

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

ÁREA INTEGRADA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA  
LACHUÁ, COBÁN, ALTA VERAPAZ, CON ÉNFASIS EN LA EVALUACIÓN DE CINCO  
SUSTRATOS ALTERNATIVOS AL PEAT-MOSS.**



RAMIRO LORENZO CALMO

GUATEMALA, JULIO 2012



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

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**REALIZADO EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, COBÁN, ALTA  
VERAPAZ, GUATEMALA, C.A.**

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



**POR  
RAMIRO LORENZO CALMO**

**EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERO AGRÓNOMO**

**EN**

**RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**EN EL GRADO ACADÉMICO  
DE LICENCIADO**

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

**RECTOR**

**DR. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS**

**JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA**

Decano	Dr. Lauriano Figueroa Quiñonez
Vocal I	Dr. Ariel Abderramán Ortíz López
Vocal II	Ing. Agr. Marino Barrientos García
Vocal III	Ing. Agr. MSc. Oscar René Leiva Ruano
Vocal IV	Br. Lorena Carolina Flores Pineda
Vocal V	P. Agr. Josué Antonio Martínez Roque
Secretario	Ing. Agr. Carlos Roberto Echeverría Escobedo

**GUATEMALA, JULIO 2012**

Guatemala, mayo 2012

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: REALIZADO EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, COBÁN, ALTA VERAPAZ.**

Como requisito previo a optar al 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 suscribo,

Atentamente:

“ID Y ENSEÑAD A TODOS

f. \_\_\_\_\_

Ramiro Lorenzo Calmo.

## **ACTO QUE DEDICO**

**A:**

**DIOS**

Por darme la oportunidad de compartir este momento al lado de mi familia y seres queridos.

**MIS PADRES**

Luisa Calmo y Rufino Lorenzo, por su amor y sacrificios incondicionales que hacen posible este momento tan anhelado para mi persona.

**MIS HERMANAS y HERMANO**

Reyna, Lidia, Eva, Maribel y Alfredo Lorenzo Calmo por su cariño y motivación.

**AMIGOS Y AMIGAS**

Sandra Santos, Pedro Oquendo, Oscar Bonilla, Luis Pedro Utrera, Pavel Soto, Rubén Granados, Azucena Juárez y demás amigos, por su valiosa amistad.

**PROFESORES**

Por haber sido parte especial en cada etapa de mi formación.

## **AGRADECIMIENTOS**

**A**

### **Ing. Agr. FREDY HERNÁNDEZ OLA**

Por la supervisión y apoyo durante el proceso del ejercicio profesional supervisado.

### **Ing. Agr. MARIO SARAIVIA**

Por su valiosa asesoría para hacer realidad el trabajo de tesis.

### **PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ**

A todo el personal administrativo pero en especial: Lic. LETICIA LEMUS, Ings. Agr. LUIS PEDRO UTRERA, GREGORIO GUZMAN y FERMÍN AYALA guadarecurso.

### **ASOCIACIÓN K´AT B´AL POM**

Ing. Agr, GERMAN CU LEAL.

Por su amistad, asesoría y consejos durante el ejercicio profesional supervisado y a todos los Guarda – recursos del Parque,

### **FACULTAD DE AGRONOMÍA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Por mi formación académica como profesional.

## INDICE GENERAL

Página

1	CAPITULO I: DIAGNOSTICO DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN, EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUA (PNLL) Y SU ZONA DE INFLUENCIA, COBAN, ALTA VERAPAZ. GUATEMALA, C. A.	1
1.1	PRESENTACIÓN	2
1.1.1	OBJETIVOS	3
1.1.1.1	1 General.	3
1.1.1.2	2 Específicos.	3
1.2	MARCO REFERENCIAL	4
1.2.1	Extensión localización y ubicación.	4
1.2.2	Vías de comunicación.	5
1.2.3	Clima.	5
1.2.4	Hidrología.	5
1.2.5	Zonas de Vida	6
1.2.6	Geología	7
1.2.7	Fisiografía	8
1.3	METODOLOGÍA	9
1.3.1	Fase de gabinete.	9
1.3.2	Fase de campo.	9
1.3.3	Fase final de gabinete.	10
1.4	RESULTADOS.	11
1.4.1	Investigación Programa de Investigación y Monitoreo (PIMEL)	11
1.4.2	Investigación realizados por la Facultad de Agronomía (FAUSAC)	19
1.4.3	Investigación realizados por estudiantes Universidad Rafael Landivar (URL).	24
1.4.4	Investigación realizada por otras instituciones.	25
1.4.5	Investigaciones pendientes de entrega de resultados	32
1.4.6	Instituciones que han contribuido en el proceso de investigación	33
1.4.7	Investigaciones prioritarias según el plan maestro 2004-2009.	34
1.4.8	Análisis de los alcances que se tuvieron en el periodo 2004-2009.	35
1.5	CONCLUSIONES	36
1.6	RECOMENDACIONES	37
1.7	BIBLIOGRAFÍA	38



