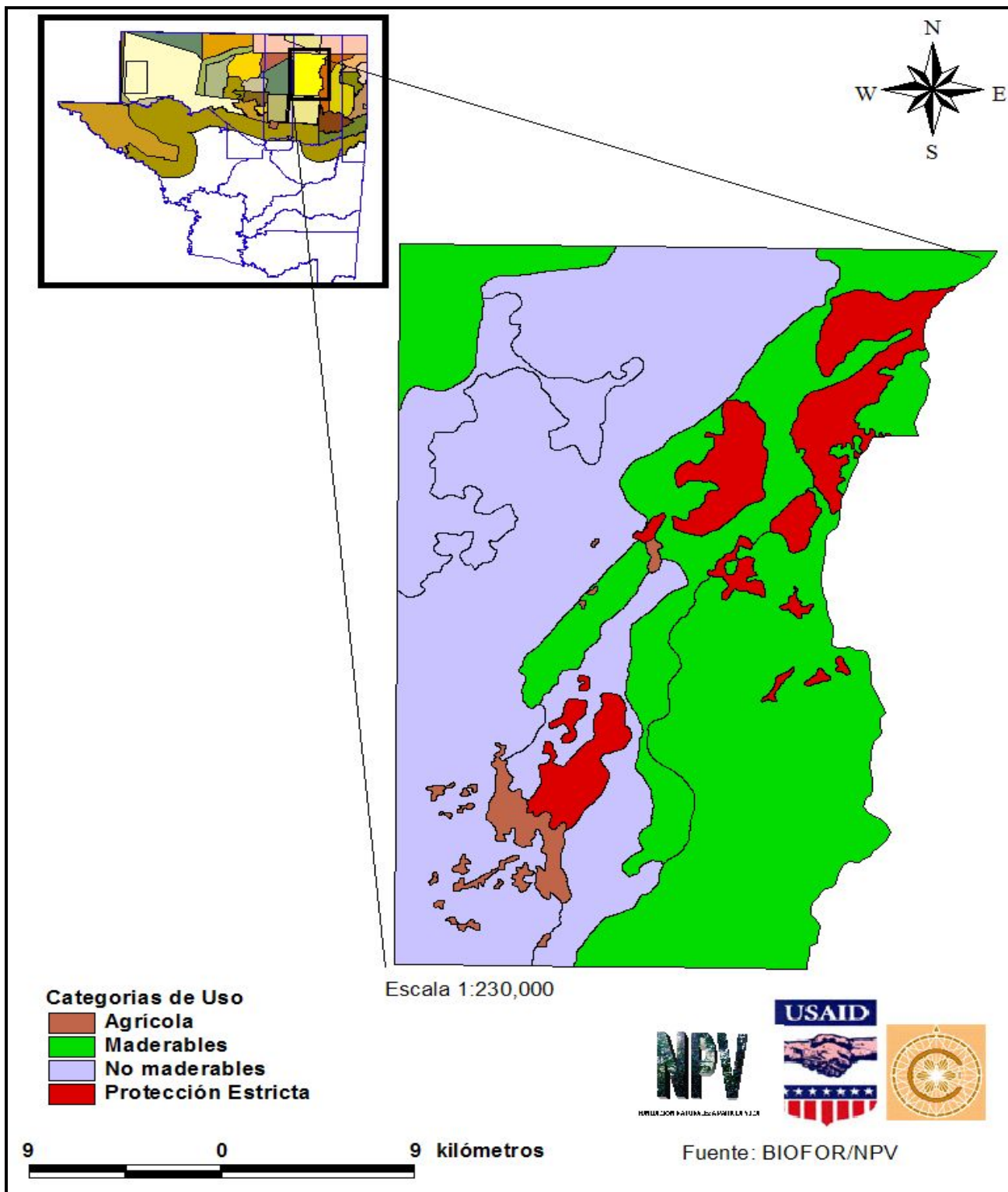


Figura 2. Mapa de categorías de uso dentro de la UM Uaxactún

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Caracterizar la situación actual y el impacto de la Sociedad Civil “Organización, Manejo y Conservación –OMYC–, dentro de la Unidad de Manejo Uaxactún, Petén.

1.3.2 Objetivos específicos

- A. Describir biofísicamente la Unidad de Manejo Uaxactún, para generar una idea del lugar donde se desarrolló el presente estudio.

- B. Determinar las proyecciones institucionales, necesidades e intereses de la Sociedad Civil “Organización, Manejo y Conservación” -OMYC-, para poder definir servicios e investigaciones que permitan resolver la problemática con que cuenta dicha organización.

- C. Caracterizar los factores que afectan y benefician a los diferentes aspectos organizativos y proyectos productivos de la Unidad de Manejo Uaxactún.

1.4 Metodología

1.4.1 Revisión bibliográfica

Como primera parte del diagnóstico, se revisaron documentos con información sobre las características biofísicas, aspectos socioeconómicos y antecedentes de la comunidad de Uaxactún y de la Sociedad Civil “Organización Manejo y Conservación” -OMYC-.

1.4.2 Consulta a instituciones

Se estableció comunicación con instituciones que colaboran con la OMYC y la comunidad de Uaxactún, en diferentes proyectos productivos y de conservación, entre las que están: Wildlife Conservation Society -WCS-, Asociación Balam, Rain Forest Alliance -RA-, Concejo Nacional de Áreas Protegidas -CONAP- y Centro Universitario de Petén -CUDEP / USAC-, para obtener información del papel que juegan en el desarrollo de dicha comunidad.

1.4.3 Reconocimiento del área

Se realizaron varios recorridos por el área de la comunidad, para conocer sus características fisiográficas y la infraestructura con la que cuenta.

1.4.4 Entrevistas

Se realizaron entrevistas con los miembros de la Junta Directiva de la Sociedad Civil, Organización, Manejo y Conservación -OMYC-, y con los encargados de los proyectos productivos de la misma, y en algunos casos con los socios que se encuentran trabajando para alguno de los proyectos.

1.4.5 Sondeo

Mediante charlas informales con los comunitarios, se les cuestionó acerca de los beneficios directos e indirectos que han tenido con la concesión forestal y el trabajo de la OMYC. Esto además de proporcionar información, sirvió para triangular información obtenida en la OMYC y en otras fuentes de información.

1.4.6 Recursos necesarios

A. Recursos humanos

Para la realización del diagnóstico, se necesitó la colaboración de las personas que forman parte de la Junta Directiva de la OMYC, personas que trabajan para la organización o que colaboran con ella.

B. Recursos físicos

Los recursos físicos utilizados fueron: vehículos, cámara fotográfica digital, equipo de cómputo, documentos bibliográficos, los cuales fueron proporcionados por CONAP, OMYC y otros por el estudiante.

1.5 Resultados

1.5.1 Descripción de la organización comunitaria

La Sociedad Civil Organización, Manejo y Conservación cuenta con una Junta Directiva, integrada por siete miembros elegidos por una asamblea general de socios de la organización. Esta cuenta con un reglamento interno creado en 1999. Los representantes de OMYC actualmente son:

Presidente y	
Representante legal:	Manuel de Jesús Fajardo Barrientos
Vicepresidente:	Alberto Escalera Reyes
Tesorera:	Noelia Esmeralda Méndez Caal
Secretario:	Henry Hilario Gualib Medina
Vocal I:	Mario Vinício Pop Sánchez
Vocal II:	Rolando Leonel Piña Ramírez
Vocal III:	Vicente Trinidad Núñez Ortiz.

Actualmente para poder ser miembro de la sociedad se necesita llenar los siguientes requisitos:

- Ser mayor de edad, y haber vivido como mínimo cinco años en la aldea,
- Estar casado con un socio o socia de la organización,
- Presentar una solicitud escrita debidamente, avalada por un mínimo de tres socios activos, y aprobados por la mayoría de socios que asistan a la sesión de asamblea general (OMYC, 1999).

La elección de los miembros para integrar la Junta Directiva, se realiza en asamblea general. La renovación de la Junta Directiva se realiza cada dos años (OMYC, 1999), aunque cabe mencionar, que se ha venido realizando un cambio del 50% de los miembros en un primer año y el otro 50% el siguiente año, esto para asegurar el seguimiento a las distintas actividades de la sociedad y evitar cambios traumáticos en la Junta Directiva.

Las decisiones son por mayoría absoluta en asamblea general. Los habitantes de la aldea que no son socios pueden tener voz pero no voto (OMYC, 1999).

1.5.2 Personal de apoyo administrativo

Después de la Junta Directiva, la OMYC cuenta con el siguiente personal para realizar su operación administrativa: un administrador de proyectos, una secretaria administrativa, un contador, un encargado de personal de aserradero, cuatro personas de control y vigilancia, un guardián y bodeguero, un mecánico (encargado de reparación vehículos y maquinaria) y un encargado del teléfono.

1.5.3 Recursos físicos

A. Maquinaria y equipo

Entre la principal maquinaria y equipo con la que cuenta la organización, se puede mencionar:

- Un tractor forestal (skydder) marca Caterpillar, serie 518C, utilizado en los aprovechamientos forestales y apertura de caminos dentro de la concesión.
- Un montacargas marca Caterpillar, utilizado en aprovechamientos forestales y en el aserradero de la Unidad de Manejo Uacaxtún.
- Cuentan con 4 vehículos 4x4, marca Toyota, de los cuales, uno es utilizado para el Proyecto Xate (transporte de víveres, xate y personal), uno es utilizado para monitoreos de Comisión de Control y Vigilancia de la UM Uaxactún, uno para los Plan Operativo de Aprovechamiento Forestal –POAF- y aserrío; otro de modelo reciente (2006) para compra de insumos y transporte personal de Junta Directiva.
- Un aserradero compuesto por: sierra principal de banda oblicua, marca SanBorn Machina, equipo de afiladuría, desorilladora de sierras múltiples, despuntadora de sierra circular.
- Tres motores generadores de energía que se ocupan: uno en el aserradero, una en las oficinas y una extra para cualquier imprevisto.

- Dos computadoras personales de escritorio y una computadora portátil.
- Cuentan también con dos cepilladoras eléctricas, donadas por dos organizaciones no gubernamentales diferentes, las cuales servirán para el proyecto de carpintería.

B. Infraestructura

La OMYC cuenta con una oficina administrativa, donde se realizan y guardan los documentos contables y propios de administración, además es el lugar donde se realizan las reuniones de la Junta Directiva de la organización, el inmueble esta construido con madera, piso de concreto y techo de lamina de zinc. Existe una construcción similar a un costado, donde se encuentra el teléfono utilizado para comunicación interna de la OMYC y para uso comunitario. También cuentan con una casa típica del lugar con piso de concreto, paredes de calicanto y techo de zinc la cual funciona como bodega para combustibles, lubricantes, repuestos de vehículos y maquinaria; funciona también como guardianía.

También existe una bodega donde se clasifica y empaca xate, esta es de madera, piso de concreto y lamina de zinc, actualmente esta en proceso de construcción dos casas más, uno para que el Proyecto de Carpintería y otro para el Centro de Computación.

1.5.4 Proyectos productivos

A. Aprovechamiento maderable

El primer y principal proyecto productivo de la OMYC, es el aprovechamiento maderable, el cual ha tenido las mayores utilidades en los últimos años, también vale mencionar que es el proyecto que subsidia otros proyectos productivos que se esperan obtengan rentabilidad y generen utilidades en el futuro.

La madera producida es comercializada en el mercado local e internacional, siendo los principales clientes, la empresa FORESCOM, REX LUMBER y compradores directos que se contactan con la OMYC.

Cuadro 2. Resumen de aprovechamientos forestales en los primeros quinquenios en la UM Uaxactún

Quinquenio	Años de intervención	Extensión Total (ha)	Especies Extraídas	Volumen Extraído (m ³)
1	2000 -2004	1749.40	Caoba	1,592.64
			Cedro	687.52
			Manchiche	510.40
			Santamaría	411.27
			Malerio blanco	67.07
			Malerio colorado	16.50
2	2005 - 2007	1343.94	Caoba	1,637.57
			Cedro	251.14
			Manchiche	484.25
			Santamaría	149.54
Total		3093.34	Caoba	3,230.21
			Cedro	938.66
			Manchiche	994.65
			Santamaría	560.81
			Malerio blanco	67.07
			Malerio colorado	16.50

Fuente: OMYC, 2004.

El cuadro 2, detalla el resumen del volumen de madera por especie, extraída en la Unidad de Manejo, en los primeros dos quinquenios de aprovechamiento forestal. Mientras que la figura 3, muestra la ubicación de los dos quinquenios dentro de la Unidad de Manejo Uaxactún.

Este proyecto productivo emplea a más de 60 personas en la etapa de aprovechamiento, entre los motosierristas, maperos, el bodeguero, peones, ayudantes y cocineras, todos trabajan con un plan de 22 días, y después se rota el trabajo a otro grupo para que realice las mismas actividades, esto se efectúa para generar empleo en la comunidad. Todos tienen sueldos acorde a su actividad que va desde Q.60.00 diarios para un peón, hasta Q.100.00 que puede ganar un motosierrista, mientras que en la etapa de aserrío se utilizan alrededor de 20 personas.

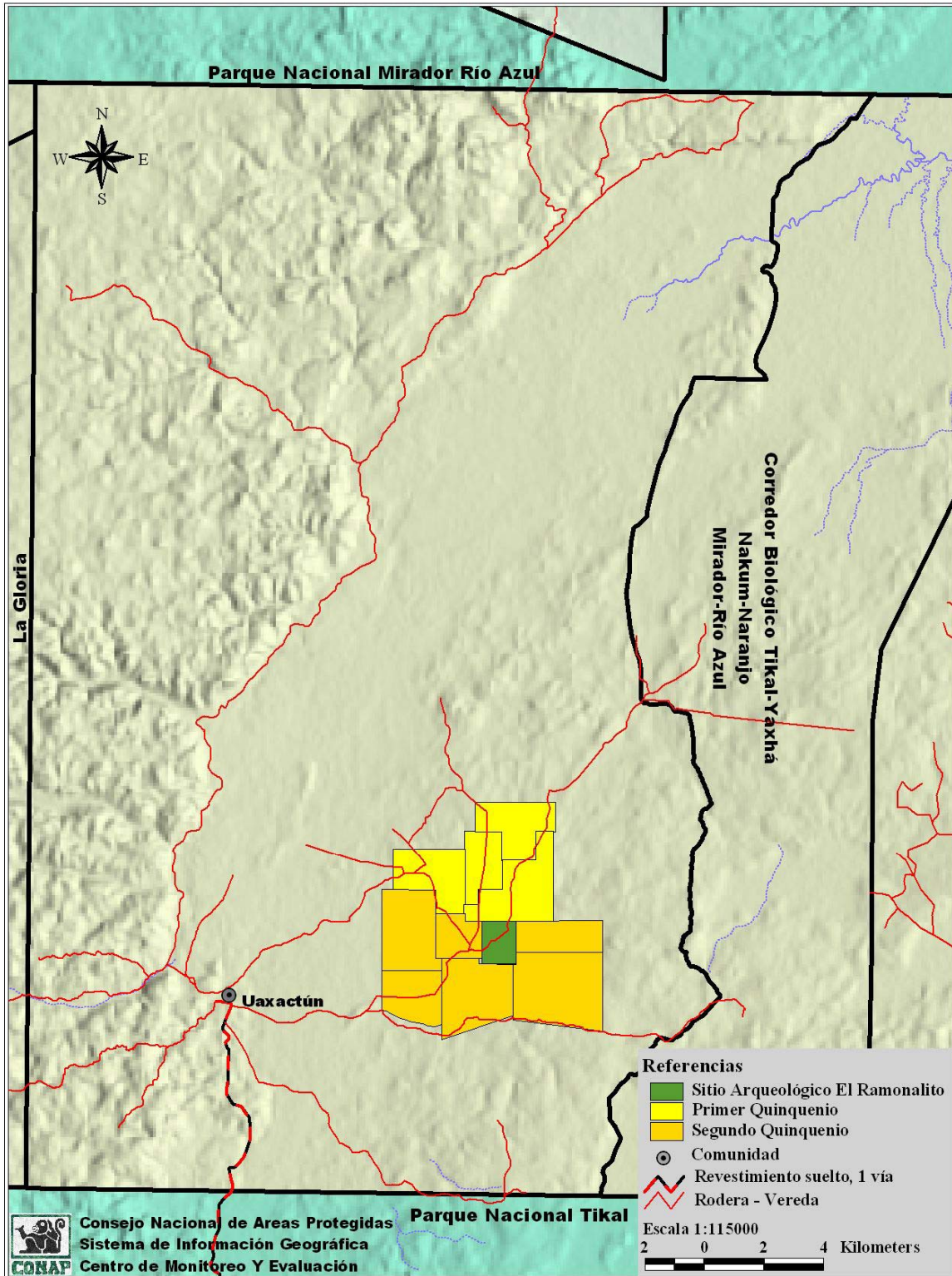


Figura 3. Mapa de ubicación de quinquennios de aprovechamiento maderable en la UM Uaxactún

Además existe un grupo de empleados permanentes, que lo componen: Coordinador del Proyecto, el regente forestal, el técnico forestal, los operadores de maquinaria, el planillero y el encargado de compras, todos estos tienen sueldos mensuales y también son encargados de la etapa de aserrío.

B. Proyecto xate

Se le conoce como xate a las especies del género *Chamaedorea*, que son abundantes en los bosques altos y bajos de las regiones Peteneras, esta es la fuente de ingresos directos a los comunitarios y socios de la OMYC (Palma, 2005). Esta Organización se hizo cargo de la administración del proyecto en año 2006, debido a que anteriormente el xate era manejado solamente por subcontratistas que compraban a los extractores y luego lo vendían a otros contratistas que llegaban desde la cabecera departamental. En el año 2007 fue aprobado el plan de manejo de extracción de xate, el cual entró en vigor en el mes de Marzo.

C. Proyecto pavo

Este proyecto se refiere a la cacería deportiva del pavo silvestre petenero o pavo ocelado (*Meleagris ocellata*), manejado por los comunitarios con el apoyo de la Wildlife Conservation Society –WCS¹-, CONAP y National Wild Turkey Foundation -NWTF²-, los beneficios económicos que genera el aprovechamiento (cacería) de un pavo macho, es de 1,450 dólares estadounidenses, los cazadores son traídos de los Estados Unidos en época de verano.

Este proyecto nació en los años 2002-2003, con el objetivo de generar ingresos económicos a la OMYC, y a la vez, conservar ésta y otras especies silvestres de aves y mamíferos, mediante la concientización a la población de una cacería responsable y basada en un calendario cinegético, que además, genere ingresos económicos en la comunidad. WCS ha realizado años de investigación sobre fauna silvestre en Uaxactún,

¹ WCS es la Sociedad para la conservación de vida silvestre y tierras salvajes.

² FWTF es la Fundación Norteamericana para la conservación del pavo silvestre y la caza tradicional.

siendo esta concesión junto a la de Carmelita, las únicas en la RBM, que incluyen fauna silvestre en su plan de manejo.

D. Otros proyectos

La OMYC, ha hecho grandes esfuerzos para ser el único ente de Uaxactún, que busque mercados y comercialice productos no maderables y otros servicios fuera de la comunidad, pero debido a la cultura de la utilización de contratistas, que a la vez subcontratan a otros contratistas, no a logrado obtenerlo; pero actualmente hay iniciativas de crear otros proyectos productivos entre los que están: extracción de resina de chicle (*Manilkara zapota*), extracción de fruto de ramón (*Brosimum alicastrum*), proyecto de carpintería comunitaria y proyecto de ecoturismo.

1.5.5 Beneficios conseguidos por OMYC

A. Beneficios a la comunidad

- Introducción y mantenimiento de agua entubada,
- Salario de dos maestros de educación básica por “Telesecundaria”, así como los materiales didácticos,
- Apoyo económico a estudiantes de bachillerato, que estudian en el área central del departamento de Petén,
- Transporte de comunitarios al área central del Departamento, por alguna emergencia,
- Introducción de teléfono comunitario,
- Ayudas sociales a los comunitarios, no importando si no son socios,
- Venta de subproductos de aserrío a bajo precio.

B. Impacto realizado por la OMYC

- Control de incendios en el área de la concesión y el corredor biológico -Tikal- Río Azul,
- 83,558.49 ha de bosque bajo manejo forestal sostenible, con certificado internacional de buen manejo (FCS),
- Ampliación de su contexto social local, a través de conocimientos de otras experiencias (participación e intercambio de experiencias locales e internacionales),
- Aunque aún hay conflictos y limitantes, los socios de la OMYC se han organizado para desarrollar e implementar una visión colectiva a favor de la comunidad y del bosque,
- Los beneficiarios directos del trabajo de la organización, son los socios y la comunidad, lo que ha contribuido a mejorar la calidad de vida de los miembros de la comunidad de Uaxactún,
- Han mantenido estable el crecimiento poblacional, debido a que se ha evitado el ingreso de familias inmigrantes al área.