2	CAPITULO II: EVALUACIÓN DE CINCO SUSTRATOS ALTERNATIVOS AL PEAT-MOSS PARA LA PRODUCCION DE PLANTULAS DE MATILISGUATE (Tabebuia rosea Bertol. DC.), EN TUBETE, EN LA COMUNIDAD DE SALACUIM, COBAN, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C. A.	41
2.1	PRESENTACION	42
2.2	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	43
2.3	MARCO CONCEPTUAL	44
2.3.1	Sustratos.	44
2.3.1.1	Propiedades de los sustratos.	44
2.3.1.2	Tipos de sustratos.	46
2.3.1.3	Preparación de sustratos.	47
2.3.1.4	Turba (Peat-Moss).	48
2.3.1.5	El maíz.	48
2.3.1.6	Aserrín.	49
2.3.1.7	Cáscara de coco.	49
2.3.1.8	Cascarilla de cardamomo.	52
2.3.2	Historia de la producción de especies forestales en contenedores.	53
2.3.3	Características de los contenedores.	54
2.3.4	Características que afectan el crecimiento de las plantas.	54
2.3.5	Medios de crecimiento.	55
2.3.5.1	Funciones de los medios de crecimiento.	55
2.3.5.2	Características de un medio ideal de crecimiento.	56
2.3.5.3	Componentes utilizados para la formulación de medios de crecimiento.	57
2.3.6	Características relacionadas con el crecimiento de la planta.	57
2.3.6.1	Relación Carbono-Nitrógeno (C/N).	57
2.3.6.2	La presencia de lignina.	58
2.3.7	Características que afectan las condiciones de un vivero.	58
2.3.8	Descripción de la especie forestal experimental.	59
2.3.9	Fertirriego.	60
2.4	OBJETIVOS	61
2.4.1	Objetivo general.	61
2.4.2	Objetivos específicos.	61
2.5	HIPOTESIS	62
2.6	METODOLOGIA	63
2.6.1	Materiales experimentales.	63
2.6.2	Procedencia de la semilla de la plántula experimental..	63
2.6.3	Tratamientos.	63

2.6.4	Diseño experimental.	64
2.6.5	Modelo estadístico.	64
2.6.6	Unidad experimental	65
2.6.7	Área experimental.	66
2.6.8	Recolección de los materiales a evaluar.	66
2.6.9	Picado de los materiales.	66
2.6.10	Secado de los materiales.	66
2.6.11	Maceración de los materiales a utilizar como sustratos.	66
2.6.12	Desinfección de sustratos.	66
2.6.13	Características de los contenedores.	67
2.6.14	Siembra de las semillas.	67
2.6.15	Fertilización.	67
2.6.16	Control de plagas y enfermedades.	67
2.6.17	Variables respuesta.	68
2.6.18	Análisis de la información.	68
2.6.18.1	Análisis estadístico.	68
2.6.18.2	Caracterización física y química de los sustrato.	68
2.6.18.3	Análisis C/N y materia seca de las plántulas de matilisguate	68
2.6.18.4	Análisis económico.	69
2.7	RESULTADOS	70
2.7.1	Análisis de varianza (ANDEVA).	70
2.7.1.1	Variable longitud de la parte aérea de las plántulas de matilisguate	70
2.7.1.2	Variable longitud de la parte radicular de las plántulas de matilisguate	70
2.7.1.3	Variable diámetro de las plántulas de matilisguate	71
2.7.1.4	Prueba de medias TUKEY.	71
2.7.2	Caracterización física y química de los sustrato.	72
2.7.3	Análisis de C/N y materia seca de las plántulas de matilisguate	73
2.7.4	Análisis económico entre los tratamientos.	74
2.8	CONCLUSIONES	75
2.9	RECOMENDACIONES	76
2.10	BIBLIOGRAFIA	77
3	CAPITULO III: INFORME FINAL DE SERVICIOS PRESTADOS AL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, COBÁN ALTA VERAPAZ.	80
3.1	PRESENTACION	81

3.2 SERVICIO 1: APOYO A LA ADMINISTRACIÓN DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ (PNLL) DE AGOSTO 2008-MAYO 2009. _____	82
3.2.1 OBJETIVOS _____	82
3.2.1.1 General. _____	82
3.2.1.2 Específicos. _____	82
3.2.2 METODOLOGIA _____	83
3.2.2.1 Apoyo a los Guardarrecursos con las actividades de la sede uno: _____	83
3.2.2.2 Trabajo de campo, para el proyecto de captura de carbono _____	83
3.2.2.3 Apoyo al Departamento de Asuntos comunitarios y guardarrecursos _____	83
3.2.2.4 Apoyo al cuerpo de bomberos forestales _____	84
3.2.3 RESULTADOS _____	85
3.2.3.1 Apoyo a los Guardarrecursos en las actividades de la sede uno. _____	85
3.2.3.2 Trabajo de campo, para el proyecto de Captura de Carbono. _____	85
3.2.3.3 Apoyo al encargado de Departamento de Asuntos comunitarios _____	85
3.2.3.4 Apoyo al cuerpo de bomberos forestales _____	86
3.2.4 EVALUACION (LOGRO DE OBJETIVOS). _____	86
3.3 SERVICIO 2: REMEDIACIÓN DE PARCELAS PERMANENTES DE MUESTREO – PPM- EN LAS REFORESTACIONES DE PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES (PINFOR), EN LA ECOREGION LACHUÁ. _____	87
3.3.1 OBJETIVOS _____	87
3.3.1.1 General. _____	87
3.3.1.2 Específicos. _____	87
3.3.2 METODOLOGIA _____	88
3.3.2.1 Etapa1. Coordinación de la convocatoria _____	88
3.3.2.2 Etapa2. Remedición de las –PPM- _____	88
3.3.2.3 Etapa 3: Tabulación de variables. _____	89
3.3.2.4 Análisis del costo monetario de la actividad de remedición. _____	89
3.3.3 RESULTADOS _____	90
3.3.3.1 Remedición de las –PPM- en el campo. _____	90
3.3.3.2 Tabulación de las variables remedidas _____	91
3.3.3.3 Análisis de resultados. _____	93
3.3.3.4 Costo total monetario de la actividad de remedición. _____	94
3.3.4 EVALUACION (LOGRO DE OBJETIVOS) _____	95
3.4 SERVICIO 3: APOYO A LAS PERSONAS ENCARGADAS DE LA ESTRATEGIA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA ECOREGION LACHUA PARA EL AÑO 2009. COBÁN, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA. _____	96
3.4.1 OBJETIVOS _____	96
3.4.1.1 General. _____	96
3.4.1.2 Específicos. _____	96

3.4.2 METODOLOGIA	97
3.4.2.1 Planificación de la estrategia de la Educación Ambiental 2009.	97
3.4.2.2 Temas del Programa de Educación Ambiental	97
3.4.2.3 Método de enseñanza.	98
3.4.3 RESULTADOS	99
3.4.3.1 Planificación de la estrategia de la Educación Ambiental 2009.	99
3.4.3.2 El apoyo al Departamento de Estrategia de la Educación Ambiental	99
3.4.3.3 Apoyo a guarda recursos del Parque Nacional Laguna Lachua (PNLL),	100
3.4.4 EVALUACION (LOGRO DE OBJETIVOS)	100
4 APENDICE.	101

## INDICE FIGURAS

	Página
1. Mapa de ubicación de la ecorregión Lachuá y sus comunidades	4
2. Mapa de Clima, sistema Thornthwaite, zona de influencia del PNLL	6
3. Mapa de Geología de la zona de influencia del PNLL (MAGA, 2000).	7
4. Combinación de tratamientos y repeticiones y distribución en el área experimental	65
5. Unidad experimental (UE).	65
6A. Secuencia de fotografías del proceso de la investigación.	105
7A. Resultados de de análisis físico y químico, de los sustratos y C/N	105

## INDICE DE CUADROS

	Página
1. Clima presente en la zona de influencia del PNLL. _____	5
2. Zonas de vida presentes en la Ecorregión Lachuá. _____	6
3. Descripción de las formaciones geológicas de la ecorregión Lachuá. _____	7
4. Propiedades de la fibra de coco comparado con turba. _____	50
5. Comparación de medias de los sustratos secundarios. _____	53
6. Comparación de de sustratos secundarios en mezcla con el material de montaña. _	53
7. Materiales a utilizar para la elaboración de los sustratos alternativos. _____	63
8. Descripción de los tratamientos y su codificación. _____	64
9. Concentraciones de la solución nutritiva. _____	67
10. ANDEVA de longitud de la parte aérea de plántulas de matilisgute. _____	70
11. ANDEVA de longitud de la parte radicular de plántulas de matilisgute. _____	70
12. ANDEVA del diámetro de plántulas de matilisgute. _____	71
13: Prueba de medias TUKEY para cada una de las variables respuesta. _____	71
14. Análisis químico de los sustratos evaluados. _____	72
15. Análisis físico de los sustratos evaluados. _____	73
16. Determinación de la relación C/N y materia seca en plántulas de matilisguate _____	73
17: Costo total para producir una plántula de matilisguate por tratamiento. _____	74
18. Grupos para la remediación de PPM. _____	88
19. Especies sobresalientes en las PPM de la ecoregión Lachuá. _____	90
20. Información generada por MIRASIL ordenado por especie. _____	91
21. Datos promedio por especie que se encuentran dentro de las 26 PPM. _____	93
22. Descripción de temas y subtemas para cada mes. _____	98
23A. Comunidades de la ecoregión Lachuá para impartir charlas/Educación Ambiental. _____	101
24A. Calendario de capacitaciones a guardarecursos _____	101
25A. Presupuesto de la remediación de las PPM en la ecoregión Lachuá. _____	102
26A. Calendario de charlas sobre la prevención y control de los incendios forestales _	103
27A. Valores promedio de las variables respuestas de las plantas sometidas a _____	106
28A. Matriz de medias TUKEY. _____	107
29A. Variables analizadas para determinar costo producción/plántula de matilisguate _	108

## **REALIZADO EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, JURISDICCIÓN DEL MUNICIPIO DE COBÁN, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ. GUATEMALA, C. A.**

### **RESUMEN**

Este trabajo de graduación consistió en la elaboración de un diagnóstico, una investigación experimental y tres servicios a la administración de Parque Nacional Laguna Lachuá

El diagnóstico consistió básicamente en conocer los trabajos en materia de investigaciones que se han realizado en el Parque Lachuá y su zona de influencia. En materia de resultados se logró recopilar 27 investigaciones relacionadas con temas socioeconómicos, manejo sostenible de los recursos naturales renovables (agua, suelo, bosque) así como fauna y flora silvestre, de la ecorregión, que se encontraban en los centros de documentación afines a la administración del Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL). También se pudo identificar los principales actores en promover la investigación son: La Escuela de Biología a través del Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecoregión Lachuá (PIMEL), y la Facultad de Agronomía, ambos de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC).

La investigación experimental se llevó a cabo en el vivero forestal de la asociación K'at b'al pom, situado en la comunidad de Salacuim, y consistió en evaluar el desarrollo de plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC.), en la etapa de vivero, en seis diferentes sustratos, en tubete. De los sustratos evaluados cinco eran a base de materiales orgánicos: cascarilla de cardamomo, rastrojo de maíz, tuza de maíz, cáscara de coco y aserrín, con la finalidad de ver si alguno de los antes mencionados pudiera sustituir al sustrato Pet-moos denominado tratamiento testigo, que por ser un material importado su costo de adquisición es elevado, aumentando los costos de producción. Las variables evaluadas fueron: Longitud de la parte aérea, longitud radicular y diámetro de tallo de las plántulas experimentales. Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con una significancia de 5%, cuyos resultados indicaron que Peat-moss es superior a los demás tratamientos. El T6 (cáscara de coco) en la variable diámetro de la plántula el rendimiento fue mayor que T2, T3, T4 y T5 pero inferior

al Peat-moss (T1). La caracterización química evidenció que la superioridad del Peat-moss se debe a su enriquecimiento tanto en macro y micronutrientes y acidez (pH=5.1) en donde los minerales y nutrientes son más solubles de fácil absorción por la parte radicular. Los sustratos restantes mostraron deficiencias en macro y micronutrientes con pH alcalino en donde los nutrientes difícilmente podían ser asimilados por la planta. En cuanto al análisis rentabilidad económica realizada se identificó que producir una planta con el sustrato peat-moss es 30 a 40% más caro que los otros tratamientos evaluados.