C. Beneficio directo de los socios

- Creación de empleos en los diferentes proyectos productivos y de beneficio social,
- Salarios arriba del salario mínimo, incluyendo prestaciones laborales,
- Han gestionado y apoyado varias capacitaciones, en diferentes aspectos.

D. Otros beneficios

Además de los beneficios internos que han recibido directamente los socios de la OMYC, se pueden mencionar algunos beneficios indirectos que la asociación ha generado como:

- Acercamiento con entidades gubernamentales y no gubernamentales,
- Proyección social externa,

- Pago de impuesto al gobierno por volumen de madera y por pago de usufructo de la tierra,
- Pago de impuesto a la SAT,
- Pago de IGSS laboral,
- Pago de certificación forestal,
- Pago de asistencia técnica,
- Relación con medios de comunicación a nivel nacional e internacional,
- Participación en actividades de incidencia política nacional e internacional,
- Medio de facilitación para prácticas de estudiantes en los niveles de diversificado y universitario, así como investigaciones para tesis.

1.5.6 Características de la Sociedad Civil “Organización Manejo y Conservación” -OMYC-

El diagnóstico de la situación actual de la Sociedad Civil “Organización, Manejo y Conservación” -OMYC-, se realizó mediante un análisis FODA, cuyos elementos se describen a continuación.

A. Fortalezas

- La organización está bien establecida y se han cumplido en su mayoría todos los estatutos de la organización.
- Existen líderes con buena capacidad de dirigencia y poder de convocatoria.
- Cuentan con un buen recurso humano para realizar tareas administrativas.
- La mayoría de los socios empleados en los diferentes proyectos, tienen experiencia en aprovechamientos maderables y no maderables.
- Existe credibilidad por parte de las instituciones cooperantes, sobre el trabajo que esta realizando la Junta Directiva de la Organización, actualmente.

- Han cumplido con la mayoría de las condicionantes que les ha impuesto el CONAP y SMARTWOOD.
- Con las utilidades del aprovechamiento forestal, se han realizado proyectos de beneficio comunitario, por lo que la mayoría de los socios esta conforme con el trabajo de la Junta Directiva.
- La concesión de Uaxactún, ha sido el área donde se ha reportado menos incendios forestales en Petén, en los últimos años.

B. Oportunidades

- La OMYC ha sido premiada internacionalmente por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo -PNUD-, por su buen manejo forestal.
- El plan de manejo de xate permitirá que la OMYC pueda obtener ganancias de este proyecto, si lo logra aplicar y socializar.
- Actualmente hay varias instituciones no gubernamentales que están apoyando el proceso concesionario de Uaxactún.
- Actualmente existen varias iniciativas para nuevos proyectos productivos, como la creación de una carpintería comunitaria y turismo comunitario.
- Uaxactún, junto con Carmelita, son las únicas concesiones forestales de Petén, que tienen entre sus planes de manejo, el aprovechamiento de vida silvestre, el cual ha sido manejado exitosamente, incidiendo en la conservación de la fauna silvestre del lugar.
- Actualmente existe la iniciativa de realizar un programa internacional para el Pago por Servicios Ambientales, que podría beneficiar directamente a la -OMYC-.

C. Debilidades

- Varios socios y comunitarios de Uaxactún, no perciben aún, los beneficios indirectos que la organización ha logrado para la comunidad, por lo que se sienten inconformes.

- Aún no se ha realizado un estudio de rendimiento en aserrío para las especies de cedro, manchiche y santamaría, que se aprovechan en la concesión, por lo que genera problemas y atrasos en la comercialización de los productos aserrados.
- No se ha logrado poner en marcha el plan de manejo de xate, lo que ha generado que se tenga baja producción en la bodega de acopio de la OMYC.
- Falta un orden administrativo jerárquico o escalonado, para la planificación y ejecución de las diferentes actividades productivas y de administración de la Unidad de Manejo.
- La concesión no cuenta con un tractor de banda (oruga), para realizar trabajos en el aprovechamiento, debido a esto, cada año se tiene que alquilar uno y pagar un operador para realizar los trabajos de apertura de caminos.

D. Amenazas

- Existe la amenaza del avance de la frontera agrícola, debido a que la Unidad de Manejo no tiene bien definida el área para uso agrícola, lo cual podría representar un problema en la concesión, por parte de los comunitarios no socios de la organización.
- El Plan de Manejo de Xate, si no es socializado correctamente, puede llegar a causar conflictos dentro de la comunidad, debido a que aún existe la cultura de utilización de contratistas de productos no maderables.
- Varias personas han llegado a cazar a la Unidad de Manejo, con licencias autorizadas desde la capital, lo cual pone en peligro el plan de manejo del proyecto pavo.

1.6 Conclusiones

1. Se caracterizó la situación de la Sociedad Civil “Organización Manejo y Conservación” -OMYC-, hasta Marzo de 2007. Se identificaron los impactos, en su mayoría positivos, que ha realizado dicha organización, dentro de la Unidad de Manejo; como a nivel nacional e internacional se ha obtenido el reconocimiento en la conservación del área, mediante el manejo forestal sostenible, en manos de comunidades organizadas y con cultura forestal.
2. Con los recursos que han obtenido del aprovechamiento forestal, han logrado dar beneficios directos e indirectos a los comunitarios de la aldea Uaxactún, Flores, Petén, logrando así, mejorar sus condiciones de vida. Aunque existen algunos conflictos sociales aún, debido a que varios comunitarios no son socios de la organización y no perciben los beneficios indirectos del manejo forestal, los cuales realizan ilegalidades dentro de la Unidad de Manejo y generan malestar entre los socios.
3. Se determinaron las proyecciones institucionales, necesidades e intereses de la Organización. Se identificó que es indispensable realizar monitoreos de las áreas bajo aprovechamiento maderable, para recopilar información de base para posteriormente proponer tratamientos silviculturales que mejoren la calidad del bosque. Además se identificó la necesidad de realizar evaluaciones de rendimientos de aserrío de las especies aprovechadas actualmente, para la obtención de mayores saldos de comercialización de los productos transformados.
4. Se identificaron los factores que afectan y benefician a la OMYC. En general se determinó que existen factores externos que afectan a la Organización, como los conflictos sociales de la comunidad de Uaxactún; pero también existen oportunidades muy buenas, como el pago por servicios ambientales y el ecoturismo, que pueden llegar a integrar a toda la comunidad, además de capitalizar a la Organización.

1.7 Bibliografía

1. Bámaca, E. 1999. Diagnóstico de la sociedad civil Organización, Manejo y Conservación -OMYC- Uaxactún, Flores, Petén. EPSA Diagnóstico. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 47 p.
2. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1972. Mapa topográfico de la República de Guatemala: hoja Río Santa María, no. 2369-III. Guatemala. Escala 1:50,000. Color.
3. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1973. Mapa topográfico de la República de Guatemala: hoja El Ramonal, no. 2368-I. Guatemala. Escala 1:50,000. Color.
4. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1973. Mapa topográfico de la República de Guatemala: hoja Río Azul, no. 2368-III. Guatemala. Escala 1:50,000. Color.
5. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1973. Mapa topográfico de la República de Guatemala: hoja Tikal, no. 2267-I. Guatemala. Escala 1:50,000. Color.
6. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1973. Mapa topográfico de la República de Guatemala: hoja Uaxactún, no. 2368-II. Guatemala. Escala 1:50,000. Color.
7. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1973. Mapa topográfico de la República de Guatemala: hoja Xultún, no. 2368-IV. Guatemala. Escala 1:50,000. Color.
8. OMYC (Organización Manejo y Conservación, GT). 1999. Justificación técnica solicitud de la concesión forestal comunitaria de Uaxactún, Flores, Petén. Guatemala, CONAP / USAID. 49 p.
9. _____. 1999. Plan de manejo integrado unidad de manejo Uaxactún, sociedad civil Organización, Manejo y Conservación. Guatemala, CONAP / USAID / BIOFOR. 126 p.
10. _____. 1999. Reglamento interno de la sociedad civil Organización, Manejo y Conservación –OMYC- Uaxactún, Flores, Petén. Guatemala, CONAP / USAID. 13 p.
11. _____. 2004. Actualización plan de manejo integrado unidad de manejo “Uaxactún”, Sociedad Civil Organización Manejo y Conservación. Guatemala, CONAP / USAID / BIOFOR. 80 p.

12. Palma, M. 2005. Diagnóstico de los sistemas de producción, de la sociedad civil Organización, Manejo y Conservación -OMYC- Uaxactún, Flores, Petén. Guatemala, USAC, Centro Universitario de Petén. 32 p.
13. Pinelo, G. 1999. Diagnóstico de la comunidad de Uaxactún. EPS Ing. Forestal. Petén, Guatemala, USAC, Centro Universitario del Petén. 17 p.
14. Simmons, C; Tárano T, JM; Pinto Z, JH. 1959. Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. 1,000 p.

CAPÍTULO II.

INVESTIGACIÓN.

EVALUACIÓN DE RENDIMIENTOS DE ASERRÍO DE CAOBA (*Swietenia macrophylla* K.), CEDRO (*Cedrela odorata* L.) Y MANCHICHE (*Lonchocarpus castilloi* S.), EN LA UNIDAD DE MANEJO UAXACTÚN, RESERVA DE LA BIOSFERA MAYA, PETÉN, GUATEMALA.

RESEARCH

EVALUATION OF SAWMILL EFFICIENCY OF MAHOGANY (*Swietenia macrophylla* K.), CEDAR (*Cedrela odorata* L.) AND MANCHICHE (*Lonchocarpus castilloi* S.) IN THE UAXACTÚN MANAGEMENT UNIT, MAYA BIOSPHERE RESERVE, PETÉN, GUATEMALA.

2.1 Presentación

La comunidad de Uaxactún ha aprovechado por casi un siglo los recursos maderables y no maderables dentro de la Reserva de la Biosfera Maya. Dicha comunidad fue creada como un campamento chiclero alrededor de 1920. Desde entonces se ha dedicado a la extracción de productos del bosque. En 1999 les fue otorgada en concesión una extensión de 83,558 hectáreas por un periodo de 25 años prorrogables, bajo la coadministración de la Sociedad Civil “Organización, Manejo y Conservación” -OMYC-. Esta obtuvo su primer aprovechamiento forestal al siguiente año, sin embargo fue hasta el año 2004 que la Sociedad adquirió el aserradero que actualmente utiliza para transformar la madera que extrae anualmente.

El Instituto Nacional de Bosques -INAB- establece en el año 2003 para empresas forestales la transformación de madera en rollo a madera aserrada se obtiene un rendimiento del 45% para especies latifoliadas, según la circular No. 004-DSR-VIII-1-2003, acuerdo de gerencia No. 42-2003; una vez que estas empresas no cuenten con estudios actualizados que indiquen un rendimiento porcentual diferente.

Ante esta situación, se evaluaron rendimientos de aserrío en el aserradero industrial de la Unidad de Manejo Uaxactún, con el objetivo de conocer los coeficientes de rendimiento actuales de las especies caoba (*Swietenia macrophylla* K.), cedro (*Cedrela odorata* L.) y manchiche (*Lonchocarpus castilloi* S.), con el propósito de conseguir mayores saldos de comercialización y para establecer proyecciones de producción de madera transformada con base en la madera disponible en rollo de dichas especies.

Los resultados de las evaluaciones de rendimiento de aserrío se obtuvieron de julio a diciembre de 2007, los cuales fueron presentados al INAB, Región VIII, para adquirir la aprobación de actualización de saldos de comercialización.

2.2 Marco conceptual

2.2.1 Rendimiento de aserrío

En el proceso de transformación de madera rolliza a madera aserrada se originan pérdidas, debido a que un cilindro o cono se transforma a pieza de madera con dimensiones predeterminadas. Estas pérdidas son originadas por polvo de madera, aserrín, costaneras o cantos, pequeñas piezas de madera producto del despunte y piezas de madera que no poseen las dimensiones requeridas (INAB, 2005).

El rendimiento de aserrío se puede definir como la relación entre el volumen producido de madera aserrada y el volumen en troza. También se define como el volumen de productos aserrados obtenidos contra el volumen de troza empleada (Chávez y Guillén, 1997).

La forma más común para medir el rendimiento en aserrío es mediante la determinación del llamado coeficiente de aserrío o de aserrado. (Chávez y Guillén, 1997).

2.2.2 Coeficiente de aserrío

También llamado coeficiente de aserradero o de transformación. Es la relación entre el volumen de madera aserrada que se obtuvo y el volumen de los rollos que se usaron para producirla, cuando se mide en unidades métricas e inglesas (INAB, 2005):

$$Ca = \frac{ma}{mr}$$

Donde:

Ca = Coeficiente de aserrío

ma = madera aserrada en m^3

mr = Madera en Rollo en m^3

2.2.3 Ecuación Smalian

Por medio de ésta se calcula el volumen de la troza a partir de un cono truncado, por lo que se utilizan los parámetros de diámetro menor, el diámetro mayor (en centímetros) y la longitud total (en metros). Es la fórmula que calcula el volumen con mayor grado de exactitud, pero el tiempo de medición de las trozas es mayor (INAB, 2005).

$$V = \left[\frac{(D + d)}{2} \right]^2 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot L$$

Donde:

V = Volumen de madera en rollo en metros cúbicos

D = Diámetro mayor de la troza en metros

d = Diámetro menor de la troza en metros

π = 3.1416 (constante)

L = Longitud de la troza en metros

2.2.4 Rendimiento de madera aserrada en la industria forestal de Guatemala

El rendimiento en el país para especies en promedio con sierra de cinta (banda) se estima alrededor del 58%, el rendimiento promedio con sierra circular se estima alrededor de 45%; si existe una buena recuperación puede aumentar un 10%. Si se mejora la tecnología de corte de la sierra principal y secundaria, el rendimiento con sierra de cinta puede sobrepasar el 65%. Al partir de un mismo volumen, a mayor diámetro de la troza se obtiene mayor rendimiento si se compara con trazas de menor diámetro (INAB, 2005).

Los aserraderos que utilizan sierra principal circular promedian 45.9% de coeficiente de rendimiento, pero estos solo asierran especies de coníferas (Dante y Batres, 2001).

Para el caso de madera de pequeñas dimensiones (< o igual a 20 cm), el rendimiento puede ser alrededor del 30% (INAB, 2005).

A. Rendimientos de aserrío obtenidos en Petén

Petén es el departamento donde más se ha realizado este tipo de evaluaciones, debido a que el INAB lo tiene como requisito para la comercialización de madera aserrada, sobre todo para la especie de caoba, por eso algunos aserraderos lo han realizado, no solo para cumplir los requerimientos de esta Institución, sino que también para proyectar su producción anual.

B. Rendimientos con sierras de banda

Según estudio realizado, en cuatro aserraderos de la región petenera Hoil y Echeverría (1995), citados por Martínez (2002) se obtuvo un rendimiento promedio de 56.6% equivalente a 240 pies tablares (pt)/m³, para especies latifoliadas. (Martínez, 2002)

Anteriormente en la Unidad de Manejo Uaxactún, en el año 2004, se obtuvo un rendimiento de aserrío de 51% para la especie de caoba (*Swietenia macrophylla* G.), el cual fue presentado al INAB ese mismo año.

2.2.5 Eficiencia industrial

Es el resultado o producto del buen desempeño de los factores de la producción, principalmente, maquinaria, equipo, insumos (energía eléctrica) y recursos humanos. (INAB, 2005)

2.2.6 Aserrío primario

Consiste en acomodar la troza en el carro, de manera que se produzca la cantidad máxima de tablas de alta calidad y el menor desperdicio, con costo mínimo y de acuerdo con los requerimientos del mercado. El éxito de la operación de aserrado depende de lo juicioso que sea el aserrador al tomar decisiones al aserrar. Debido a la variación de las trozas, resulta imposible hacer reglas precisas que especifiquen la forma en la cual una troza se debe cortar (introducir al aserradero). (Martínez, 2002)

2.2.7 Aserrío secundario

Es el proceso de aserrío que se hace con las sierras secundarias, después de haber pasado por el aserrío primario, el cual sirve para obtener madera con ángulos rectos y márgenes paralelos (Martínez, 2002).

2.2.8 Equipo industrial de aserradero

A. Sierra de cinta o sierra principal

Este tipo de maquinaria se denomina sierra sin fin vertical u horizontal simple; su corte es en un solo sentido. El sistema de corte más empleado es el de desdoble tangencial (Chávez y Guillén, 1997).

B. Carro portatrozas

El movimiento longitudinal del carro se genera sobre rieles. El movimiento hacia el elemento cortante (sierra de cinta) y hacia atrás (después del corte), se transmite por el sistema de cables de acero. El movimiento transversal se produce a través de las escuadras de accionado mecánico, para dar a la madera el espesor requerido. El sistema de fijación de la troza es mediante sujetadores tipo gancho, accionados en forma manual (Chávez y Guillén, 1997).

C. Desorilladora

La desorilladora o canteadora se utiliza para producir tablas o tablones con cantos paralelos, y elimina los cantos con inclusión de corteza y albura. Las tablas o tablones provenientes de la sierra principal son transportadas y alimentadas a la desorilladora en forma manual, para su canteado, por medio de una o más sierras circulares (Chávez y Guillén, 1997).

D. Despuntadora

Por lo general son de tipo pendular y realizan cortes transversales o perpendiculares al eje de la tabla. Su función es cortar los extremos de las tablas o tablonés, de manera que éstas tengan ángulos rectos en sus extremos. También se utilizan para eliminar defectos en las tablas como rajaduras, extremos podridos, grietas, etcétera (Chávez y Guillén, 1997).

E. Sala de afilado

La sala de afilado de sierras es la que se designa para aprovisionar en forma permanente las sierras de cinta o las circulares, debidamente acondicionadas para actividades de aserrío y reaserrío. Para sus operaciones cuenta con una laminadora, afiladora, biseladora y otros.

En esta sala se realizan los trabajos de amoldado, tensionado, aplanado y trabado, también es depósito de sierras cintas (Chávez y Guillén, 1997).

2.2.9 Esquema del aserradero industrial de la UM Uaxactún

El esquema del aserradero industrial de la UM Uaxactún, se muestra en la figura 4, el cual presenta la secuencia del proceso de aserrío y la distribución del personal que trabaja en cada uno de ellos.