Los servicios realizados para la administración del Parque Lachuà fueron tres. El primero consistió en apoyar el personal del Instituto Nacional de Bosques (INAB) y del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP) que conforman el personal administrativo del parque, de agosto 2008-mayo 2009”, el segundo servicio consistió en apoyar al personal del Instituto Nacional de Bosques (INAB) en la remediación de 26 Parcelas Permanentes de Muestreo –PPM- establecidas en el año 2005 y 2006 en las plantaciones del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), El tercer servicio consistió en apoyar al personal encarga de impartir los talleres de educación ambiental, dirigido a los guardarecursos.



# 1 CAPITULO I

**DIAGNOSTICO DEL PROCESO DE INVESTIGACIÓN, EN EL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUA (PNLL) Y SU ZONA DE INFLUENCIA, COBAN, ALTA VERAPAZ. GUATEMALA, C. A.**



## 1.1 PRESENTACIÓN

Este diagnóstico presenta una recopilación de 27 investigaciones relacionadas con temas socioeconómicos, manejo sostenible de los recursos naturales renovables (agua, suelo, bosque) así como fauna y flora silvestre, realizados en la ecorregion Lachuá, ubicados en los centros de documentación afines a la administración del Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL). Identificando que los principales actores en promover la investigación son la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala (EBUSAC), a través del Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecoregión Lachuá (PIMEL), generado un total de 13 documentos con temas relacionas a fauna y flora silvestre, seguido de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC) contribuyendo 5 documentos con temas relacionados de agua, suelo y bosque.

Cada una de las investigaciones encontradas fue sintetizada, con el objetivo de hacer una breve descripción para conocer los diversos temas que se han tratado y los alcances que se obtuvieron. Para que las autoridades administrativas tengan conocimientos de lo que se ha realizado y poder identificar de una mejor manera lo que falta por hacer, pudiendo así generar propuestas de investigación de corto, mediano, y largo plazo de una forma integrada y lógica, con las diferentes instituciones que están estrechamente relacionadas con la coadministración y contribuir a la conservación del parque y el desarrollo de las comunidades aledañas que forman la zona de amortiguamiento del parque..

## 1.1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1.1 General.

- Conocer los trabajos en materia de investigaciones que se han realizado en el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) y su zona de influencia. Cobán. Alta Verapaz.

### 1.1.1.2 Específicos.

- Sintetizar investigaciones realizadas en el PNLL y su zona de influencia.
- Identificar las instituciones que han contribuido con la investigación en el parque y su zona de influencia.
- Realizar un análisis de los alcances que se tuvieron en el periodo 2004-2009.

## 1.2 MARCO REFERENCIAL

### 1.2.1 Extensión localización y ubicación.

La Ecorregión Lachuá suma una extensión total de 42,000 hectáreas, de las que, 14, 500 hectáreas corresponden al Parque Nacional Laguna Lachuá.

Políticamente pertenece al municipio de Cobán, departamento de Alta Verapaz, geográficamente esta dentro de las coordenadas. 15°49′11″ y 15°57′19″ de Latitud Norte; 90°45′14″ y 90°34′38″, 90°45′26″ de Longitud Oeste (Dirección General de Bosques y Vida Silvestre 1992).

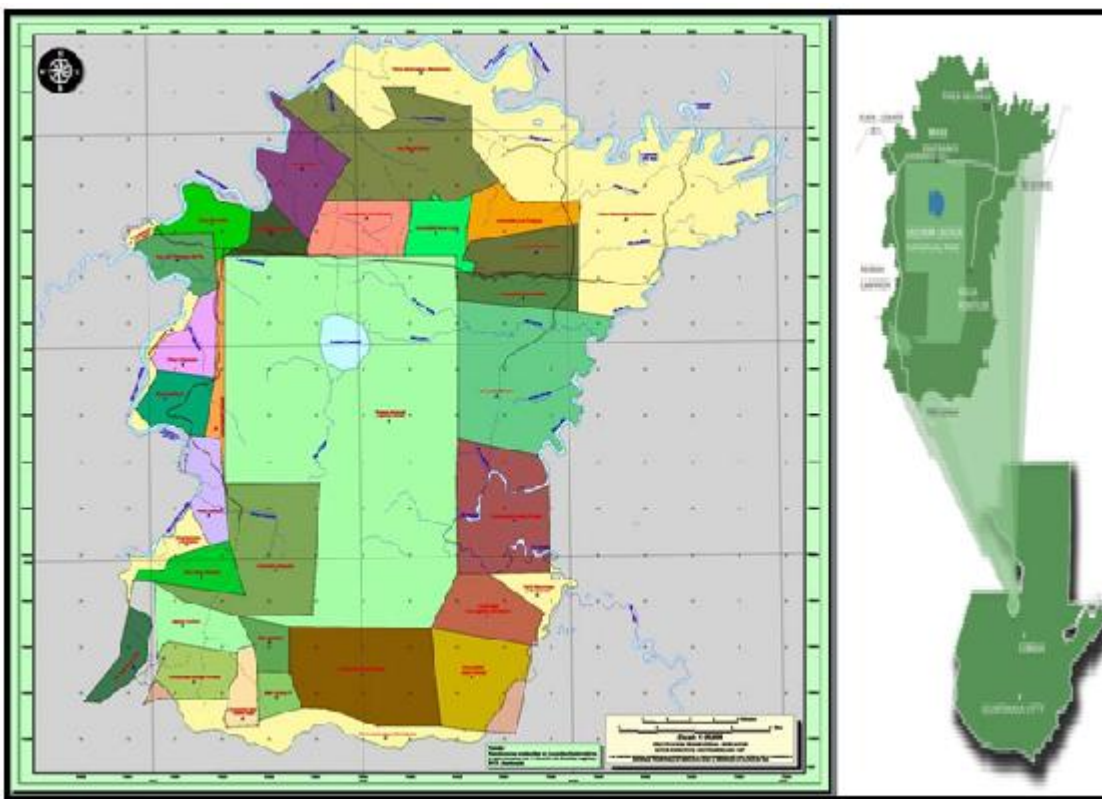


Figura 1. Mapa de ubicación de la ecorregión Lachuá y sus comunidades (UICN-INAB-Proyecto Laguna Lachuá. 2000).

### 1.2.2 Vías de comunicación.

Se puede ingresar por vía Cobán-Chisec; el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) está ubicado aproximadamente a 367 km de la ciudad capital de Guatemala. Monzón 1999, menciona que con la apertura reciente de la carretera que conduce de Cobán-Cubilhuitz-Salacuim se recorre hacia el PNLL cerca de 290 km desde la capital (ver figura 2).

### 1.2.3 Clima.

Según el sistema de Thornthwaite, clasificado por Obiols (1975), el clima predominante en el área se clasifica como cálido y húmedo, con una época lluviosa que va de junio a octubre y una época relativamente seca entre los meses de febrero y abril. La temperatura promedio anual es de 25.3 °C. La humedad relativa anual alcanza el 91.02 %, siendo un área muy húmeda en la que llueve aproximadamente 150 días al año, teniendo una precipitación bastante alta comparada con la mayoría del territorio guatemalteco, mostrando un promedio anual de 3,300 milímetros (UICN-INAB 2004). (Ver figura 2).

Cuadro 1. Clima presente en la zona de influencia del PNLL.

Simbología	Carácter del clima		Vegetación natural
AA´	Cálido	Muy Húmedo	Selva

Fuente: Mapa Climático de la subcuenca Río Salinas, Base de datos MAGA, 2000.

### 1.2.4 Hidrología.

Según UICN-INAB (2004) se dice que el Área Protegida contiene una variedad de humedales, los cuales incluyen ecosistemas acuáticos y planicies inundadas. Contiene como cuerpo principal de agua la Laguna Lachuá. Todo el sistema pertenece a tres subcuencas siendo la de los ríos Chixoy, Icbolay e Ixloc. La subcuenca del río Salinas esta conformada por siete microcuencas las cuales son: río Ixloc, río Batzulup, río Machaca, río Obempacay, río Canijá, río Salinas y río Del Cerro, todas ellas drenan al río Chixoy o Negro, vertiente del Golfo de México. Algunas corrientes desaparecen o surgen en sumideros o siguanes característicos del relieve kárstico.

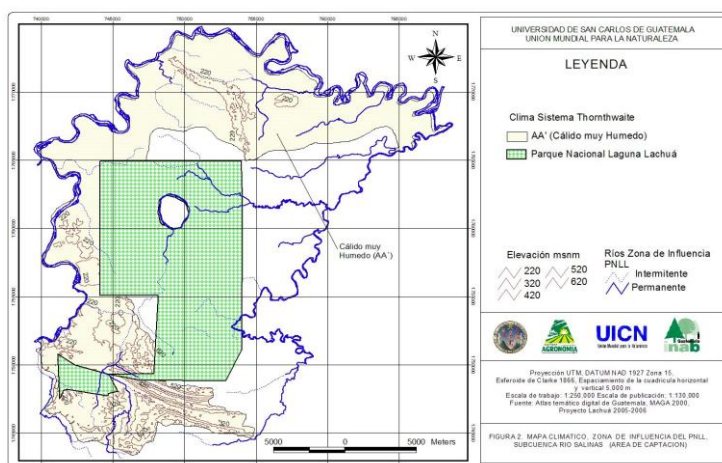


Figura 2. Mapa de Clima, sistema Thornthwaite, zona de influencia del PNLL, subcuenca del río Salinas (área de captación).

### 1.2.5 Zonas de Vida

Como se muestra en la figura 3, dentro del área de estudio se encuentran presentes dos zonas de vida: la primera de ellas se identifica como Bosque Muy Húmedo Tropical (cálido) - Bmh-S (c) la cual ocupa el mayor porcentaje de área (66%) por otro lado, la segunda zona de vida denominado Bosque Pluvial Subtropical - bp-s ocupa el restante 34 % del área de estudio (De La Cruz, 1982).

Cuadro 2. Zonas de vida presentes en la Ecorregión Lachúa.

Categoría	Nombre	Clima	Especie indicadora
Bmh-S(c)	Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido)	Las condiciones climáticas son variables por influencia de los vientos, el régimen de lluvias es de mayor duración, por lo que influye gradualmente en la composición florística y en la fisonomía de la vegetación. Patrón promedio de Precipitación 3,284 mm, biotemperatura de 21 a 25 °C y Evapotranspiración promedio 0.45	<i>Orbigyna cohune</i> , <i>Terminalia amazonia</i> , <i>Brosimum alicastrum</i> , <i>Lonchocarpus</i> , <i>Virola</i> , <i>Cecropia</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Vochycia hondurensis</i> y <i>Pinus caribea</i> .
bp-s	Bosque pluvial Subtropical	La precipitación esta entre 4,410 y 6,577 mm anuales. La biotemperatura oscila entre 16 y 24 °C y la Evapotranspiración promedio es de 0.25.	<i>Alfaroa spp</i> , <i>Taluma spp</i> , <i>Magnolia guatemalensis</i> .

Fuente. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento según De La Cruz, 1982.

### 1.2.6 Geología

El Parque Nacional Laguna Lachuá y zona de influencia, se asienta sobre cinco formaciones geológicas los cuales se presentan en el siguiente cuadro y figura:

Cuadro 3. Descripción de las formaciones geológicas de la ecorregión Lachuá.