2.2.10 Medidas comerciales de madera aserrada

A. Largos

Los estándares para maderas latifoliadas se clasifican de acuerdo con la longitud de la pieza: largos se le denomina a las piezas con longitudes \geq a 6' (1.83 m) y cortos, a las piezas \leq a 5' (1.53 m) (Palma, 2004)

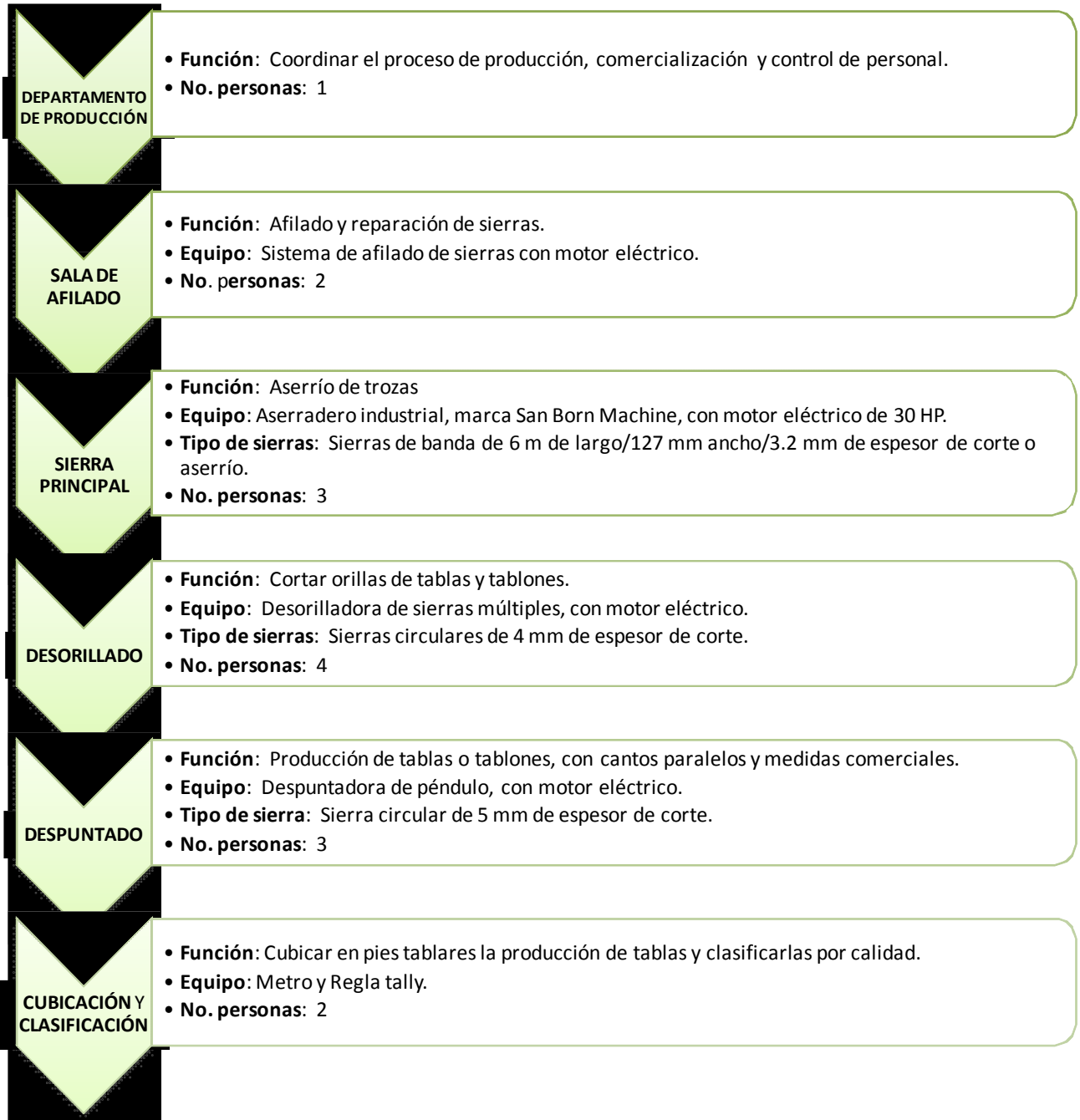


Figura 4. Esquema del aserradero industrial de la UM Uaxactún

B. Espesor sin cepillar

Los espesores estándar para maderas sin cepillar son: 3/8" (0.95 cm), 1/2" (1.57 cm), 3/4" (1.91 cm), 1" (2.54 cm), 1 1/4" (3.18 cm), 1 3/4" (4.45 cm), 2" (5.08 cm), 2 1/4" (5.72 cm), 2 1/2" (6.65 cm), 3" (7.62 cm), 3 1/2" (9.2 cm), 4" (10.16 cm), 4 1/2" (11.73 cm), 5" (12.7 cm) y 6" (15.24 cm) (CATIE / CONAP, 1999)

C. Norma sobre anchos mínimos

El 90% de las tablas de ancho mínimo de un grado de clasificación determinado deben tener el ancho mínimo especificado; el 10% restante podrá tener hasta 1/4" (0.64 cm) menos de ancho. Esta regla se aplica para cada ancho del lote y para cualquier ancho especificado, excepto para durmientes, el ancho se determina en el punto más estrecho a lo largo de la longitud estándar. (CATIE / CONAP, 1999)

2.2.11 Cortes

Porción de tabla que se obtiene al cortar la troza transversal o longitudinalmente, la cual deberá ser lo suficientemente plana, lo que permite cepillar la tabla por ambas caras hasta lograr un grosor estándar cepillado. (CATIE / CONAP, 1999)

A. Corte de cara limpia

Es aquel que tiene una cara limpia o sin defectos y el lado pobre sano. La cara limpia del corte debe estar en el lado pobre de la tabla a no ser que la norma especifique lo contrario. Las grietas superficiales no son consideradas defecto, siempre y cuando éstas se puedan eliminar al cepillar y que ésta tenga un grosor estándar cepillado (Mancilla, 2002).

El concepto de corte de cara limpia se basa en que la mayoría de los usuarios de tabla desean madera limpia en el producto final, dado que la madera se trabaja suavemente y

además, para los acabados, barnizarla, laquearla o pintarla en procura de obtener un producto final más atractivo (Mancilla, 2002).

B. Corte sano

Es aquel corte libre de podredumbre, médula, acebolladura y arista faltante. La textura de la madera no se considera. Admite nudos sanos, picotazos de pájaros, manchas, vetas de color, grietas superficiales que no afecten su resistencia físico–mecánica, agujeros pequeños y picaduras (Mancilla, 2002).

Este corte sano está basado en que existen usuarios que encuentran atractiva la madera con sus defectos naturales y, en consecuencia, existe un grado de clasificación que acepta estos defectos naturales. Los cortes son establecidos a partir del peor lado de la tabla y contienen solo defectos sanos; su reverso está libre de defectos descalificados (no sanos) (CATIE / CONAP, 1999).

2.2.12 Demasía

Es la medida que se le agrega a la longitud de la troza al ser troceada en el bosque para garantizar el largo final de las piezas preestablecidas en el aserradero. Si la troza posee un largo menor de 9' (2.74 m) la demasía debe ser de 3" (7.62 cm), si la troza es de 10' para arriba la demasía debe ser de 4" (10.16 cm) ó 5" (12.7 cm) (INAB, 2005).

2.2.13 Medida de superficie (MS)

Es la medida en pies cuadrados de la superficie de la tabla. Se utiliza tanto para la clasificación de la madera como para registrar la cantidad de madera en cada tabla. Aunque esa medida se expresa con frecuencia en pies, en realidad es una medida de área en pies cuadrados (CATIE / CONAP, 2005).

La medida de superficie también puede determinarse con la regla de madera que por lo general tiene 3 pies de largo (7.62 cm), y entre 6 y 8 escalas distintas (CATIE / CONAP, 2005).

2.2.14 Pies tablares

Las tablas de anchos variables, clasificados en grados de calidad y en espesores, deben contarse por medidas de superficie y el conteo final debe ser el número de pies de tablas de una pulgada de espesor (2.54 cm). En tablas de espesores mayores de 1", se multiplica la MS por el espesor (en pulgadas y fracción de pulgadas) (CATIE / CONAP, 2005).

2.2.15 Reglas de clasificación de madera dura

Los grados de maderas duras han sido adoptados para establecer el valor comparable de la tabla y sirve de base para comprarlas, según las distintas aplicaciones (Martínez, 2002).

Las reglas son el resultado de un estudio largo y cuidadoso, hecho por madereros en cooperación con los que trabajan la madera. El fin es dar y obtener los mejores productos al alcance, conservar los bosques, mantener un lenguaje, términos y especificaciones madereras, que permitan un entendimiento inmediato entre compradores y vendedores, en cualquier ocasión y para cualquier uso en el que se requieran maderas duras (Martínez, 2002).

La codificación fundamental de las reglas fue creada en 1987 al formarse la Asociación Estadounidense de Maderas Duras -NHLA- (por sus siglas en inglés). Desde entonces han sido revisadas y aumentadas para reflejar las necesidades de la industria, bajo el consejo de un comité que representa las distintas especies y las áreas de producción (CATIE / CONAP, 2005).

A. Grados estándar de clasificación

a. Grado de calidad FAS

Para poder graduar las tablas en esta calidad, deberán tener como mínimo las siguientes medidas (Mancilla, 2002):

- a. Tamaño mínimo de las tablas³: 6" x 8' (15.24 cm x 2.44 m)
- b. Tamaño mínimo de cortes⁴: 4" x 5' (10.16 cm x 1.52 m) ó 3" x 7' (7.62 cm x 2.13 m)
- c. La medida de la médula (en pulgadas) no debe exceder la MS (en pies)
- d. Arista faltante: $\frac{1}{2}$ del largo
- e. Rajaduras: 2 x MS si son de 1 pie o menos. Puede haber una diferencia de 1" (2.54 cm) en pie lineal
- f. Regla del primer pie lineal: debe contener el 75% de madera sana
- g. Nudos y agujeros: MS/3, excepto cuando están dentro del primer lineal (regla del primer pie)
- h. Alabeo y combado: la tabla entera deber poder cepillarse por ambos lados, hasta el espesor estándar cepillado

El grado FAS se determina en el peor lado de la tabla, para la que se usan cortes limpios con reversos sanos (Mancilla, 2002).

b. Grado de calidad FAS una cara (F1F)

FAS una cara (F1F) no deberá tener grado inferior a FAS en la mejor cara para la especie y no menor a No. 1 Común en la cara del reverso. Las aristas faltantes en la cara No. 1 Común de la tabla no deben sobrepasar $\frac{1}{3}$ del ancho y ninguno de los bordes deberá tener más arista faltante total que la de $\frac{1}{2}$ del largo (Mancilla, 2002).

Los requerimientos para este grado de calidad son (Mancilla, 2002):

³ Dimensiones mínimas de la pieza que son requeridas por el grado de calidad.

⁴ Dimensiones de cortes imaginarios que se realizan dentro de la pieza aserrada.

- a. Tamaño mínimo de las tablas: 6" x 8' (15.24 cm x 2.44 m)
- b. Tamaño mínimo de cortes: 4" x 5' (10.16 cm x 1.52 m) ó 3" x 7' (7.62 cm x 2.13 m)

c. Grado de calidad Selecta

Los requerimientos para este grado de calidad (Mancilla, 2002).

- a. Tamaño mínimo de las tablas: 4" x 6' (10.16 cm x 1.83 m)
- b. Tamaño mínimo de cortes: 4" x 5' (10.16 cm x 1.52 m) ó 3" x 7' (7.62 cm x 2.13 m).

El grado Selecta se basa en el grado de ambas caras. La cara buena debe ser FAS y la peor cara Común No. 1 (Mancilla, 2002).

El grado Selecta admitirá piezas de MS de 2' (0.61 m) y 3' (0.91 m) que sean el 100% limpias en un corte. Selecta admitirá también piezas de MS igual o mayor de 4 que califiquen FAS en la mejor cara y no menos que No. 1 Común en el reverso (Mancilla, 2002).

d. No. 1 Común

Los requerimientos para este grado de calidad son (Mancilla, 2002):

- a. Anchos 3" (7.62 cm) y mayores
- b. Longitudes: 4' a 16' (1.22 m a 4.88 m)
- c. Cortes mínimos: 4" ancho (10.16 cm) por 2' largo (.61 m) o 3" de ancho (7.62 cm) por 3' largo (0.92 m), excepto en piezas menores de 3" de ancho (7.62 cm) bajo la regla del ancho mínimo, los cortes del ancho total de la pieza están permitidos.

- d. No se admitirá ninguna pieza que contenga corazón encerrado o a la vista, que exceda en el total un medio de su longitud.

e. No. 2 Común

La clasificación de Común No. 2 se divide en dos categorías: No. 2A Común (corte limpio) y No. 2B Común (cortes sanos). Las especificaciones comunes para este grado de calidad son (Mancilla, 2002):

- a. Anchos: 3" (7.62 cm) y mayores.
- b. Longitudes: 4' a 16' (1.22 m a 4.88 m).
- c. Cortes mínimos: 3" ancho (7.62 cm) por 2' largo (0.61 m), salvo en piezas menores de 3" de ancho (7.62 cm) bajo la regla del ancho mínimo, se admiten cortes con ancho total de la pieza.
- d. No existe restricción con respecto al corazón si se encuentra fuera del área de corte requerida.

f. No. 3 Común

Los requerimientos para este grado de calidad son (Mancilla, 2002):

- a. Anchos: 3" (7.62 cm) y mayores.
- b. Longitudes: 4' a 16' (1.22 m a 4.88 m).
- c. Se admiten piezas que tendrán un rendimiento de 4/12 (33 - 1/3%) de cortes limpios no menores a 3" de ancho (7.62 cm) por 2' de largo (0.61 m), salvo en aquellas piezas menores a 3" de ancho (7.62 cm) bajo la regla de anchos mínimos.

g. Clasificación menor

La madera con calidad menor que la clasificación más baja descrita en estas reglas deberá medirse y reportarse como de clasificación menor o "rechazos" (Mancilla, 2002).

2.2.16 Características de la muestra

A. Caoba

Nombre común: Caoba

Nombre científico: *Swietenia macrophylla* K.

Familia: Meliaceae

a. Descripción botánica

Árbol caducifolio, de 35 a 50 m (hasta 70 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de 1 a 1.8 m (hasta 3.5 m). Tronco regularmente recto y limpio, ligeramente acanalado con contrafuertes bien formados hasta de 2 a 5 m de alto (Aguilar y Aguilar, 1992).

Hojas compuestas de 16-40 cm de largo, alternas paripinnadas o a veces imparipinnadas, agrupadas al final de las ramillas, de 12 a 40 cm de largo, incluido el pecíolo; folíolos de 3 a 5 pares, lanceolados u ovados, muy asimétricos con el margen entero (Aguilar y Aguilar, 1992).

Flores pequeñas, con cinco pétalos blanco amarillentos, agrupadas en inflorescencias axilares. Son unisexuales y el árbol es monoico (CATIE, 2003).

Semillas numerosas de 1 cm de largo, irregulares, comprimidas de color canela, provistas de una prolongación en forma de ala de 6 a 7 cm de largo, de sabor astringente y amargo (Aguilar y Aguilar, 1992).

Corteza externa profunda y ampliamente fisurada, con las costillas escamosas en piezas alargadas, pardo grisácea a moreno grisácea (CATIE, 2003).

b. Distribución

Se distribuye en toda América tropical, desde el sur de México hasta el norte de América del Sur. Se encuentra en altitudes de 50 a 500 msnm, y en algunos casos llega hasta los 1,400 msnm, con temperaturas de 22 a 28 °C, con climas secos, húmedos o muy húmedos, donde las precipitaciones oscilan entre 1,000 y 2,500 mm (CATIE, 2003).

c. Ecología

Se le encuentra a altitudes de 0-1300 msnm, a veces asciende hasta 1700 msnm, aunque es más común en el bosque primario húmedo de llanuras costeras, pantanosas o periódicamente inundadas, o a las orillas de los ríos, a veces en grandes grupos (Aguilar y Aguilar, 1992).

En áreas pantanosas desarrolla neumatóforos que le permiten resistir periodos largos de inundación. En tierras altas, por otra parte, desarrolla una raíz pivotante muy profunda que le ayuda a tolerar periodos largos de sequía. A lo largo de su distribución la precipitación oscila entre 630 y 5,000 mm, con estación seca de 2-6 meses y temperaturas medias de 23-27 °C. Los frutos son distribuidos por pequeños mamíferos, principalmente monos (CATIE, 2003).

d. Características generales de la madera

Madera con albura de color amarillo rojizo y duramen castaño rojizo, con transición gradual entre albura y duramen. Olor y sabor ausentes. Lustre alto. Textura mediana. Grano recto a entrecruzado. Moderadamente dura y pesada (CATIE, 2003).

e. Usos de la madera

Construcción en general (partes no sumergidas de barcos, puentes, durmientes, contrachapado para formaletas). Puede usarse en aplicaciones más decorativas como muebles y gabinetes, chapas, pisos y parquet, decoración de interiores exteriores, contrachapados, artículos deportivos, implementos y herramientas agrícolas, pulpa y papel. También se ha utilizado para leña y postes de cerca. La corteza contiene

propiedades medicinales y un alto contenido de taninos de buena calidad para curtiembre de pieles (CATIE, 2003).

B. Cedro

Nombre común: cedro

Nombre científico: *Cedrela odorata* L.

Familia: Meliaceae

a. Descripción botánica

Árbol mediano a grande de 12 a 60 m de altura y con un diámetro a la altura del pecho de 60 cm a 2.5 m. Fuste recto bien formado y cilíndrico, con contrafuertes en la base (CATIE, 2003).

Hojas compuestas, alternas paripinnadas y grandes, hasta de 1 m de largo, pecíolos de 8 a 10 mm de largo, foliolos de 10 a 30 opuestos oblicuamente, lanceolados, comúnmente de 4.5 a 14 cm de largo y 2.0 a 4.5 cm de ancho, largamente acuminados (CATIE, 2003).

Flores masculinas y femeninas en la misma inflorescencia, colocadas en panículas terminales o axilares de 35 a 40 cm de largo, los pedicelos de 1 a 2 mm, cáliz esparcidamente pubescente, los lóbulos agudos, pétalos oblongos de color crema verdoso de 5 a 6 mm de largo, agudos u obtusos (Aguilar y Aguilar, 1992).

Fruto en cápsulas con dehiscencia longitudinal septicida (se abre en cinco carpelos), 4 a 7 cm de largo; es leñoso, color café oscuro, de superficie externa lenticelada y lisa. El fruto se desprende una vez liberadas las semillas en estado inmaduro, posee un color verde, y al madurar se torna café oscuro, libera un exudado blanquecino, con fuerte olor a ajo antes de madurar (Aguilar y Aguilar, 1992).

Semillas aladas color pardo, elípticas, miden 1.2 a 4.0 cm de largo y entre 5 a 8 mm de ancho, con la parte seminal hacia el ápice del fruto, la testa es de color castaño rojizo; el embrión es recto, comprimido, color blanco o crema y ocupa gran parte de la cavidad de la semilla (Aguilar y Aguilar, 1992).

Corteza: en la parte externa es amarga y de color rojizo, profundamente fisurada, la corteza interna es de color rosada, y cambia a pardo amarillenta. Posee un olor característico a ajo y sabor amargo (CATIE, 2003).

b. Distribución

Se distribuye desde el Norte de México hasta el Norte de Argentina, incluidas las islas del Caribe. En Guatemala se encuentra en los departamentos de Petén, Quiché, Alta Verapaz, Izabal, Baja Verapaz, San Marcos, Quetzaltenango, Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla y Santa Rosa (Aguilar y Aguilar, 1992).

c. Ecología

Esta especie se desarrolla en las zonas de vida del Bosque seco subtropical, Bosque húmedo subtropical cálido y Bosque muy húmedo subtropical cálido. Crece en altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 1200 msnm. Se localiza en zonas con temperaturas promedio comprendidas entre los 20 y 30 °C, y precipitación entre 1,200 y 3,000 mm por año, con una estación seca de tres a cuatro meses. Se adapta principalmente a suelos bien drenados de textura arenosa, franco arenosa y arcillosa (CATIE, 2003).

d. Características generales de la madera

Posee duramen color marrón rosado con lustre áureo y albura color pardo amarillento, de olor fragante característico, su sabor es levemente amargo. Su grano es derecho y algo vetado semejante al de la caoba, tiene textura mediana con una figura compuesta por arcos superpuestos con reflejos dorados y satinados, su superficie es brillante y lisa al tacto cuando está cepillada, es moderadamente dura (CATIE, 2003).

e. Usos de la madera

Los primeros colonizadores y mayas la utilizaron por sus características principalmente para canoas y construcción de casas, pues es una madera que no es atacada por la polilla, también se usó con mucha frecuencia desde los tiempos de la Colonia para fabricar muebles, gabinetes, etc., por ser una madera muy fina y preciosa. Fue motivo de gran exportación para elaborar cajas para puros y cigarrillos desde el año 1800, hasta la fecha se usa para cajas de perfumes y lociones de calidad, por su fácil trabajo y robustez con relación a su peso (Aguilar y Aguilar, 1992).

Puede usarse en acabados y divisiones interiores, muebles de lujo, chapa plana decorativa, artículos torneados, gabinetes de primera clase, ebanistería, puertas y ventanas, puertas talladas, contrachapados, botes (partes internas), molduras y paneles. (CATIE, 2003).

C. Manchiche

Nombre común: Manchiche

Nombre científico: *Lonchocarpus castilloi* S.

Familia: Leguminosae

a. Descripción botánica

Árbol grande, frecuentemente de hasta 30 a 35 metros de alto y fuste de 1 m de diámetro a la altura del pecho. Fuste recto cilíndrico, algunas veces con pequeños contrafuertes en la base, libre de ramas en sus dos terceras partes (CATIE, 2003).

Hojas imparipinnadas alternas, de 10 a 25 cm de largo, con 15 a 23 folíolos con la punta redondeada. Tiene los nervios secundarios muy marcados en el envés, el cual es marrón rojizo (CATIE, 2003).

Inflorescencias en racimos, de 6 a 8 cm de largo, flores numerosas, rosadas o púrpuras, de 1 cm. Los frutos son vainas aplanadas, de color pardo rojizo, con 1 a 6 semillas (CATIE, 2003).

b. Distribución

Se distribuye desde el sudeste de México, Belice y Guatemala, donde se encuentra en Quiché, Alta Verapaz e Izabal, pero principalmente en Petén (CATIE, 2003).

c. Ecología

Especie del bosque húmedo subtropical, común en bosques pantanosos por encima de los 200 msnm, habitualmente en suelos superficiales de tipo calizo, y menos abundante en suelos profundos derivados de margas calcáreas. Es una especie de etapas avanzadas del bosque secundario, donde muestra gran abundancia y excelente regeneración (CATIE, 2003).

d. Características generales de la madera

La madera de la mayoría de las especies de *Lonchocarpus* es dura y pesada (0.6-0.8), fuerte y compacta, normalmente tiene una diferencia marcada entre la albura (blanca, clara o amarillenta) y el duramen (café rojizo o amarillo intenso con vetas café rojizas); las superficies aserradas tangencialmente suelen presentar una figura muy atractiva, alterna con fibras oscuras y claras, lo que produce un bello veteado (CATIE, 2003).

La dureza y el grano (casi siempre oblicuo o muy irregular) la hace difícil de trabajar con máquina o con herramientas manuales. La textura es áspera, es muy resistente al ataque de insectos y a la descomposición. El secado se produce a velocidades moderadas y es relativamente estable, sin producir defectos de consideración (CATIE, 2003).

e. Usos de la madera

Sus usos principales son aquellos donde no se requiere mucho esfuerzo para trabajarla, como construcción en general y rústica, donde el acabado y niveles de carpintería empleados no sean muy elevados. También se emplea como leña, estacas y postes de cercas. Además se usa para muebles de hermosos veteados u otras aplicaciones, tiene gran potencial para pisos industriales y decorativos. En general es madera demasiado dura y pesada para contrachapado, en ocasiones cuando el grano lo permite y la labor es fácil o si se dispone de maquinaria adecuada (CATIE, 2003).

2.3 Objetivos

2.3.1 Objetivo general

Evaluar los rendimientos de aserrío de las especies caoba (*Swietenia macrophylla* K.), cedro (*Cedrela odorata* L.) y manchiche (*Lonchocarpus castilloi* S.), aprovechadas en la Unidad de Manejo Uaxactún.

2.3.2 Objetivos específicos

1. Estimar el rendimiento comercial en pies tablares de madera aserrada a partir de un metro cúbico de madera en rollo, procesada en el aserradero industrial de la Unidad de Manejo Uaxactún.
2. Determinar el rendimiento en porcentaje por grados de calidad, de acuerdo con la clasificación de la NHLA (National Hardwood Lumber Association).
3. Obtener el modelo de regresión que permita determinar el rendimiento de volumen en metros cúbicos de madera aserrada, de acuerdo con las dimensiones de la troza requerida.

2.4 Metodología

2.4.1 Selección de la muestra

Se evaluaron 90 trozas, 30 por cada especie en estudio, debido a que el INAB exige un promedio de 30 trozas para avalar estudios de rendimiento. Las trozas fueron elegidas al azar y agrupadas por clase diamétrica, con un intervalo de 10 cm entre cada clase, para tal división se consideró el diámetro menor de la troza sin corteza.

2.4.2 Identificación de las trozas muestra

Cada troza evaluada se identificó con un número correlativo en ambas caras, para lo cual se utilizó pintura aerosol azul. Cada pieza de madera aserrada se identificó con el mismo número de la troza en turno, con crayón forestal, para determinar la cantidad de madera producida por dicha troza y así evitar al máximo errores en el volumen.

2.4.3 Cubicación de las trozas

Se cubicó cada troza seleccionada en metros cúbicos, utilizando la ecuación Smalian (descrita anteriormente), para lo cual se utilizaron boletas como la que muestra en la figura 8A.

2.4.4 Transformación de las trozas

Cada troza fue procesada para obtener el mayor volumen de madera aserrada en piezas de dimensiones determinadas, en función de las dimensiones estándares y características pedidas por los compradores de la madera.

Las trozas fueron transformadas en un aserradero de banda, marca San Born Machine, el cual posee un motor eléctrico de 30 caballos de fuerza (HP), y utiliza sierras de banda de 6 m de largo, 127 mm de ancho y 3.2 mm de espesor de corte o aserrío (1/8"). Cada pieza aserrada era enumerada al salir del aserradero, para medir su volumen, con el número correspondiente.

La figura 7A muestra el mapa de ubicación del aserradero industrial de Uaxactún, dentro de la Unidad de Manejo.

2.4.5 Medición y registro de la producción

A cada troza aserrada se le midió la cantidad de madera en pies tablares, utilizando la Cleveland Lumber Scaling Rules o Regla "Tally"⁵, incluidas piezas largas y cortas. El grosor de cada tabla se determinó con base en los requerimientos del mercado, apegados a los tamaños estándares. Esta información se registró en la boleta diseñada para el efecto, donde se anotó la especie y los números de trozas, piezas y medidas de superficie⁶, como se muestra en la boleta presentada en la figura 9A.

2.4.6 Determinación del coeficiente de aserrío

El porcentaje de rendimiento se determinó de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento \%} = \frac{\text{Volumen de madera aserrada}}{\text{Volumen de madera en rollo}} \times 100$$

El volumen de madera aserrada fue estimado en pies tablares, midiendo las dimensiones de las piezas en pies y pulgadas, del total de los pies que rinda la troza (volumen comercial), ésta se dividió entre el volumen de madera en rollo, convirtiendo los pies tablares a metros cúbicos, de acuerdo con 1m^3 es igual a 424 pies tablares (volumen aserrado).

⁵ Regla de madera con cabeza metálica, que por lo general tiene 3 pies de largo y presenta de 6 a 8 escalas distintas. Para usar la regla se posiciona la cabeza metálica sobre los bordes de la tabla, usando la escala que corresponde al largo, y se lee la medida de superficie (MS) en el otro borde de la tabla.

⁶ Medida en pies cuadrados de la superficie de la tabla

2.4.7 Clasificación de los grados de calidad de la madera aserrada

La madera aserrada de la muestra fue clasificada según su grado de calidad propuesto por la NHLA, con el propósito de determinar el porcentaje de cada grado de calidad; Cortos, Rechazo, Común 1 a 3, FAS y Selecta. Este tipo de clasificación varió entre una especie y otra, según los compromisos de comercialización adquiridos.

2.4.8 Análisis estadístico de la información

Se aplicó un análisis de correlación para determinar el grado de relación de las variables. Además se aplicó un análisis de regresión para obtener el modelo matemático que permita hacer proyecciones futuras del volumen en pies tablares, de acuerdo con las diferentes dimensiones de una troza de madera de las tres especies en estudio. La información recabada se analizó mediante los paquetes electrónicos EXCEL y SAS, con 95% de confiabilidad y un 15% de error, para concluir con bases confiables.

2.5 Resultados

2.5.1 Agrupación de las muestras por clase diamétrica

Para determinar los rendimientos de aserrío promedio de las especies: caoba (*Swietenia macrophylla* K), cedro (*Cedrela odorata* L.) y manchiche (*Lonchocarpus castilloi* S.), fueron evaluadas 30 trozas por especie, las cuales representan el 4.5%, 24.7% y 23.3%, respectivamente, del volumen total a aserrado. El número de trozas evaluadas fueron escogidas en función del número promedio de trozas requeridas por el INAB, y de la disponibilidad del tiempo y del recurso humano para realizar la evaluación.

Las trozas muestra fueron elegidas al azar y agrupadas por clase diamétrica como se muestra en la figura 5.

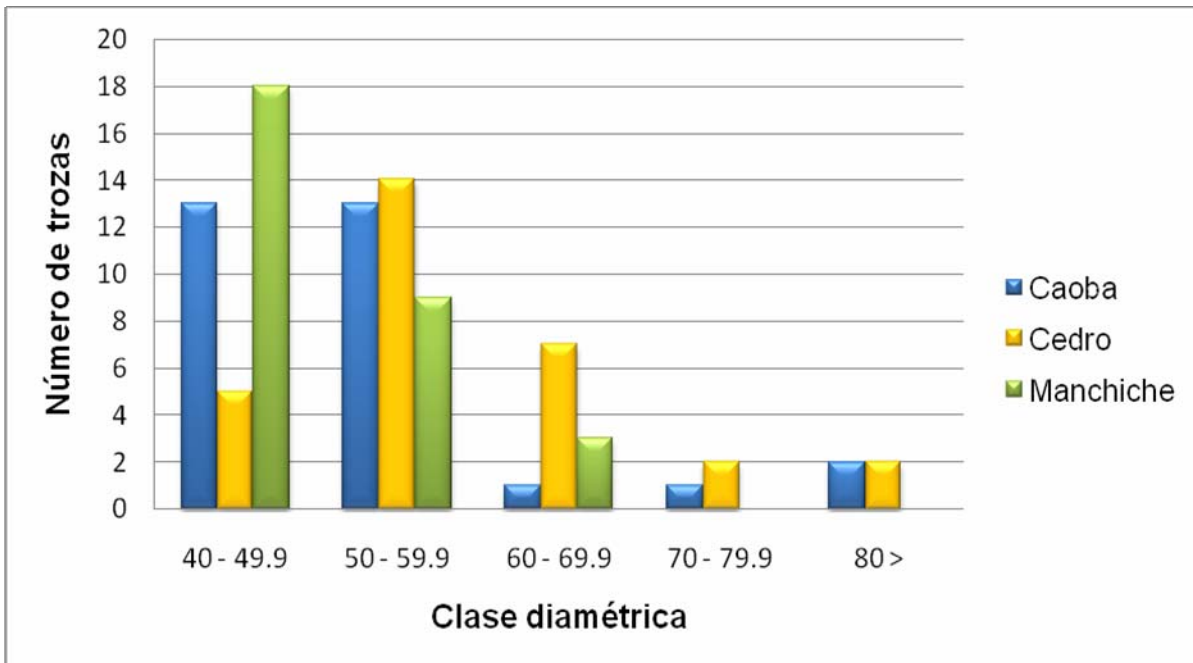


Figura 5. Distribución de trozas por clase diamétrica y por especie

Como se observa en la gráfica anterior, la especie caoba se distribuye en mayor proporción en las clases diamétricas de 40 y 50 cm, debido a que la muestra total poseía

una mayor cantidad de trozas obtenidas de la sección superior del fuste, generada por los cortes de saneamiento o troceo⁷.

Respecto a la muestra de cedro, la mayor distribución la presentaron las clases diamétricas de 50 y 60 cm, porque la muestra tuvo una mayor proporción en esta clasificación, con respecto al volumen total aserrado, lo cual permitió obtener trozas de la sección basal del fuste de los árboles aprovechados.

Para la especie de manchiche únicamente se pudieron evaluar tres clases diamétricas, a diferencia de las cinco evaluadas para caoba y cedro, ya que se empleó el diámetro menor para la agrupación de las trozas y que en especies secundarias es muy raro encontrar trozas de grandes diámetros.

2.5.2 Características de la muestra bajo estudio

El siguiente cuadro presenta el volumen total de las 90 trozas evaluadas para las tres especies en estudio, el volumen comercial obtenido en metros cúbicos y pies tablares, así como el número de piezas comerciales producidas por especie.

Cuadro 3. Características de la muestra de tres especies en estudio

Especie	Volumen en rollo (m ³)	Volumen transformado		Piezas comerciales aserradas
		m ³	pt	
Caoba	24.97	13.87	5,880.50	1,126
Cedro	29.56	15.01	6,366.13	1,187
Manchiche	21.01	8.83	3,744.73	665

⁷ Cortes de campo realizados para obtener el máximo largo de madera aprovechable, y a la vez para manipular las trozas en condiciones controladas.

2.5.3 Rendimientos y coeficientes de aserrío

Después del análisis de los datos obtenidos en la transformación de las tres especies en estudio, se determinaron los rendimientos comerciales de aserrío en pies tablares por metro cúbico y los coeficientes de aserrío, los cuales se presentan en el siguiente cuadro.

Cuadro 4. Rendimiento de aserrío de tres especies en estudio por clase diamétrica

Especie	Datos	Clase diamétrica					Promedio total
		40 - 49.9	50 - 59.9	60 - 69.9	70 - 79.9	80 >	
Caoba	Número de trozas	13	13	1	1	2	30
	Rendimiento pt/m ³	247	225	185	254	234	235
	Coeficiente de aserrío	58.31	53.03	43.56	59.91	55.20	55.37
Cedro	Número de trozas	5	14	7	2	2	30
	Rendimiento pt/m ³	233	208	209	208	234	214
	Coeficiente de aserrío	55.05	49.10	49.22	49.00	55.20	50.52
Manchiche	Número de trozas	18	9	3	--	--	30
	Rendimiento pt/m ³	171	184	185	--	--	176
	Coeficiente de aserrío	40.35	43.49	43.57	--	--	41.61

El rendimiento de aserrío de caoba presentó una tendencia irregular con respecto a las diferentes clases diamétricas en las que fueron distribuidas las muestras, a causa de que varias trozas muestra estaban dañadas por rajaduras, podreduras e insectos en la parte de la médula del árbol, sobre todo en las clases diamétricas de 60 cm, provenientes de los secciones basales del fuste. Este es un problema típico de esta especie en algunas áreas de la unidad de manejo y en el departamento de Petén, por lo que generalmente en los aprovechamientos forestales se realizan inspecciones que permitan identificar árboles con daños, que puedan afectar el rendimiento de aserrío y producción total de madera.

En cuanto a la distribución de clases diamétricas de 40 cm se obtuvieron rendimientos de 247 pt/m³, debido a que las trozas muestra poseían un buen estado fitosanitario y condiciones de forma bastante cilíndricas, lo que permitió un alto coeficiente de aserrío total de 235 pt/m³.

Como podemos observar en el cuadro 4, la especie cedro presentó la misma tendencia que la de caoba en las clases diamétricas de 50, 60 y 70 cm, debido a que las trozas muestreadas presentaban los mismos defectos de sanidad, por lo que se obtuvo un rendimiento total de 214pt/m^3 . Es recomendable mencionar que tanto los rendimientos de aserrío como la calidad de la madera van a variar dependiendo de la calidad de sitio donde haya sido extraída.

La especie de manchiche presentó un rendimiento directamente proporcional al diámetro de la troza, esto corresponde a que las trozas muestras no poseían daños por podreduras e insectos, ya que es una especie altamente resistente a degradadores, por su dureza y densidad. Sin embargo, el rendimiento total fue de 176 pt/m^3 , porque la madera de esta especie presenta bien definidos el duramen (color pardo rojizo oscuro) y la albura (color crema amarillento), conocido en la industria maderera como “sámago”. La albura o sámago es eliminado en el desorillado y despuntado, y se deja únicamente la parte del duramen que es la parte comercial, por lo que sus rendimientos son más bajos que en las otras dos especies.

La siguiente gráfica muestra los coeficientes de aserrío por clases diamétricas y por especie, además del coeficiente promedio por especie, que es el parámetro utilizado para determinar el rendimiento o eficiencia de aserrío de una industria de transformación en particular. Como se puede observar, los coeficientes de caoba y cedro son mayores que el 45% estipulado por el Intituto Nacional de Bosques en el aserrío de especies latifoliadas, mientras que el coeficiente de manchiche fue menor, debido a las causas descritas.

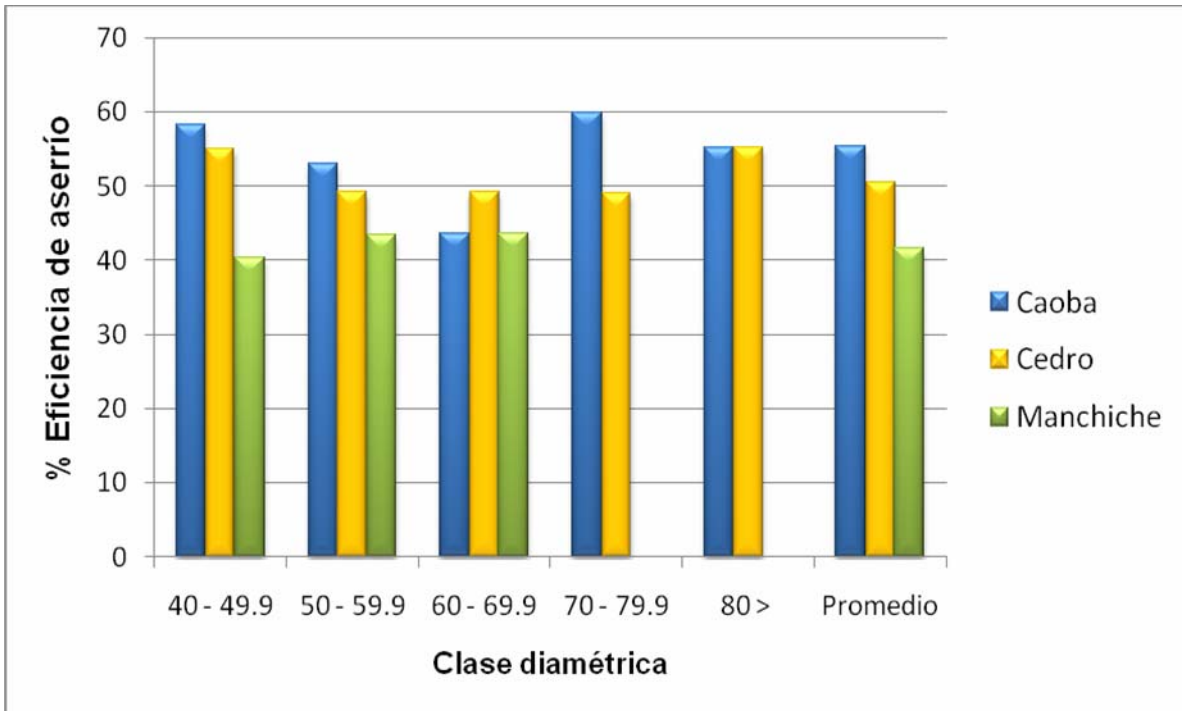


Figura 6. Coeficientes de aserrío por clase diamétrica y por especie.

2.5.4 Rendimiento de aserrío por grados de calidad

La clasificación de la madera por grados de calidad es establecida para su comercialización internacional y está estandarizado según las reglas de la Asociación Estadounidense de Maderas Duras -NHLA- (por sus siglas en inglés). El aserradero industrial de Uaxactún tiene como objetivo obtener los mayores rendimientos de aserrío en los grados de calidad más altos, ya que éstos representan más ganancias en su comercialización.

La clasificación de los grados de calidad puede variar dependiendo del tipo de especie, las especificaciones de los compradores y los tratos de comercialización que establezca la industria de Uaxactún con los compradores, pero siempre se basan en los estándares propuestos por la NHLA.

Cuadro 5. Rendimiento de aserrío por grados de calidad de las tres especies en estudio

Especie	Calidad	Volumen (m³)	Volumen (pt)	Rendimiento (%)
Caoba	Selecta a FAS	9.60	4,069	38.31
	Cortos	2.64	1,118	10.52
	Rechazo	1.64	694	6.53
	Total	13.87	5,881	55.37
Cedro	No. 1 Común a FAS	10.68	4,530	35.95
	Cortos	2.04	866	6.88
	Rechazo	2.29	970	7.70
	Total	15.01	6,366	50.52
Manchiche	No. 3 Común a Selecta	1.27	540	6.00
	Cortos	6.48	2,749	30.55
	Rechazo	1.07	456	5.06
	Total	8.83	3,745	41.61

Este cuadro muestra los resultados de los rendimientos de aserrío por grados de calidad para las tres especies en estudio, donde se observa que para la especie caoba se obtuvieron mayores rendimientos en los grados de clasificación más altos, que van de Selecta a FAS con un 38.31%. Esta especie presentó mejores características en las piezas de dimensiones largas, cualidades que la industria busca obtener, por el valor de su comercialización en el mercado internacional.

En cuanto a la especie cedro, los grados de clasificación de calidad más altos tratados para su comercialización partieron de No. 1 Común a FAS, donde también se registraron los mayores rendimientos, con 35.95%, la razón fue la misma que para la especie caoba, aunque el rendimiento de ésta fue menor que el de la caoba, por presentar mayor cantidad de daños causados por degradadores.

En tanto que la especie manchiche mostró mayores rendimientos en las piezas de dimensiones cortas, porque ésta necesita un proceso de aserrío secundario (desorillado y despuntado) más complejo, para que tenga aceptación comercial. Esta misma razón

determina que los porcentajes de rendimientos sean bajos, por el alto grado de desperdicio que produce el aserrío secundario.

Es preciso mencionar que la búsqueda de mayores volúmenes de madera de alta calidad puede disminuir el rendimiento general, a causa del proceso de aserrío secundario, pero al final éstos pueden generar mayores ganancias en la comercialización. En el cuadro 8A se presentan los precios promedio de comercialización de las tres especies en estudio, según convenios establecidos por la industria de Uaxactún en el 2007.

Es importante tomar en cuenta que antes del aserrío de las trozas se debe determinar las dimensiones de los productos deseados, ya que una decisión errónea puede ocasionar la reducción del rendimiento comercial total y en el grado de apariencia o calidad de la madera en el producto final.

2.5.5 Análisis estadístico de la información

Para obtener los resultados de los estimadores estadísticos que se enmarcan en el cuadro número 6, se analizaron los datos de la muestra, a través de los programas EXCEL y SAS (Statistical Analysis System).

El coeficiente de aserrío promedio de la especie caoba fue de 55.37%, como se observa en el cuadro siguiente, y se encuentra entre los límites de confianza inferior de 52.50% y superior de 58.25%, considerando un nivel de significancia de 5% para concluir con bases confiables. El coeficiente de variación fue de 16.72%, el cual es muy bueno para la diversificación de diámetros de las trozas muestra utilizadas para el estudio.