Codificación	Descripción de las formaciones geológicas.
<b>Qa.</b>	Aluviones Cuaternarios que ocupa un 9.58% dentro del area de estudio.
<b>Tsp.</b>	Terciario Superior Oligoceno-Plioceno (predominantemente continental; incluye formaciones Cayo, Armas, Caribe, Herreria, Bacalar y White Mares). Esta formación geológica es la que tiene mayor área dentro de la subcuenca (41.55%).
<b>Tpe.</b>	Paleoceno-Eoceno (sedimentos marítimos). Esta formación geológica es la que menor área representa dentro del área de estudio (5.02%).
<b>KTs.</b>	Cretácico-Terciario (Formación Segur, Campaniano-Eoceno. Predominantemente sedimentos Clásticos. Incluye formaciones Toledo, Reforma y Cambio, y Grupo Verapaz). Representa únicamente el 20.09% del área de estudio.
<b>Ksd.</b>	Cretácico (carbonatos Neocamiano-Campanianos incluye formaciones Cobán, Ixcoy, Camburm Sierra Madre). Representa el 23.7% del área de estudio.

Fuente: MAGA, 2000.

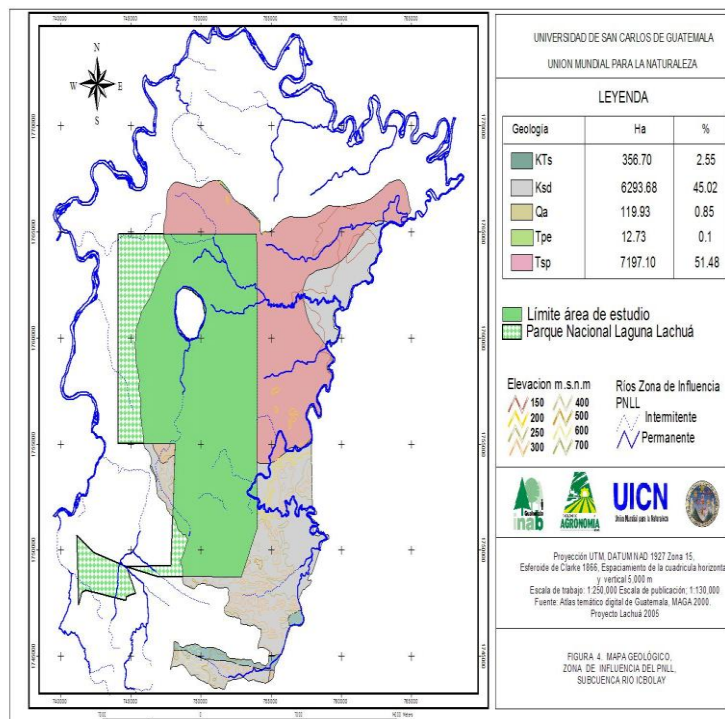


Figura 3. Mapa de Geología de la zona de influencia del PNLL (MAGA, 2000).

### 1.2.7 Fisiografía

El área de estudio pertenece a la región fisiográfica de las Tierras Altas Sedimentarias dentro de los que sobresalen dos tipos de relieves (Dirección General de Bosques y Vida silvestre 1992):

Colinas Paralelas, con altitudes entre 300 a 700 msnm. Los procesos erosivos manifestándose con mayor nitidez las formas de relieve kárstico de colinas, sumideros y mogotes, esta formación ocupa el 26.04% (13,750.24 ha) del area estudiada .

Tierras Planas, con altitudes promedio de 180 msnm, observando principalmente en zonas aledañas a los río Chixoy y en la zona central ocupa el 73.13% del área total (38,615.80 ha).

### 1.3 METODOLOGÍA

La elaboración del diagnóstico se realizó en tres fases las cuales se describen a continuación:

#### 1.3.1 Fase de gabinete.

Esta fase consistió en la ubicación y reconocimiento del Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) y su zona de influencia por medio de:

- Revisiones bibliográficas; investigaciones ejecutadas anteriormente.
- Hojas cartográficas escala 1:50,000 de Laguna Lachuá 2063I.
- Recopilación de investigaciones realizadas en años posteriores en los centros de documentación de las siguientes instituciones:
  - Proyecto Lachuá.
  - Instituto Nacional de Bosques (INAB), Sub región 2.6 IXCAN, QUICHE. Y 2.6.1, Salcuim, Cobán, Alta Verapaz.
  - Universidad Del Valle de Guatemala (UVG)
  - Universidad Rafael Landivar (URL).
  - Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC).
  - Centro de Investigación Forestal (CINFOR).
  - Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala (EBUSAC).
  - Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP).

#### 1.3.2 Fase de campo.

Se efectuó una visita y un recorrido preliminar del área bajo estudio con el propósito de identificar el estado del parque y su zona de influencia:

- Recurso humano con que cuenta el Proyecto Lachuá.



- Forma de administración.
- Manejo de los recursos naturales: agua, suelo, bosque, fauna y flora silvestre en la ecorregion PNLL.
- Identificación de instituciones que contribuyen con el proceso de investigación en el parque y su zona de influencia.

### 1.3.3 Fase final de gabinete.

En esta fase final de gabinete se llevó a cabo el procesamiento de la información obtenida de todos los centros de documentación.

- Se sintetizó cada una de las investigaciones que se localizaron.
- Análisis de la información recabada.

## 1.4 RESULTADOS.

A continuación se presenta una síntesis (título, objetivos y alcances) de cada una de las 27 investigaciones recopiladas en los principales centros de documentación de las instituciones afines a la conservación del Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) y su zona de influencia.

1.4.1 Documentos de investigación realizados por el Programa de Investigación y Monitoreo de la ecoregión Lachuá (PIMEL) de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlo de Guatemala (EBUSAC).