En cuanto que la especie cedro presentó una media del coeficiente de aserrío de 50.52%, con límites de confianza inferior a 48.48% y superior a 52.56%. Además el coeficiente de variación, de 13.03%, es el más bajo de las tres especies.

Cuadro 6. Estimadores estadísticos de la muestra

Descripción	Estimadores estadísticos		
	Caoba	Cedro	Manchiche
Promedio de coeficiente de aprovechamiento	55.37	50.52	41.61
Coeficiente de variación	16.72	13.03	22.64
Desviación estándar	9.26	6.58	9.42
Error de muestreo	2.87	2.04	2.92
Error de muestreo con porcentaje de la media	5.19	4.04	7.02
Error estándar	1.69	1.20	1.72
Límite de confianza inferior	52.50	48.48	38.69
Límite de confianza superior	58.25	52.56	44.54

Mientras que la especie manchiche presentó una media de 41.61%, con límites de confianza inferior a 38.69% y superior a 44.54%, y un coeficiente de variación de 22.64%.

Como se observa el cuadro anterior, el error de muestreo en porcentaje de la media fue de 5.19%, 4.04% y 7.02% para caoba, cedro y manchiche, respectivamente, lo que indica que el tamaño de la muestra fue adecuado, ya que ninguno excede del 15%, a un nivel de significancia de 5%.

A. Determinación del modelo de regresión

El presente estudio fue sometido a un análisis de correlación con el paquete de cómputo SAS para obtener el modelo de regresión que presentara la r^2 más ajustada para las tres especies en estudio, cuyos resultados determinaron que el modelo matemático que más se adapta para las tres especies es el modelo de regresión múltiple, los cuales se muestran en el cuadro 7.

Cuadro 7. Modelos de regresión de las tres especies en estudio.

Especie	Modelo Matemático	Indicadores	
		r^2	r^2 ajustada
Caoba	$Y = -1.028180 + 1.942447 * Dm (m) * 0.127826 * L (m)$	0.97349	0.971526
Cedro	$Y = -0.977889 + 1.793615 * Dm (m) * 0.122595 * L (m)$	0.970456	0.968268
Manchiche	$Y = -0.805423 + 1.477282 * Dm (m) * 0.100974 * L (m)$	0.982954	0.981691

Donde:

Y = Volumen en metros cúbicos

Dm = Diámetro medio en metros

L = Longitud en metros.

Para la obtención de los modelos matemáticos de las tres especies en estudio presentados en el cuadro 7, se evaluó la variable dependiente constituida por el volumen de madera transformada (Y) y las variables independientes integrado por el diámetro medio de las trozas (X_1) y la longitud de las trozas (X_2), todas en unidades métricas.

La especie caoba obtuvo una r^2 ajustada = 0.971526, con un error medio cuadrado de 0.002% y un coeficiente de variación de 9.63%, cuyos resultados son indicadores de que existe un regresión significativa a un nivel de significancia de 0.001%.

En el caso de cedro se obtuvieron datos de la r^2 ajustada = 0.968268, con un error medio de 0.002% y un coeficiente de variación de 8.99%, de igual forma, la regresión se aceptó como significativa.

Mientras que para manchiche se obtuvo una r^2 ajustada = 0.981691, un error de medio de 0.001%, el más bajo de las tres especies evaluadas, y un coeficiente de variación de 8.97%.

2.6 Conclusiones

1. El rendimiento comercial promedio, en pies tablares de madera aserrada por metro cúbico de madera en rollo, de la especie caoba (*Swietenia macrophylla* K.) es 235 pt/m³, correspondiente a un coeficiente de aserrío promedio de 55.37%; con un intervalo de confianza que oscila entre el 52.50% y 58.25%.
2. La especie de cedro (*Cedrela odorata* L.) registró un rendimiento comercial de 214 pt/m³, equivalente a un coeficiente de aserrío promedio de 50.52%; el cual se encuentra entre los límites de confianza inferior y superior a 48.48% y 52.56%, respectivamente.
3. En lo que respecta a la especie de manchiche (*Lonchocarpus castilloi* S.), presentó valores promedio en rendimiento y coeficiente de aserrío de 176 pt/m³ y 41.61% respectivamente, con límites de confianza de 38.69% y 44.53%.
4. La industria maderera de Uaxactún obtuvo un rendimiento de aserrío por clasificación de grados de calidad, en el 2007, de 38.31% en la clasificación que va de Selecta a FAS; 10.52% de Cortos, y 6.53% de Rechazos, lo que dio un rendimiento total de 55.37% de madera comercial transformada.
5. La especie cedro presentó una clasificación por grados de calidad que va de No. 1 Común a FAS; con un 35.95%, un 6.88% de Cortos, y 7.70% de Rechazos, con un rendimiento total de 50.52% de madera comercial transformada.
6. En cuanto la especie manchiche, el grado de clasificación de mayor calidad fue la que se encuentra entre No. 3 Común a Selecta, con un porcentaje de 6%, debido al mayor proceso de aserrío secundario que esta especie necesita para la obtención de piezas comerciales. Dicha especie rindió un total de 30.55% en la clasificación de Cortos y 5.06% en la clasificación de Rechazos.

7. El rendimiento de aserrío en la industria maderera de Uaxactún, al igual que los reportados en otras Unidades de Manejo que están dentro de la RBM, está estrictamente condicionado por las dimensiones de las trozas, así como las condiciones de forma y aspectos fitosanitarios de estas, según estudios realizados en el área. Estas variables que presentan las trozas podrían variar, dependiendo de las condiciones de sitio de donde provengan.
8. Otro aspecto que influye en el rendimiento de aserrío, es la eficiencia del recurso humano, ya que la experiencia y capacitación del personal permitirán mayores rendimientos de aserrío comercial, tanto por volúmenes como por la calidad.
9. El rendimiento de aserrío también está condicionado por el tipo de equipo industrial y sierras utilizadas en el aserrío, y los aserraderos de sierra de banda son los que, en mayoría, utiliza la industria forestal de Petén. La variable más importante en este sentido es el espesor de corte o aserrío, generado por el grosor y el estelitado de los dientes de la sierra.
10. La búsqueda de un mayor porcentaje de rendimiento en los grados de calidad altos puede reducir el coeficiente de aserrío, debido a un mayor proceso de aserrío secundario, pero a la vez puede generar mayores ganancias ya que estos grados de calidad tienen mayor valor en el mercado de exportación.
11. Los modelos de regresión que más se ajustan a las tres especies en estudio, para predecir el volumen transformado de una troza en metros cúbicos, a partir del volumen en rollo de la misma troza, es el de regresión múltiple, cuyos modelos son los siguientes:

$$\text{Caoba: Vol m}^3 = -1.028180 + 1.942447 * Dm (m) * 0.127826 * L (m).$$

$$\text{Cedro: Vol m}^3 = -0.977889 + 1.793615 * Dm (m) * 0.122595 * L (m).$$

$$\text{Manchiche: Vol m}^3 = -0.805423 + 1.477282 * Dm (m) * 0.100974 * L (m).$$

2.7 Recomendaciones

1. Se recomienda que se actualicen los estudios de rendimiento de aserrío por lo menos cada dos años, debido a que la industria forestal de Uaxactún rota en forma periódica el recurso humano, regularmente durante ese lapso, para crear empleo en la comunidad, lo que optimizará el aserrío.
2. Es necesario que se capacite al personal nuevo antes de que entren a laborar al aserradero industrial de Uaxactún, así se evitará que el porcentaje de rendimiento de aserrío disminuya.
3. Realizar este tipo de estudio con todas las especies forestales que se transformen en el aserradero industrial de Uaxactún, para determinar su rendimiento comercial y de estimar el volumen de madera transformada que rendirán los futuros aprovechamientos.
4. Se recomienda que en las futuras evaluaciones de rendimiento de aserrío que se realicen se tomen en cuenta las variables de índice de conicidad y calidad de las trozas, lo cual servirá para concluir sobre mejores bases.

2.8 Bibliografía

1. Aguilar, J; Aguilar, M. 1992. Árboles de la Biosfera Maya Petén, guía para las especies del Parque Nacional Tikal. Guatemala, USAC, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Escuela de Biología, Centro de Estudios Conservacionistas (CECON). 272 p.
2. Bámaca, E. 1999. Diagnóstico de la sociedad civil Organización Manejo y Conservación -OMYC- Uaxactún, Flores, Petén. EPSA Diagnóstico. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 47 p.
3. CATIE, CR. 2003. Árboles de Centroamérica. Turrialba, Costa Rica. 1079 p.
4. CATIE, GT; CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). 1999. Informe final del curso; control de calidad, medición e inspección de maderas duras según reglas de la NHLA, Flores, Petén. Guatemala. 47 p.
5. Chávez, A; Guillén, A. 1997. Estudio de rendimiento, tiempos y movimientos de aserrío: manual práctico. Bolivia, BOLFOR. 17 p. (Documento Técnico 62/1997).
6. Dante, F; Batres, E. 2001. Documento técnico para el cálculo del rendimiento de aserrío. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. 16 p.
7. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2005. Manual de cubicación y términos en industrias forestales: manual forestal. Guatemala. 18 p.
8. Mancilla, R. 2002. Manual para la clasificación de maderas duras. Guatemala, National Hardwood Lumber Association. 72 p.
9. Manzanero, M; Salazar, A. 2003. Estudio de rendimiento del aserrío de madera de la especie caoba (*Swietenia macrophylla*) en la concesión forestal Unidad de Manejo San Andrés Petén -AFISAP-. Guatemala, USAID / BIOFOR. 36 p.
10. Martínez, W. 2002. Evaluación de rendimientos y costos de aserrío de tres especies maderables, Unidad de Manejo Río Chanchich, Reserva de Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Tesis Ing. For. Huehuetenango, Guatemala, USAC, CUNOROC. 35 p.
11. NPV (Naturaleza para la Vida, GT). 1999. Plan de manejo integrado de la Unidad de Manejo Uaxactún, Flores, Petén. Guatemala, OMYC / CONAP / USAID / BIOFOR. 126 p.

12. Palma, M. 2005. Estudio de rendimiento y costos de aserrío en la Unidad de Manejo Uaxactún, Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Guatemala, USAC, CUDEP. 53 p.
13. Pennington, T; Styles, B; Taylor, A. 1981. Flora neotropica. New York, US, The New York Botanical Garden. 470 p.
14. Vásquez, A. 2006. Evaluación del rendimiento de caoba (*Swietenia macrophylla*) proveniente de la Unidad de Manejo Chosquitán, Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala, empleando un aserradero de banda. Tesis Ing. For. Petén, Guatemala, USAC, CUDEP. 37 p.

2.9 Anexos

Cuadro 8A. Precios promedio de las tres especies evaluadas en el año 2007

Especie	Clasificación por calidad	Mercado	Precio promedio pie tablar (\$)
Caoba	Selecta a FAS	exportación	4.10
	Cortos	nacional	1.30
	Rechazo	nacional	0.80
Cedro	No. 1 Común a FAS	exportación	1.90
	Cortos	exportación	1.10
	Rechazo	nacional	0.60
Manchiche	No. 3 Común a Selecta	exportación	1.10
	Cortos	exportación	0.55
	Rechazo	nacional	0.40

Fuente: OMYC, 2007.

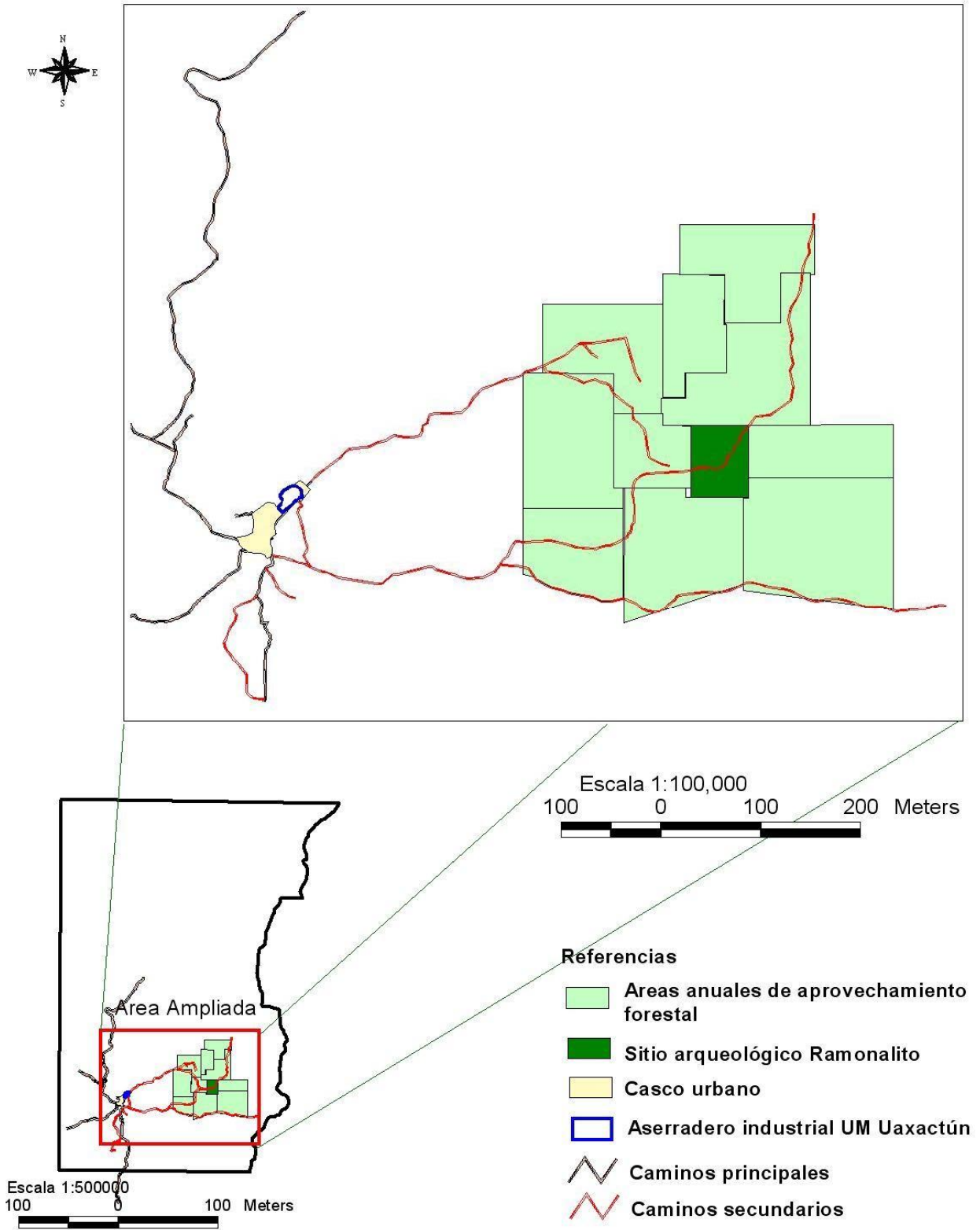


Figura 7A. Ubicación del aserradero industrial dentro de la UM Uaxactún

Especie: _____

Fecha: _____

Troza No.	Diámetro menor (m)	Diámetro mayor (m)	Diámetro medio (m)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Troza No.	Diámetro menor (m)	Diámetro mayor (m)	Diámetro medio (m)	Longitud (m)	Volumen (m ³)
1						16					
2						17					
3						18					
4						19					
5						20					
6						21					
7						22					
8						23					
9						24					
10						25					
11						26					
12						27					
13						28					
14						29					
15						30					

Figura 8A. Boleta para el cálculo del volumen en metros cúbicos de madera en rollo

Número de troza	Calidad	Grosor (pulg.)	Longitud (pies)	MS* (Pies ²)	Número de troza	Calidad	Grosor (pulg.)	Longitud (pies)	MS (Pies ²)

* Medida en pies cuadrados de la superficie de la tabla

Figura 9A. Boleta para el cálculo del volumen de madera aserrada en pies tablares

Cuadro 9A. Rendimiento de corteza de caoba (*Swietenia macrophylla* G.)

Número de troza	Sin corteza					Con corteza					Volumen de corteza (m ³)
	Diámetro mayor (m)	Diámetro menor (m)	Diámetro medio (m)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Diámetro mayor (m)	Diámetro menor (m)	Diámetro medio (m)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	
1	0.56	0.53	0.545	2.82	0.65786	0.572	0.536	0.554	2.82	0.6794226	0.02156
2	0.46	0.41	0.435	2.57	0.38195	0.469	0.415	0.442	2.57	0.3940614	0.01211
3	0.59	0.54	0.565	4.65	1.16584	0.600	0.546	0.573	4.65	1.1980371	0.03219
4	0.52	0.48	0.500	3.80	0.74613	0.531	0.485	0.508	3.80	0.7706672	0.02454
5	0.49	0.47	0.480	3.15	0.57001	0.500	0.475	0.488	3.15	0.5879639	0.01795
6	0.435	0.42	0.428	2.95	0.42343	0.447	0.424	0.436	2.95	0.4399039	0.01647
7	0.56	0.53	0.545	3.99	0.93080	0.573	0.536	0.554	3.99	0.9621874	0.03139
8	0.49	0.45	0.470	3.43	0.59509	0.498	0.455	0.476	3.43	0.6116354	0.01655
9	0.46	0.41	0.435	3.45	0.51273	0.468	0.415	0.441	3.45	0.5271807	0.01445
10	0.57	0.51	0.540	2.55	0.58401	0.582	0.516	0.549	2.55	0.6034390	0.01943

Estimadores estadísticos

Porcentaje de corteza	3.15%
Promedio	0.02066 m ³
Desviación estándar	0.00682
Coefficiente de variación	33.00957

Cuadro 10A. Rendimiento de corteza de cedro (*Cedrela odorata* L.)

Número de troza	Sin corteza					Con corteza					Volumen de corteza (m ³)
	Diámetro mayor (m)	Diámetro menor (m)	Diámetro medio (m)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Diámetro mayor (m)	Diámetro menor (m)	Diámetro medio (m)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	
1	0.670	0.600	0.635	2.81	0.88991	0.682	0.607	0.644	2.81	0.9164774	0.02657
2	0.590	0.548	0.569	3.04	0.77234	0.603	0.554	0.578	3.04	0.7983959	0.02606
3	0.528	0.540	0.534	3.6	0.80551	0.543	0.545	0.544	3.60	0.8366259	0.03112
4	0.450	0.420	0.435	2.12	0.31507	0.460	0.425	0.442	2.12	0.3257322	0.01066
5	0.520	0.485	0.503	2.85	0.56521	0.531	0.490	0.511	2.85	0.5837017	0.01849
6	0.690	0.665	0.678	3.83	1.38073	0.703	0.672	0.688	3.83	1.4218508	0.04112
7	0.640	0.580	0.610	3.18	0.92935	0.653	0.587	0.620	3.18	0.9585575	0.02921
8	0.440	0.410	0.425	2.12	0.30075	0.453	0.415	0.434	2.12	0.3129176	0.01217
9	0.500	0.455	0.478	3.13	0.56051	0.513	0.460	0.487	3.13	0.5819919	0.02148
10	0.570	0.530	0.550	3.73	0.88619	0.584	0.536	0.560	3.73	0.9184419	0.03226

Estimadores estadísticos

Porcentaje de corteza	3.36%
Promedio	0.02492 m ³
Desviación estándar	0.00941
Coefficiente de variación	37.75021

Cuadro 11A. Rendimiento de corteza de manchiche (*Lonchocarpus castilloi* S.)

Número de troza	Sin corteza					Con corteza					Volumen de corteza (m ³)
	Diámetro mayor (m)	Diámetro menor (m)	Diámetro medio (m)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	Diámetro mayor (m)	Diámetro menor (m)	Diámetro medio (m)	Longitud (m)	Volumen (m ³)	
1	0.82	0.63	0.72	3.27	1.34065	0.842	0.656	0.749	3.27	1.4407953	0.10015
2	0.50	0.43	0.47	3.50	0.59438	0.525	0.455	0.490	3.50	0.6600109	0.06563
3	0.62	0.51	0.56	3.25	0.80048	0.638	0.528	0.583	3.25	0.8675837	0.06710
4	0.52	0.48	0.50	3.13	0.60235	0.539	0.499	0.519	3.13	0.6615329	0.05919
5	0.50	0.49	0.49	2.86	0.54484	0.525	0.510	0.518	2.86	0.6015582	0.05672
6	0.61	0.49	0.55	3.10	0.73651	0.634	0.514	0.574	3.10	0.8021884	0.06568
7	0.50	0.41	0.45	3.90	0.62718	0.524	0.429	0.477	3.90	0.6954747	0.06829
8	0.61	0.48	0.55	3.18	0.74184	0.635	0.506	0.571	3.18	0.8128854	0.07104
9	0.76	0.62	0.69	3.23	1.19905	0.781	0.646	0.714	3.23	1.2914612	0.09241
10	0.67	0.52	0.60	3.61	1.00376	0.694	0.544	0.619	3.61	1.0863741	0.08261

Estimadores estadísticos

Porcentaje de corteza	8.89%
Promedio	0.07288 m ³
Desviación estándar	0.01426
Coefficiente de variación	19.56737

CAPÍTULO III.

**SERVICIOS REALIZADOS EN LA UNIDAD DE MANEJO UAXACTÚN, RESERVA DE
LA BIOSFERA MAYA, PETÉN, GUATEMALA.**

3.1 Presentación

En la última década, en el departamento de Petén se han realizado esfuerzos por implementar y monitorear parcelas permanentes de muestreo, que sirvan como una herramienta para estudiar la dinámica de los bosques del área y para determinar el incremento en diámetro de especies de interés comercial, con la finalidad de planificar futuros tratamientos silviculturales y ciclos de corte, en las diferentes concesiones forestales presentes en la Reserva de la Biosfera Maya.

La Unidad de Manejo de Uaxactún, como parte de este esfuerzo, implementó en el 2005 sus primeras seis parcelas de muestreo, en tres estratos de bosque diferente, en el Área Anual de Aprovechamiento Forestal -AAA- 2006, con el objetivo de estudiar la dinámica del bosque y calcular el incremento medio anual de especies de grupos comerciales, presentes en las áreas de aprovechamiento maderable.

Luego, en el 2007 fueron establecidas siete parcelas permanentes de muestreo, de las cuales seis se ubicaron en áreas anuales de aprovechamientos forestales (tratamiento), efectuados en los primeros dos quinquenios, y una situó en un área sin intervención (testigo), con el objetivo principal de estudiar los incrementos en diámetro de especies con importancia comercial y evaluar la respuesta a dichas intervenciones.

Este documento presenta los resultados del monitoreo de las parcelas permanentes de muestreo -PPM-, establecidas en el área anual de aprovechamiento forestal -AAA- 2006, y del establecimiento de PPM en seis áreas con intervención silvícola y una en un área sin intervención o testigo, en la Unidad de Manejo Uaxactún.

3.2 Servicio 1. Monitoreo de parcelas permanentes de muestreo -PPM-, establecidas en el área anual de aprovechamiento forestal -AAA- 2006, de la Unidad de Manejo Uaxactún.

3.2.1 Objetivos

A. Objetivo general

Estudiar la dinámica del bosque de la unidad de manejo Uaxactún, mediante el monitoreo de parcelas permanentes de muestreo -PPM-, establecidas en el área anual de aprovechamiento forestal -AAA- 2006.

B. Objetivos específicos

- Monitorear los cambios en la estructura horizontal del bosque de las parcelas permanentes de muestreo, mediante la determinación del área basal de las especies registradas.
- Determinar el incremento medio anual, por grupo comercial, en las parcelas permanentes de muestreo monitoreadas.
- Determinar el porcentaje de mortalidad y reclutamiento, presente en las parcelas permanentes de muestreo monitoreadas.

3.2.2 Metodología

A. Revisión de informe de establecimiento

Se revisó el documento final de establecimiento de seis PPM en el AAA 2006, para obtener el registro de medición correlativa de cada árbol medido. También se revisaron los mapas de ubicación geográfica de las parcelas, para luego ubicarlas en el campo.

B. Demarcación y señalamiento de las parcelas e individuos

Luego de ubicar las parcelas en el campo, con la ayuda de mapas y sus coordenadas geográficas, se procedió a la re-demarcación de los límites de las parcelas y subparcelas, renovando las balizas y su cinta forestal color azul, con su respectivo señalamiento (número parcela y subparcela, etapa de desarrollo). La ubicación de las parcelas se muestra en la figura 16A

Las especies en estudio, con etapas de desarrollo: fustales (dap 10 – 24.99 cm) y árboles (dap \geq 25 cm), fueron remarcadas con pintura roja en aerosol, donde se señaló el número de subparcela y el número correlativo del individuo, además de la línea de medición de DAP (1.30 m), como se muestra en la figura 10.

Para las especies con etapa de desarrollo: latizales (dap de 5 - 9.99 cm) y brinzales (30 cm altura total y 4.99 cm de diámetro), se remarcaron con cinta forestal anaranjada y amarilla, respectivamente. En el caso de los latizales, la cinta forestal fue identificada con el número de subparcela y número correlativo del individuo, escrito con marcador negro.

C. Registro de información

Se registró la información del monitoreo de fustales y árboles, en subparcelas de 10 x 10 m, mientras que los latizales y brinzales fueron monitoreados en parcelas de 5 x 5 m y 2 x 2 m, respectivamente, como se muestra en la figura 17A.

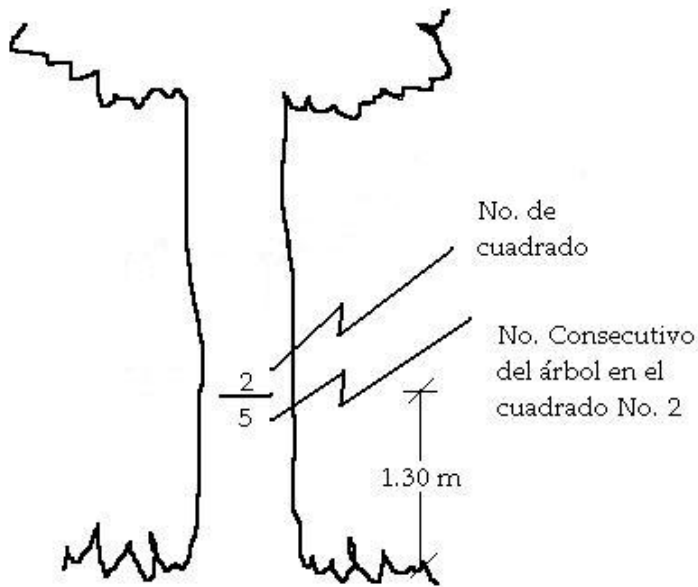


Figura 10. Identificación de fustales y árboles dentro de las PPM

Para el registro de latizales, se evaluó la sobrevivencia de los individuos, para lo cual se contó el número de plantas por especie registradas en el establecimiento de las PPM; en el caso de plantas que cambiaron de categoría de desarrollo, se registraron en la boleta de reclutamiento, como la mostrada en la figura 18A, y se demarcaron debidamente.

Para el registro de fustales y árboles, se evaluó únicamente el incremento en dap y sobrevivencia; en el caso de que plantas que cambiaron de categoría, se registraron en la boleta de reclutamiento, como la de la figura 19A, y se demarcaron con pintura roja en aerosol, con el número correlativo correspondiente.

En el caso de la etapa de desarrollo brinzales, únicamente se renovó la cinta forestal, como se describió anteriormente, debido a que los objetivos del monitoreo no incluyen el registro de regeneración natural, por razones metodológicas de la frecuencia de medición propuestas en la metodología de establecimiento de las parcelas.

D. Análisis de la información

La información se analizó por medio de los programas electrónicos SEMAFOR⁸ versión 4.0 y Excel⁹ versión 2007, en el cual se estudiaron: incrementos, mortalidad y reclutamiento de nuevas plantas, por cambio de categoría de desarrollo.

⁸ SEMAFOR versión 4.0 (Sistema para la Evaluación, Monitoreo y Análisis Forestal): sistema electrónico para evaluación, monitoreo y análisis forestal, del CATIE.

⁹ Excel versión 2007: es marca registrada de MICROSOFT OFFICE.

3.2.3 Resultados

A. Estructura horizontal del bosque

Las gráficas siguientes (figuras 11 y 12) comparan el área basal (m^2/ha) del establecimiento con la primera medición de las PPM testigo bajo tratamiento silvicultural, monitoreadas en el área anual de aprovechamiento maderable 2006, de la Unidad de Manejo Uaxactún, las cuales fueron establecidas en noviembre de 2005 y monitoreadas en agosto de 2007 (1.67 años decimales).

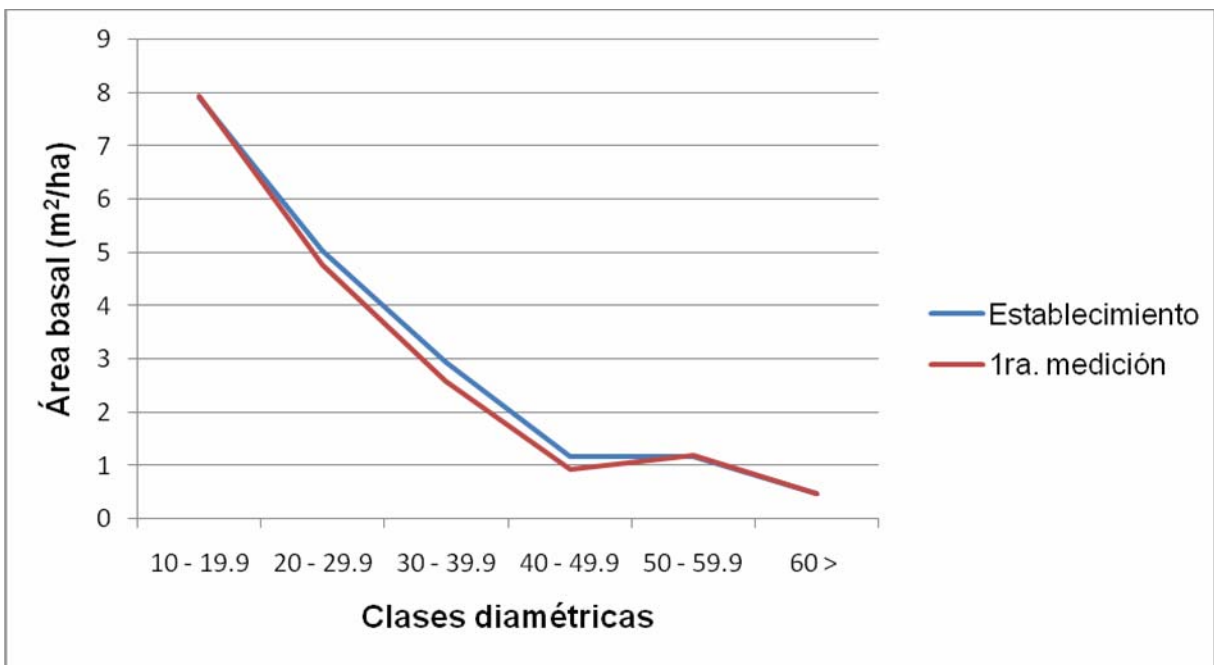


Figura 11. Área basal para todas las especies maderables, por clase diamétrica, en PPM testigo

La gráfica anterior (figura 11) muestra el área que ocupan las especies maderables de grupos comerciales y no comerciales, por clase diamétrica, en las PPM testigo, donde se observa que en el tiempo transcurrido entre el establecimiento y la primera medición (20 meses) no hubo una variación considerable en la densidad del bosque sin tratamiento, únicamente se refleja un decrecimiento del AB, en un promedio de $0.29 \text{ m}^2/\text{ha}$, en las

clases diamétricas que van de 20 - 29.9 cm, 30 - 39.9 cm y 40 - 49.9 cm, lo cual fue causado por la mortalidad de especies de estas clases diamétricas.

La siguiente gráfica (figura 12) muestra que la densidad del bosque presentó cambio considerable, porque las parcelas recibieron como tratamiento silvicultural el aprovechamiento forestal del año 2006, lo que mermó la cantidad de individuos en algunas parcelas, y por ende la densidad en área basal.

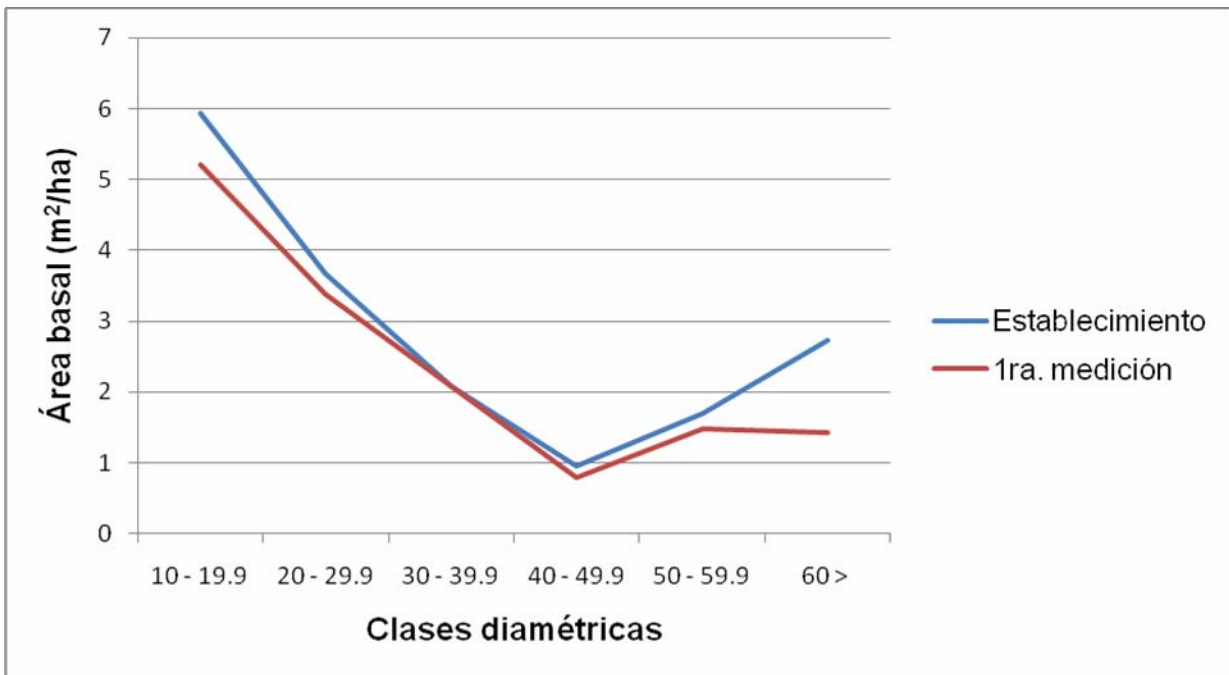


Figura 12. Área basal para todas las especies maderables, por clase diamétrica, en PPM con tratamiento silvicultural

En general, al comparar las gráficas de las PPM testigo con las de tratamiento, se puede observar que existe una mayor densidad en el área basal (m^2/ha), en las parcelas testigo, lo que indica que el bosque sin intervención está cambiando lentamente.

Mientras que el disturbio generado por el aprovechamiento forestal en las PPM bajo tratamiento causa un detrimento en el área basal, que puede beneficiar la dinámica de

crecimiento del bosque, especialmente el aumento diametral de las especies remanentes y la regeneración de especies de interés comercial.

B. Incrementos

a. Incrementos por especie

Las especies bajo análisis forman parte de los grupos comerciales AAACOM (altamente comerciales) y ACTCOM (actualmente comerciales), puesto que estos dos grupos son los que actualmente están siendo aprovechados en la unidad de manejo, y que en estas especies se centra el manejo silvicultural que se planifica en los planes de manejo de la concesión. Con respecto a las especies potencialmente comerciales, aún no han alcanzado un mercado rentable para su aprovechamiento, además que no se requieren de condiciones de manejo tan estrictos, como las especies de caoba y cedro, para asegurar su regeneración y abundancia.

Cuadro 12. Incremento diametral por clase diamétrica, para las especies AAACOM y ACTCOM en PPM testigo.

Nombre común	Incremento por clase diamétrica (cm/año)						Promedio (cm/año)
	10 - 19.9	20 - 29.9	30 - 39.9	40 - 49.9	50 - 59.9	60 >	
Caoba	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Cedro	0.1	0.4	0.1	0.0	0.1	0.0	0.2
Canxán	0.3	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Cericote	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Jobillo	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Malerio blanco	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3
Malerio colorado	0.2	0.2	0.4	0.2	0.0	0.0	0.2
Manchiche	0.3	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4
Mano de león	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Santamaría	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2

El cuadro anterior presenta el incremento diametral en cm/año de las especies altamente comerciales, compuestos por caoba (*Swietenia macrophylla*) y cedro (*Cedrela odorata*), y actualmente comerciales en PPM testigo. También se observa que el incremento diametral

promedio anual de las especies no rebasa 0.4 cm/año, y únicamente se registra en la especie manchiche (*Lonchocarpus castilloi*). Además, las especies con mayor valor comercial, como lo son caoba y cedro, únicamente crecieron 0.1 cm/año y 0.2 cm/año, respectivamente.

En tanto que el cuadro 13 presenta que las especies AAACOM registraron mayores rendimientos en diámetro, de 0.5 cm/año, en las dos especies del grupo comercial. Mientras que las especies del grupo comercial ACTCOM registradas en los dos tipos de PPM, según su tratamiento, mantuvieron poca variación en su crecimiento diametral promedio.

Cuadro 13. Incremento diametral, por clase diamétrica, para las especies AAACOM y ACTCOM, en PPM bajo tratamiento silvicultural

Nombre común	Incremento por clase diamétrica (cm/año)						Promedio (cm/año)
	10 - 19.9	20 - 29.9	30 - 39.9	40 - 49.9	50 - 59.9	60 >	
Caoba	0.0	0.0	0.9	0.2	0.6	0.3	0.5
Cedro	0.0	0.0	0.7	0.4	0.0	0.0	0.5
Canxán	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
Jobillo	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Malerio colorado	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2
Manchiche	0.6	0.6	0.0	0.5	0.0	0.0	0.4

Es preciso hacer referencia que en las parcelas bajo tratamiento se registraron menos especies ACTCOM, que en las parcelas testigo, debido a que después del aprovechamiento forestal del año 2006 fueron taladas varias especies para realizar la tumba, apertura de caminos y arrastre de las especies de interés, lo que también generó una disminución en el área basal en PPM bajo tratamiento.

b. Incremento medio anual

El Incremento Medio Anual (IMA) se refiere al crecimiento obtenido en área basal, desde la primera hasta la última medición, expresado en porcentaje; para el presente caso se

estima el IMA para la primera medición, después del aprovechamiento forestal del AAA 2006, donde se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{IMA (\%)} = \frac{(\text{ab2} - \text{ab1}) / t * 100}{(\text{ab1} + \text{ab2}) / 2}$$

Donde:

IMA (%) = Tasa de incremento medio anual en área basal

ab1= Área basal registrada en la primera medición

ab2= Área basal registrada en la última medición

t = Intervalo de tiempo entre la primera y última medición (años decimales)

El siguiente cuadro muestra los resultados del incremento medio anual del área basal, de las PPM testigo (parcelas número 1, 4 y 6) y PPM bajo tratamiento (parcelas número 2, 3 y 5), donde se observa que no existen diferencias significativas entre los incrementos por tipo de tratamiento, en la cual podemos concluir que exista una tendencia de incremento entre un tratamiento u otro.

Mientras que el IMA por grupo comercial se refleja que los grupos potencialmente comerciales y sin valor comercial presentan los mayores incrementos, con un 2.15% y 2.06%, respectivamente; en cuanto que las especies del grupo comercial altamente comerciales presentan el IMA más bajo, con un 1.62%

Cuadro 14. Incremento medio anual del área basal, por grupo comercial y por parcela

Grupo comercial	Parcelas						% IMA promedio
	1	2	3	4	5	6	
AAACOM	2.00	1.58	1.69	0.91	1.71	1.45	1.62
ACTCOM	1.57	1.48	2.87	1.80	1.20	2.89	1.89
PALMA	2.50	2.26	0.98	0.00	2.00	1.10	1.90
POTCOM	3.69	1.09	1.41	1.69	4.40	2.02	2.15
SNVAL	1.42	1.98	2.92	2.01	3.12	1.77	2.06
VEDADO	1.79	1.82	2.66	1.17	2.26	1.87	1.90

La razón de que los datos presenten pocas diferencias es, principalmente, por el corto tiempo transcurrido, entre la medición realizada en el establecimiento de las parcelas y la primera medición que produjo los posteriores resultados. Sin embargo, hay que considerar que los datos generados en esta medición serán bastante útiles para el análisis de futuros monitoreos.

C. Mortalidad y reclutamiento

La mortalidad es la variable que mide la muerte natural de los individuos, sin tomar en cuenta los individuos que fueron talados a razón de tratamientos silvícolas; por tal motivo, es muy importante anotar todos los datos que puedan servir para identificar cuando un árbol muere en forma natural o es talado en alguna intervención silvícola. Para calcular la mortalidad natural anual, se aplica la fórmula siguiente:

$$M (\%) = \{ \text{Ln} [N / (N - m)] / t \} 100$$

Donde:

M = Tasa de mortalidad

Ln = Logaritmo natural

N = Número de árboles registrados en la primera medición

m = Número de individuos muertos registrados entre la primera y última medición

t = Intervalo de tiempo entre la primera y última medición, en años decimales

El reclutamiento se refiere a aquellos árboles que ingresan a la clase diamétrica de 10 a 19.99 cm, es decir, la categoría de fustal. La fórmula para el cálculo de la Tasa de Reclutamiento se describe a continuación:

$$R (\%) = \{ \text{Ln} [(N + r) / N] / t \} 100$$

Donde:

R = Tasa de reclutamiento

Ln = Logaritmo natural

N = Número de árboles registrados en la primera medición

r = Número de individuos que ingresaron a la clase diamétrica de 10 a 19.9 cm

t = Intervalo de tiempo entre la primera y última medición, en años decimales

El siguiente cuadro registra los resultados de mortalidad y reclutamiento, obtenidos en el muestreo de las PPM testigo, en el cual se refleja que la parcela número 5 presentó una tasa mayor de mortalidad, con 1.45%, mientras que la parcela número 1 obtuvo un menor porcentaje, con 0.32%.