**Avedaño Mendoza Carlos E. Noviembre 1999. Utilización de un método geoestadístico para estimar distancias mínimas de trampeo y patrones especiales en *scarabaeinae* (Coleóptera: *Scarabaeidae*).**

La geoestadística es la rama de la estadística aplicada que analiza y modela estructuras especiales de elementos en el espacio y el tiempo. Se basa en el principio de la correlación espacial, es decir en la relación existente entre varios elementos del espacio según su cercanía (más parecidos) o lejanía.

Los datos de la rejilla del Corredor Biológico Mesoamericano -BCM-, corresponde a los meses de junio (época ceca) de 1997 y 1998. Se obtuvieron distancias mínimas de trampeo de 25m (necrófagos 1997), de 15m (coprófagos 1998) y de 20m (necrófagos 1998). Del parque Lachuá se analizaron datos de una rejilla en septiembre (época humedad) de 1999 solo para el habitó coprófago, se obtuvo una distancia mínima de trampeo de 15m.

Se demostró que la utilización de un método geoestadístico para evaluar distancias de trampeo, es muy valioso que constituye a la estandarización en la colecta de este taxón, para considerar la separación que debe existir entre trampas, logrando independencia entre ellas. La cantidad de trampas que debe colocarse a esa distancia para un inventario, podría considerarse como la determinada por la asíntota de la curva de acumulación de especies por trampa. Los resultados fueron 32 trampas, para necrófagos de 1997 en el BCM, 31 trampas, para necrófagos de 1998 en el BCM, 25 trampas, para coprófagos de 1998 en el BCM, y 77 trampas, para coprófagos de 1999 en el PNLL.

A pesar del proceso de interpolación de “krigging”, se determinó que en ambos lugares, el patrón espacial de *Scarabaeinae* fue amontonado, como son la mayoría de patrones de organismos vivos en ecosistemas naturales, los mismos son heterogéneos a macro y microescala.

La utilidad de la geostatística se podría ampliar a otro taxa, para de igual manera, estimar distancias de independencia y patrones espaciales para optimizar el método de muestreo de cada uno. Dependiendo del taxón que se estudie, será la escala espacial mínima con que se puede trabajar, es muy importante tomar en cuenta la movilidad del mismo. La aplicación de la geoestadística a la ecología del paisaje puede ser útil para predecir valores de un taxón o varios taxa en la heterogeneidad de un lugar determinado.

**Amrei Baumgarten Peter. Noviembre 2000. Características poblacionales y uso de hábitat del mono aullador negro (*Alouatta pigra*) en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Alta Verapaz, Cobán. Guatemala.**

El presente estudio describe las características poblacionales y aspectos de uso de hábitat del mono aullador negro *Alouatta pigra*, en la finca Municipal Nueve Cerros, situadas al Norte del PNLL y unida a este por un estrecho y degradado corredor montañoso del bosque. *A. Pigra* es uno de los especies de monos aulladores que existen en Guatemala, se encuentra en riesgo de extinción y la información que se tiene sobre ella es limitada.

Los métodos empleados fueron recorridos sistemáticos en todo el área de estudio, con el fin de encontrar los monos y realizar conteos directos, así fue posible obtener datos sobre tamaño y composición de tropas, datos sobre el uso de hábitat se obtuvieron mediante observaciones ad libitum sutante, los conteos directos y mediante el análisis de muestras fecales.

Las altas proporciones de juveniles e infantiles y los altos valores de las razones de adultos inmaduros y hembras adultas inmaduros indican una población reproductivamente sana. Los datos de los censos auditivos no resultaron en muchas triangulaciones (tropas ubicadas). Entre las posibles causas de estos resultados, están distancia entre puntos muy grandes, vegetación muy densa y topografía ondulada que resultan un obstáculos auditivos y error humano alto.

Los monos utilizaron como sustrato 19 especies. Prefirieron arboles altos (30 ó 40m), con diámetros de 50 a 100 cm y el estrato medio de las copas, en total se encontraron 33 especies usados como alimento (entre arboles bejucos y epifitas). Entre las especies

alimenticias hay varias con utilidad para el hombre. Se discutió la importancia de algunas de las especies alimenticias, los amates y matapalos (*Ficus sp*), figuraron entre las especies preferentemente utilizadas por los monos para sustrato y fuente alimenticia. El sitio de estudio parece ser un hábitat favorable para *Alouatta Pigra*, al presentar especies alimenticias tan importantes como *Ficus* y *Braimum* y poseer áreas ribéricas y estacionalmente inundadas.

**Yurrita Obiols Carmen L. Marzo 2001. Abundancia de tres especies de mamíferos cinegenéticos en el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL).**

Esta investigación se realizó durante la época lluviosa y se determinó que existe una relación directa entre el número de huellas y la abundancia de animales (Tyson 1959).

El estudio consistió en determinar el efecto del cambio en el uso de la tierra en la abundancia de tres especies cinegenéticos más importantes en la zona: Tepescuintle, coche de monte y venado, con el fin de analizar el estado de las poblaciones en área con diferente uso de la tierra y determinar si existe diferencia en abundancia en estas dos áreas.

**Granados Dieseldorff Pablo. Agosto 2001. Ictiofauna de la Laguna Lachuá. Cobán Alta Verapaz Guatemala.**

Se realizó en 10 puntos de la laguna las cuales fueron seleccionadas por medio del premuéstreo, se estudio la composición y distribución de la ictiofauna, abarcando las épocas seca y lluviosa, se utilizaron diversos artes de pesca y se caracterizaron los hábitat de colecta registrando los parámetros pH, temperatura, conductividad, transparencia, oxígeno disuelto, dureza, iones, tipo de fondo y vegetación riberena.