En lo que respecta a la variable de reclutamiento, para árboles mayores o iguales a 10 cm de dap, únicamente se obtuvo un 0.63% en la parcela número 1, y es la única que presentó individuos reclutas.

Cuadro 15. Mortalidad y reclutamiento en PPM testigo

Variable	Parcela		
	1	4	5
Arboles registrados en la primera medición	188	238	209
Muertos	1	4	5
Reclutas	2	0	0
Edad de medición (años decimales)	1.67	1.67	1.67
Tasa de mortalidad anual (%)	0.32	1.01	1.45
Tasa de reclutamiento anual (%)	0.63	0	0

El cuadro 16 presenta los resultados de las variables de mortalidad y reclutamiento, en PPM, donde se realizó aprovechamiento forestal como tratamiento silvícola. Se muestra que el número de individuos muertos por parcela y su tasa de mortalidad anual son mayores que en la PPM testigo, esto puede deberse a que el disturbio causado por la

intervención silvícola aceleró la muerte de los individuos muestreados, sobre todo en la parcela número 2, que presentó la mayor tasa de mortalidad.

En cuanto a la tasa de reclutamiento, no existe una diferencia significativa entre las parcelas de los dos tratamientos, únicamente se diferencian en el número de individuos y parcelas donde fueron registrados.

Cuadro 16. Mortalidad y reclutamiento en PPM bajo tratamiento silvícola

Variable	Parcela		
	2	3	6
Árboles registrados en la primera medición	153	149	191
Muertos	10	5	7
Reclutas	1	0	3
Edad de medición (años decimales)	1.67	1.67	1.67
Tasa de mortalidad anual (%)	4.05	2.04	2.24
Tasa de reclutamiento anual (%)	0.39	0	0.93

Es preciso considerar que tanto en la tasa de mortalidad anual como en la de reclutamiento no se pueden hacer comparaciones entre sitios, que nos den un valor absoluto para cada tratamiento, debido a la densidad de árboles registrados por cada parcela.

3.2.4 Conclusiones

1. Por medio del registro del área basal en las PPM muestreadas, se determinó que en las parcelas sin tratamiento silvicultural no existen variaciones considerables en la estructura horizontal del bosque que enmarcan, debido, especialmente, a que es muy corto el lapso que transcurre entre el registro de información recabada en el establecimiento de las parcelas y la primera medición (20 meses).
2. En lo que respecta a las PPM bajo tratamiento silvicultural, se observó que existe una mayor variación en el área basal, causada básicamente por el aprovechamiento forestal que se dio en el área, lo cual puede beneficiar la dinámica de crecimiento de especies comerciales, debido a la apertura del dosel del bosque.
3. Mediante el monitoreo de las PPM en estudio se estableció que no existen diferencias significativas en el Incremento Medio Anual (IMA), entre las parcelas bajo tratamiento silvicultural y las parcelas sin tratamiento o testigo, esto se puede deber principalmente al poco tiempo que transcurre entre las dos mediciones.
4. En general, se presentó una mayor tasa de IMA en los grupos comerciales: Potencialmente Comercial (POTCOM) y Sin Valor Comercial (SNVAL), con 2.15% y 2.06%, respectivamente; mientras que el grupo Altamente Comercial (AAACOM) registró la tasa más baja, con un 1.62%.
5. La tasa anual de reclutamiento mostró pocas diferencias entre las parcelas de los dos tratamientos, y únicamente se registraron datos en 3 de las 6 parcelas muestreadas, donde la parcela número 6 (bajo tratamiento) presentó la tasa más alta de reclutamiento, con 0.93%.
6. Con respecto a la tasa anual de mortalidad esta sí reflejó datos con alta variabilidad entre tratamientos, debido principalmente, a que el disturbio ocasionado por el aprovechamiento maderable aceleró la muerte de varios árboles.

7. La tasa de mortalidad más alta la presentó la parcela número 2, con un 4.44% anual, mientras que la tasa anual más la registró la parcela 5, con 0.32%.

3.2.5 Recomendaciones

1. Es necesario que en los futuros monitoreos siempre se realice la redemarcación de los límites de las parcelas y subparcelas, así como el señalamiento de los individuos que estén enmarcados en éstas, ya que esto facilita su localización en el campo, para su medición.
2. Es importante que en los próximos monitoreos, se tenga sumo cuidado en el registro de la identidad de los árboles, debido a que esto nos permite identificar, cuando un árbol murió por causas naturales o fue talado, sobre todo cuando se instalan parcelas en áreas bajo tratamiento.
3. Es recomendable que se dé seguimiento al monitoreo de las PPM dentro de la Unidad de Manejo Uaxactún, ya que esto permite evaluar las variables que afectan la dinámica de crecimiento del bosque, lo cual permitirá establecer tratamientos silviculturales, que mejoren la calidad de los individuos deseables y que reduzcan los ciclos de corte.

3.3 Servicio 2. Establecimiento de siete parcelas permanentes de muestreo -PPM-, en la Unidad de Manejo Uaxactún

3.3.1 Objetivos

A. Objetivo general

Implementar siete parcelas permanentes de muestreo en la Unidad de Manejo Uaxactún, para evaluar la respuesta del bosque a las intervenciones realizadas en los planes operativos de aprovechamiento forestal.

B. Objetivos específicos

1. Determinar la estructura y composición de las áreas bajo estudio, comparando áreas sometidas a manejo forestal (tratamiento) y un área natural sin intervención (testigo).
2. Registrar las variables que afectan el incremento diamétrico de especies comerciales, para planificar futuros tratamientos silviculturales.
3. Estudiar el crecimiento diamétrico de especies de interés comercial, con la finalidad de realizar una mejor planificación de los tratamientos silviculturales que se aplican en la Unidad de Manejo.

3.3.2 Metodología

A. Distribución de las parcelas

Se establecieron siete PPM en total, una por área anual de aprovechamiento forestal -AAA-, realizados en los primeros dos quinquenios, los cuales comprenden las áreas: 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007 y una testigo, localizada en el sitio arqueológico conocido como El Ramonalito, que se encuentra en medio de los 2 quinquenios mencionados. El mapa de ubicación de las parcelas se muestra en la figura 15A, presente en los anexos.

B. Diseño de las parcelas

Las PPM establecidas en la UM Uaxactún se diseñaron en forma rectangular, con un área efectiva de medición de 40 x 250 m (1 ha), con la finalidad de abarcar la mayor variabilidad posible y debido a que de esta manera se reducen los costos por pago de baqueanos y brecheros.

C. Demarcación y señalamiento

La demarcación de las parcelas se realizó estableciendo una faja con orientación hacia el norte o sur, dependiendo de la ubicación de las parcelas, con respecto a los caminos forestales. A cada 10 m y 20 m, se colocó una baliza, para lo que se utilizó cinta métrica y una brújula, para determinar con mayor precisión la dirección del trazado de la brecha, y se trató de minimizar el corte de vegetación dentro de la parcela. En cada baliza de 10 m y 20 m se colocaron cintas amarilla y azul, respectivamente, identificadas con el número de metros recorridos, y se hizo una corrección cada 50 metros.

Las esquinas se señalaron con postes de madera de especies durables (cortadas fuera de la parcela), con dimensiones de 20 cm de ancho, 25 cm de profundidad y 1.5 m de longitud. Cada árbol se marcó con pintura roja en aerosol, y se identificó con su número correlativo de medición.

Después de establecida la parcela se tomó una coordenada de referencia en el primer esquintero de la parcela con GPS¹⁰, además, se marcó y describió apropiadamente para su futura ubicación.

D. Registros y variables de medición

Las especies en estudio son las de los grupos comerciales: AAACOM (altamente comerciales), ACTCOM (actualmente comerciales) y POTCOM (potencialmente comerciales), debido a que el objetivo de la medición es determinar el incremento anual de madera de especies de interés comercial. El cuadro 19^a presenta el listado de especies registradas en el levantamiento de las parcelas.

Las clases diamétricas por registrar en las PPM son: fustales y árboles únicamente, es decir, todas las especies arbóreas de interés comercial que tengan un dap \geq 10 cm. Los datos dasométricos por registrar son: dap, altura comercial, Iluminación, presencia de lianas, calidad de fuste y forma de la copa, los cuales se muestran en la boleta de la figura 20A y sus respectivos códigos, en el cuadro 20A.

E. Frecuencia de mediciones

Las siguientes mediciones tendrán que realizarse cada dos o tres años, después del levantamiento de las parcelas, donde se tomarán los mismos datos dasométricos que fueron registrados en el levantamiento. Además deberán tomarse en cuenta las variables de mortalidad y reclutamiento de los individuos, según se establece en la metodología de monitoreo.

También se recomienda que con cada remediación se redemarken las parcelas y señalamiento de los individuos, como se establece en la metodología, para evitar que se pierda la información por el deterioro de las marcas.

¹⁰ GPS; sistema de posicionamiento global.

F. Manejo de la información

La información levantada en las PPM establecida se analizó con los programas electrónicos Excel versión 2007 y SEMAFOR versión 4.0. (Sistema para la Evaluación, Monitoreo y Análisis Forestal).

3.3.3 Resultados

A. Estructura y composición del bosque

a. Estructura horizontal

Conocer la estructura horizontal del bosque es muy importante para determinar los factores que influyen en el crecimiento de éste, y es indispensable para planificar los tratamientos silviculturales que se tienen que aplicar al bosque, para favorecer el incremento maderable y la producción de individuos deseables.

En la gráfica siguiente se muestra la estructura horizontal de las parcelas permanentes de muestreo, implementadas en seis áreas de aprovechamiento y una parcela testigo implementada en un área sin intervención. La gráfica presenta la estructura horizontal, mediante la abundancia de especies con importancia comercial y su distribución por clase diamétrica, donde se puede observar que ambas áreas presentan una distribución en forma de “J invertida” típica de este tipo de bosque (Pinelo, 1997).

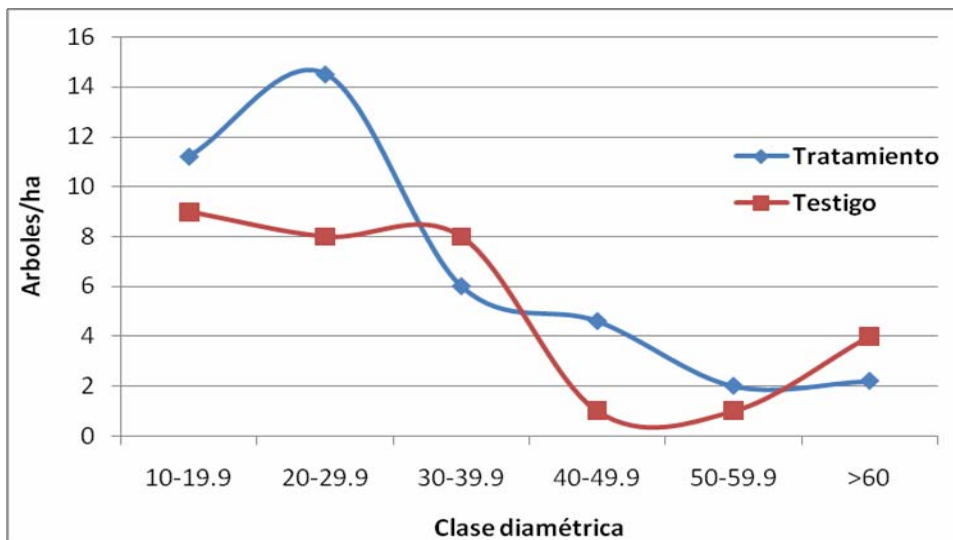


Figura 13. Estructura horizontal del bosque en las PPM establecidas

Además se puede observar, según la gráfica, que las parcelas implementadas en áreas intervenidas con manejo forestal presentan mayor abundancia en las primeras clases diamétricas, lo que puede ser un indicador de que se está favoreciendo a los individuos de especies deseables, por efecto de apertura de dosel y otras variables.

b. Abundancia y área basal

El cuadro 17 presenta el resumen de las variables: Abundancia (No. de árboles/ha) y Área basal (m^2/ha) para las PPM establecidas en las seis áreas de aprovechamiento forestal y la PPM testigo, establecida en el sitio arqueológico El Ramonalito. Mientras que el cuadro 17 muestra el resumen de abundancia y área basal por grupo comercial de dichas parcelas.

Cuadro 17. Abundancia y área basal por clases diamétricas, registradas en las PPM establecidas

No. Parcela	AAA	CLASES DIAMÉTRICAS (cm)												Total	
		10 -19.9		20 -29.9		30 - 39.9		40 - 49.9		50 - 59.5		> 60			
		N Arb	AB	N Arb	AB	N Arb	AB	N Arb	AB	N Arb	AB	N Arb	AB	N Arb	AB
1	2001	17	0.32	14	0.66	8	0.72	6	0.93	2	0.50	3	1.33	50	4.45
2	2002	4	0.09	14	0.65	9	0.95	7	1.16	3	0.66	1	0.81	38	4.32
3	2003	12	0.26	12	0.53	10	1.00	5	0.76	2	0.54	4	2.80	45	5.89
4	2004	3	0.07	12	0.59	9	0.76	3	0.49	3	0.65	2	0.66	32	3.23
5	2005	11	0.22	21	0.88	9	0.81	4	0.64	1	0.25	3	1.41	49	4.22
6	2007	20	0.42	14	0.65	15	1.41	3	0.46	1	0.23	--	--	53	3.17
7	Testigo	9	0.22	8	0.32	8	0.76	1	0.14	1	0.26	4	1.73	31	3.44

El análisis de la abundancia por clase diamétrica y por grupo comercial es información vital para conocer la riqueza futura de aprovechamientos de especies de interés comercial, en el cuadro 17 se puede observar que hay mayor abundancia de árboles en las primeras clases diamétricas para todas las PPM establecidas. También se puede observar que la PPM testigo presenta un aumento en abundancia (con relación a las otras PPM) en la última distribución de clase diamétrica, debido a que no fueron aprovechadas.

Mientras que el área basal es influenciada por el diámetro y abundancia de las especies presentes en las parcelas, lo cual nos da una idea de la densidad de las áreas muestreadas. Al comparar las PPM testigo con las PPM bajo tratamiento, se observa que las parcelas sin intervención silvícola presentan una baja densidad, con respecto a las otras PPM, sobre todo en las primeras clases diamétricas.

El cuadro 18 presenta la abundancia y área basal por grupo comercial, en las siete parcelas establecidas, donde se observa que existe mayor abundancia y área basal en el grupo comercial ACTCOM, con respecto a los otros dos grupos de las PPM establecidas. Se resume que existe gran competencia de este grupo de especies, con respecto a la de los otros dos grupos, lo cual puede ser favorable en el futuro, ya que el mercado maderero actualmente está requiriendo este tipo especies, debido a la poca oferta de madera de especies altamente comerciales.

Cuadro 18. Abundancia y área basal por grupo comercial registradas en las PPM establecidas

Grupo comercial	PARCELAS													
	2001		2002		2003		2004		2005		2007		Testigo	
	N Arb	AB m ² /ha	N Arb	AB m ² /ha	N Arb	AB m ² /ha	N Arb	AB m ² /ha	N Arb	AB m ² /ha	N Arb	AB m ² /ha	N Arb	AB m ² /ha
AAACOM	3	0.40	1	0.21	7	3.07	5	0.92	10	2.18	9	0.83	2	0.82
ACTCOM	41	2.82	37	3.96	31	1.95	23	1.83	19	1.28	22	1.53	23	1.76
POTCOM	6	1.23	3	0.15	7	0.86	4	0.48	20	0.77	22	0.81	7	0.86
Total	50	4.45	41	4.32	45	5.89	32	3.23	49	4.22	53	3.17	32	3.44

En cuanto al grupo comercial AAACOM, se resalta que existe una buena abundancia de especies de este grupo en las parcelas bajo tratamiento, a excepción de la parcela del AAA 2002, donde solamente fue registrado un individuo, sin embargo, el área basal que presenta indica que es un árbol semillero. Por lo tanto, se concluye que los aprovechamientos forestales están beneficiando la abundancia de especies de este grupo comercial.

c. Índice de valor de importancia (IVI)

El IVI establece el peso ecológico que presenta una especie, respecto a la asociación con otras, dentro de un mismo estrato de bosque. La siguiente figura presenta el IVI de las 15 especies registradas en el establecimiento de las PPM en estudio.

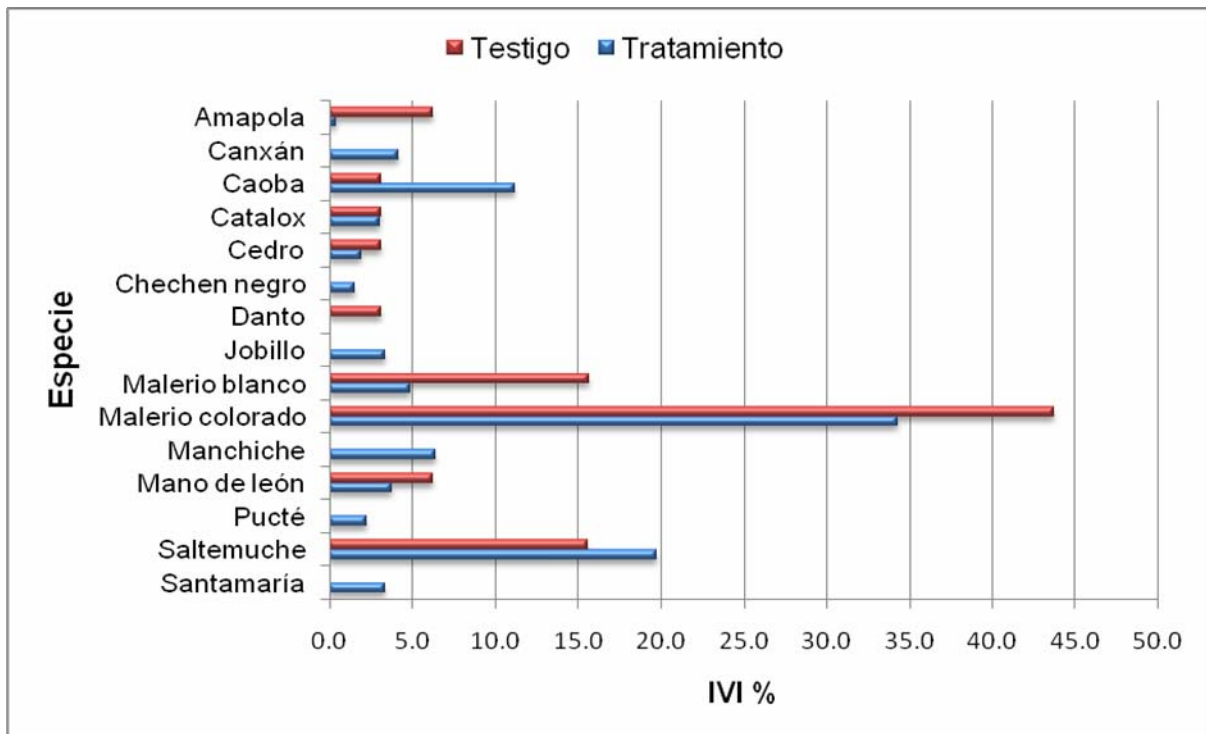


Figura 14. Índice de valor de importancia, para especies de grupos comerciales AAACOM, ACTCOM y POTCOM, en las PPM establecidas

Como se observa en la figura 14, la especie muestreada con mayor valor de importancia, por la abundancia de individuos presentes en las PPM en estudio, es el malerio colorado (*Aspidosperma megalocarpon*), con un 34.3% en parcelas bajo tratamiento, y 43.8% testigo. Mientras que la especie saltemuche (*Sickingia salvadorensis*) registró el segundo mayor porcentaje para las dos tratamientos.

En cuanto a la especie caoba (*Swietenia macrophylla*), del grupo comercial AAACOM, que es la especie de mayor importancia comercial, se deduce que las PPM bajo tratamiento silvícola se encuentran con un IVI relativamente alto, con un 11.2%, mientras que la PPM

testigo únicamente presenta un índice de 3.1%, lo cual se toma como otro indicador de que los tratamientos silviculturales tienen éxito, en cuanto a mejorar la abundancia de esta especie en la Unidad de Manejo.

3.3.4 Conclusiones

1. Mediante el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo, en seis áreas de aprovechamiento maderable y una en un área sin aprovechamiento, se determinó que en las áreas bajo intervención forestal existe una mejora en la estructura horizontal del bosque, por medio de la mayor abundancia de especies en sus primeras etapas de desarrollo. Además existe una mayor abundancia de especies deseables, es decir, con valor comercial actual, debido a que la apertura del dosel ha favorecido la sobrevivencia y regeneración de dichas especies.
2. Se registraron todas las variables que afectan el incremento diamétrico de especies comerciales, por lo que se considera que la variable que más afecta el crecimiento del bosque es la densidad del mismo, porque la competencia por luz y nutrientes evita que las especies de interés comercial incrementen la media anual. Esta variable es medida mediante el registro del área basal.
3. Se espera con los futuros monitoreos obtener datos confiables del incremento diamétrico de las especies de interés comercial, lo cual permitirá planificar los ciclos de corte y los tratamientos silviculturales que optimicen el crecimiento del bosque, y mejoren su estructura y composición.

3.3.5 Recomendaciones

1. Es necesario que con la realización de los monitoreos, siempre se realice la re-demarcación de los límites de las parcelas, así como el señalamiento de los individuos que estén enmarcados en éstas, tal como lo describe la metodología. Esto facilita su localización en el campo, para su medición.
2. Es recomendable que se dé seguimiento al monitoreo de las PPM dentro de la Unidad de Manejo Uaxactún, ya que esto nos permite evaluar las variables que afectan la dinámica de crecimiento del bosque, lo cual permitirá establecer tratamientos silviculturales, que mejoren la calidad de los individuos deseables y que reduzcan los ciclos de corta.

3.4 Bibliografía

1. Contreras, F; Leño, C. 1999. Guía para la instalación y evaluación de parcelas permanentes de muestreo. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, BOLFOR. 55 p.
2. Gómez, G. 2005. Establecimiento de parcelas permanentes en el área concesionada de Uaxactún, Flores, Petén, Guatemala. Guatemala, USAC, CUNOROC. 23 p.
3. Manzanero, M. 2003. Guía metodológica para el levantamiento de parcelas permanentes en la Concesión Forestal de AFISAP: manual técnico. Petén, Guatemala, ACOFOP. 16 p.
4. _____. 2003. Monitoreo de la respuesta dinámica del bosque a través de las parcelas permanentes de muestreo. Petén, Guatemala, BIOFOR. 19 p.
5. NPV (Fundación Naturaleza para la Vida, GT). 2001. Informe de avances en el monitoreo de la dinámica del bosque en Petén, Guatemala: informe técnico. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 30 p.
6. Pinelo, G. 2000. Dinámica del bosque petenero: avances de investigación en Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 48 p. (Informe Técnico no. 292).
7. _____. 2000. Manual para el establecimiento de parcelas permanentes de muestreo en la Reserva de la Biosfera Maya, Petén, Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 52 p. (Manual Técnico no. 40).
8. Sosa, N. 2001. Establecimiento y monitoreo de las parcelas permanentes de muestreo bajo la asistencia de Asociación Centro Maya. Petén, Guatemala. Programa de los Recursos Naturales, Centro Maya. 52 p.

3.5 Anexos

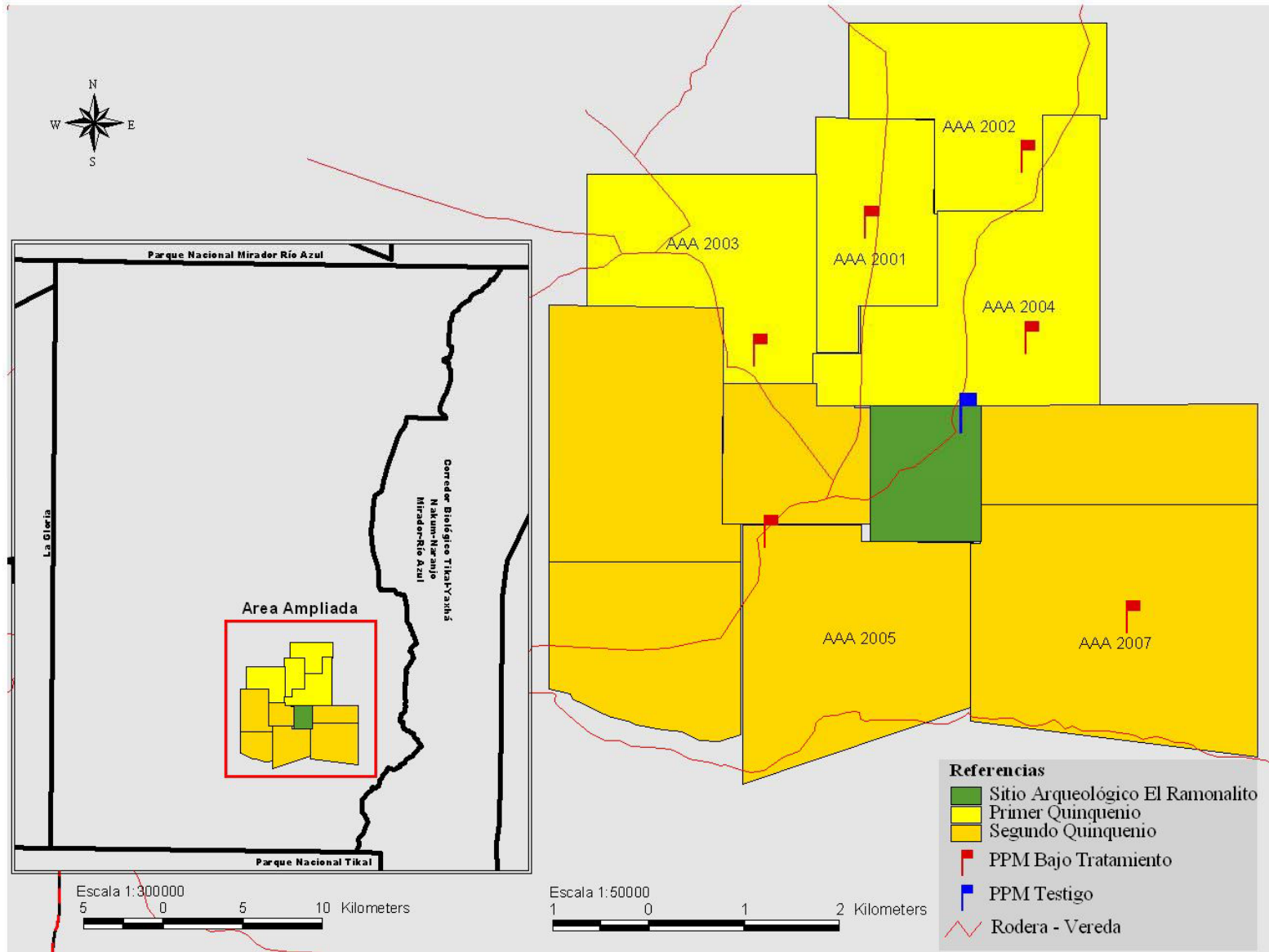


Figura 15A. Mapa de ubicación de PPM establecidas en UM Uaxactún

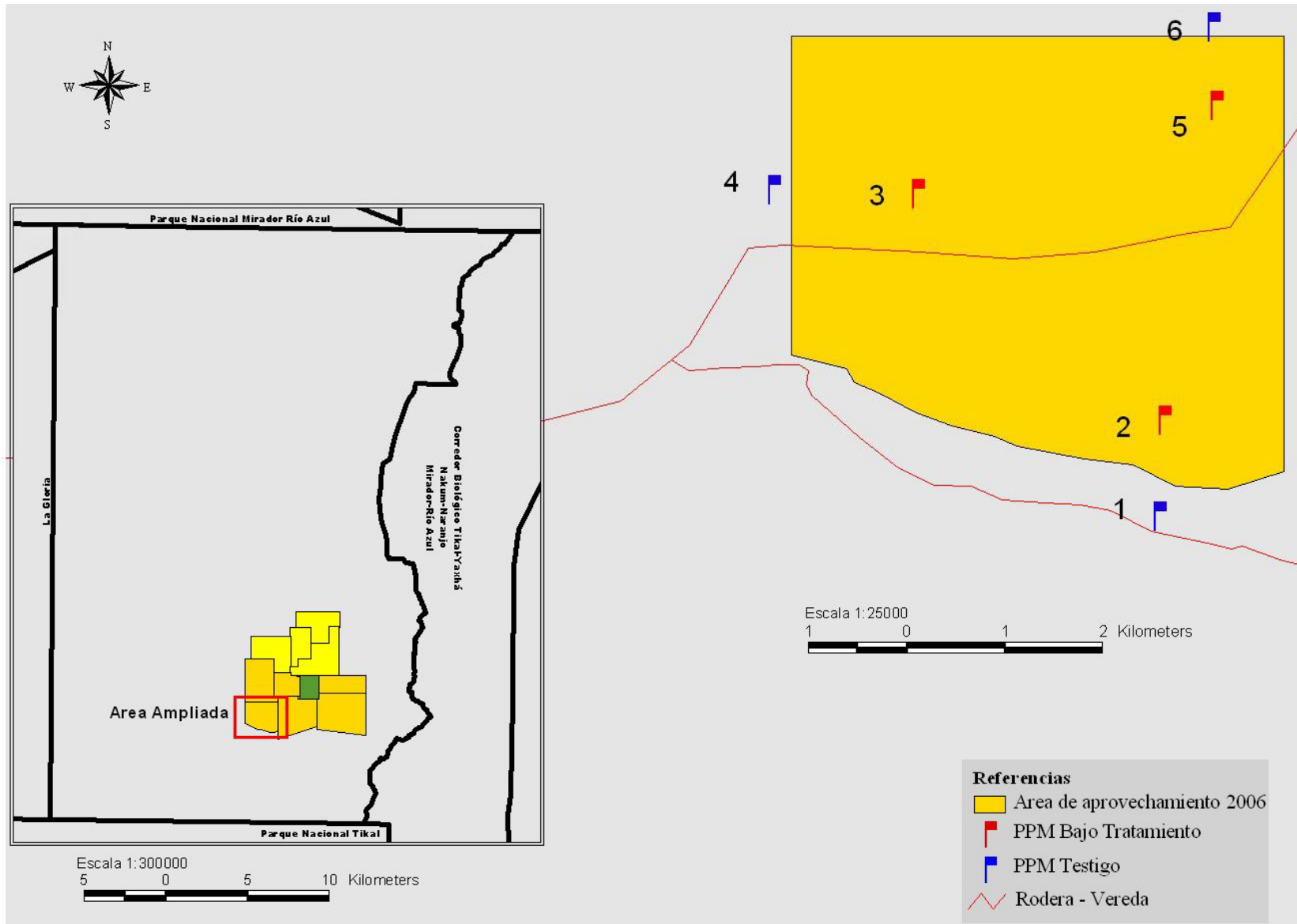


Figura 16A. Mapa de ubicación de PPM monitoreadas en AAA 2006, en la UM Uaxactún

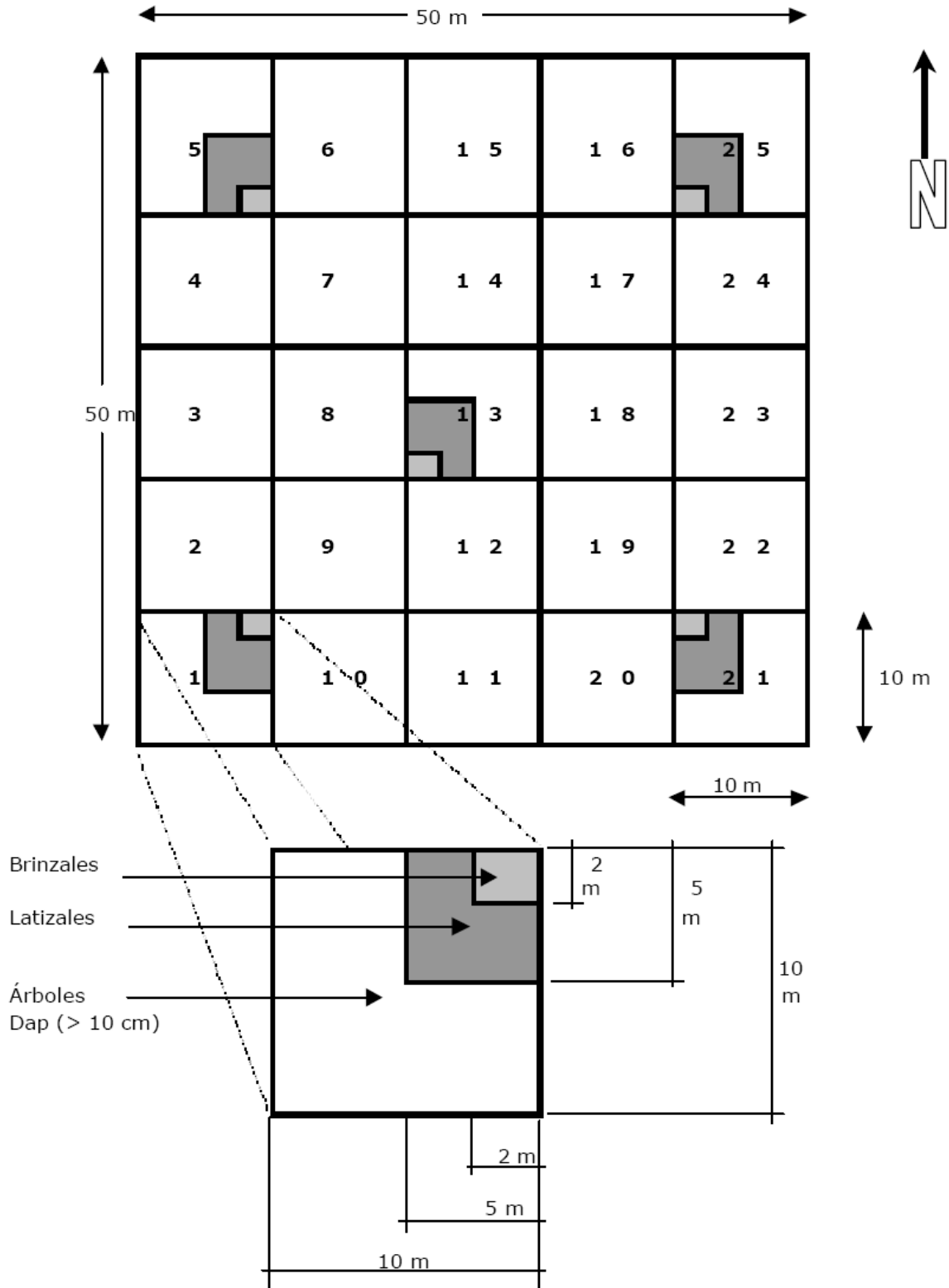


Figura 17A. Diseño de una PPM con dimensión de 0.25 ha

Latizales y brinzales: cuadrado 5 x 5 y 2 x 2
 Código del país: _____
 Código de tratamiento: _____
 Código de sitio: _____
 Experimento No. _____
 Parcela No. _____

Tipo de bosque: _____
 Identificador: _____
 Medidor: _____
 Anotador: _____
 Fecha: _____
 Existe: si: 1 _____ no: 9 _____

CONTEO DE INDIVIDUOS VIVOS EN PIE													
Sub-parcela	No. consecutivo de árbol	Latizales (5.0-9.9 cm dap) Parcelas 5 x 5 m				Existe 1: si 9: no	Obs.	Brinzales (30 cm altura total- 4.9 cm de diámetro). Parcelas 2x2 m (.0004 ha)				Existe 1: si 9: no	Obs.
		Nombre común	Rebrote	Planta	Ilum.			Nombre común	Rebrote	Planta	Ilum.		

Figura 18A. Boleta de reclutamiento de latizales y brinzales

Árboles dap \geq 10 cm: cuadrado 10 x

10 m

Código del país: _____

Código de tratamiento: _____

Código de sitio: _____

Experimento No. _____

Parcela No. _____

Tipo de bosque: _____
Identificador: _____
Medidor _____
Anotador _____
Fecha _____
Existe: si: 1 _____ no: 9 _____

Sub-parcela	No. consecutivo de árbol	IDENT		Especie	Grupo comercial		Descripción del árbol individual						Obs.	
		Clase idente fuste (4)	Madera		Otras	Dap	Fuste	Altura (m)	Copa		Lianas (7)	Trmto. Silvicultural (8)		
						(cm)	Cl. cal. (5)		Ilum	Forma				
						(5)	(6)							

Figura 19A. Boleta de reclutamiento de fustales y arboles

Cuadro 19A. Listado de especies registradas en las PPM establecidas

Nombre Común	Nombre Científico	Grupo comercial	No. total individuos
Caoba	<i>Swietenia macrophylla</i>	AAACOM	31
Cedro	<i>Cedrella odorata</i>	AAACOM	6
Canxán	<i>Terminalia amazonia</i>	ACTCOM	11
Catalox	<i>Swartzia lundellii</i>	ACTCOM	9
Chechén negro	<i>Metopium brownei</i>	ACTCOM	4
Danto	<i>Vatairea lundellii</i>	ACTCOM	1
Jobillo	<i>Astronium graveolens</i>	ACTCOM	9
Malerio blanco	<i>Aspidosperma stegomeris</i>	ACTCOM	18
Malerio colorado	<i>Aspidosperma megalocarpon</i>	ACTCOM	106
Manchiche	<i>Lonchocarpus castilloi</i>	ACTCOM	17
Mano de león	<i>Dendropanax arboreum</i>	ACTCOM	12
Santamaría	<i>Calophyllum brasiliense</i>	ACTCOM	9
Amapola	<i>Pseudobombax ellipticum</i>	POTCOM	3
Pucté	<i>Bucida buceras</i>	POTCOM	8
Saltemuche	<i>Sickingia salvadorensis</i>	POTCOM	58
		Total	302

Coordenada UTM:

Fecha: _____
 Parcela No. _____
 AAA: _____

Arb No	Especie	DAP (cm)	Altura Comercial (m)	Iluminación (1-5)	Lianas (1-9)	C.F. (1-6)	Copa (1-7)	Coord. Ac.		Observaciones /identidad de fuste
								X	Y	

Figura 20A. Boleta de registro de fustales y árboles dentro de PPM

Cuadro 20A. Códigos para levantamiento de variables dasométricas

1. Iluminación de copa

Características	No. de código
Emergente	1
Plena vertical	2
Vertical parcial	3
Iluminación oblicua	4
Nada directa	5

2. Clases de desarrollo

Variables	No código
Árbol \geq 25 cm dap	1
Fustal 10 - 24.99 cm dap	2
Latizal 5 - 9.99 cm dap	3
Brinzal < 5 cm dap	4

3- Clase de Identidad de Fuste

Características	Fuste *		Tocón **		No. encontrado
	Completo	Quebrado	Quebrado	Cortado	
Árboles					
vivo en pie	111	112	113	114	119
vivo inclinado menos de 29 grados	121	122			129
vivo inclinado 30 grados o más	131	132			139
Fuste curvado (media luna)	141	142			149
Vivo caído	151	152	153		159
muerto en pie	161	162	163	164	169
muerto caído	171	172	173		179
Rebrotes					
vivo en pie	211	212	213	214	219
vivo inclinado menos de 29 grados	221	222			229
vivo inclinado 30 grados o más	231	232			239
Vivo caído	241	242	243		249
muerto en pie	251	252	253	254	259
muerto caído	261	262	263		269
Palmas: (altura hasta el punto final del fuste leñoso)					
mas de 2 m altura total, vivo en pie	511	512	513	514	519
mas de 2 m altura total, vivo caído	521	522	523		529
mas de 2 m altura total, muerto	531	532	533	534	539
0.30-1.99 m, vivo en pie	551	552	553	554	
0.30-1.99 m, vivo caído	561	562	563		

*Altura total mayor a 4 m.

**Altura total menor a 4 m.

4.- Calidad de fuste (CF)

Clase de calidad de fuste	No. Código
Comercial actualmente	1
Comercial en el futuro	2
Comercial en el futuro pero con la base podrida (Quemada)	3
Deformado	4
Dañado	5
Podrido	6

5. Forma de copa

Características	No. de código
Círculo completo	1
Círculo irregular	2
Medio círculo	3
Menos que medio círculo	4
Pocas ramas	5
Principales rebrotes	6
Vivo sin copa	7

6. - Trepadoras leñosas

Variables	No. Código
Ninguna visible en el fuste	
No visibles en copa	1
Existentes en copa	2
Cubriendo más del 50 % de la copa	3
Sueltos en el Fuste	
No visibles en copa	4
Existentes en copa	5
Cubriendo más del 50 % de la copa	6
Apretando el fuste	
No visibles en copa	7
Existentes en copa	8
Cubriendo más del 50 % de la copa	9

Fuente: Pinelo 2000