Como resultado se determinaron 35 especies pertenecientes a 14 familias, 26 de ellas se reportan por primera vez. El 40% de las especies encontradas pertenece a la familia *Cichilidae*, siguiéndole en número la *Poeciliidae* con un 14%.

La distribución en la laguna obedece a factores esencialmente ecológicos y la comunidad de peces se concentra en el sustrato rocoso de la zona del litoral de la laguna (15% del litoral), en donde se inicia en gran parte la cadena trófica y en donde además de obtener alimento, los peces encuentran refugio y sitios de producción, en especial los cíclicos. Todas las especies de la ictiofauna de Lachuá ha sido representada para la cuenca del Usumacinta. Ninguna es endémica de la laguna, varias de ellas como el pez sapo y el bagre, son endémicas de esta cuenca y otras, como el gran sábalo, la

recorren hasta llegar a la laguna. Por sus características limnológicas y la similitud entre la composición de su ictiofauna de la cuenca alta del Usumacinta.

**Hermes Calderón María S. Septiembre 2004. Abundancia relativa del jaguar (*P. onca*), puma (*P. concolor*) y ocelote (*L. pardalis*) en el Parque Nacional Laguna Lachuá. Cobán Alta Verapaz, Guatemala.**

En esta investigación se obtuvieron 20 fotografías de los felinos en estudio. El 55% fue de ocelote, 25% de jaguar y 20% de puma. (ocho individuos de ocelote, tres de jaguar y tres de puma). Los índices de abundancia relativa –IAR- y la frecuencia de captura de individuos –FCI- estimada, muestran que el ocelote es la especie más abundante en el área de estudio y que ambos felinos grandes presentan abundancias similares y sus probabilidades de movimiento dentro del parque son mucho más reducidas.

Los gatos grandes y ocelotes se localizaron en lugares que presentaron un mayor número de especies vegetales con frutos.

**Cleaves Herrera. Cecilia I. Octubre 2001. Etnobotánica medica participativa en siete comunidades de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán Alta Verapaz, Guatemala.**

Su objetivo principal fue analizar los aspectos etnobotánicos de siete comunidades del área de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL), en base a los cuales se realizó la devolución o intercambio de conocimientos con las comunidades trabajadas. Otro objetivo fue contribuir al rescate de la medicina tradicional indígena y fomentar el uso de plantas medicinales en las comunidades trabajadas.

Se obtuvo una lista de 209 especies, de estas 144 fueron determinadas botánicamente hasta especie, 19 hasta género, 21 hasta familia y las restantes 25 no fueron determinadas porque no se pudieron coleccionar con flor o fruto o porque solamente fueron mencionadas en la entrevista. De este total un 95.22% son nativas, mientras que el restante 4.78% son exóticas. Todas las plantas nativas son recolectadas en su estado silvestre dentro del parque.

Las tres especies más reportadas como medicinales fueron: *Piper aeruginosibaccum*, *Piper amalago* e *Hyptis verticillata*. Las 3 especies con más usos diversos fueron: *Piper amalago*, *Piper tuerckheimii* y *Piper aeruginobaccum*. Las familias con más especies reportadas fueron: *Piperaceae*, *Asteraceae*, y *Rubiaceae*.

**Avedaño Mendoza Claudia E. Octubre 2001. Caracterización de la avifauna del Parque Nacional Laguna Lachuá y sus zonas de influencia Cobán Alta Verapaz Guatemala.**

El número total especies detectadas, entre septiembre 1998 y julio 2000, por la combinación de métodos de muestreo fue de 260, incluyendo 60 neárticas. Del número total, 177 especies fueron las encontradas en los tratamientos muestreados dentro del área protegida, y 205 especies en el tratamiento Mosaico en la zona de influencia del parque. De las especies dentro del parque, 35 de las 177 eran migratorias, así como 44 de las 205 del mosaico.

Se realizó un muestreo con redes neblinearas de 2,851 hora-red entre julio 1999 julio 2000, capturandose un total 949 individuos, de 100 especies diferentes, incluyendo 20 migratorias neárticas, de estas 100 especies, 52 especies fueron capturados en el tratamiento Bosque, incluyendo 6 migratorias entre 352 individuos capturados; 41 especies fueron capturadas en el tratamiento bosque inundable, incluyendo 6 migratorias entre 148 individuos capturadas ; y 83 especies fueron en el tratamiento Mosaico, incluyendo 17 migratorias entre 449 individuos capturados.

El análisis de los datos por diferentes métodos de muestreo reflejaron variaciones especiales y temporales en la composición de las comunidades de aves. Estas variaciones se observaron al comparar los hábitat representativos del área que fueron muestreados, así como las diferentes épocas del año definidas por la migración de especies neárticas.

Las comunidades de aves de los hábitats Bosque y Bosque Inundable, ambos ubicados dentro del área protegida, fueron similares en la composición de especies u dominancia de estas.

Para la región zoogeográfica, Costa Caribe del Golfo, a la cual pertenece el área de estudio, se encontraron 14 especies endémicas, entre las que solo *Granatellus sallei* es endémica en la subregión de la península de Yucatán.

De la lista final de aves del PNLL, solo *Crax rubra* esta incluida en la Lista Global de UICN (200). Las especies inclinadas en la Lista Oficial, de CONAP (200), llegaron a un total de 50. Un total de 35 de estas especies se encuentra en la categoría CITES.

**Rosales Meda Marta M. Noviembre 2003. Abundancia, distribución y composición de tropas del mono aullador negro (*Alouatta pigra*) en diferentes remanentes de bosque en la Ecorregión Lachuá. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala.**

En esta investigación se obtuvieron datos sobre el uso de hábitat mediante observaciones, conteos directos y mediante análisis de muestras fecales.

Las altas proporciones juveniles e infantiles y los altos valores de las razones de adultos inmaduros y hembras adultas inmaduras indican una población reproductivamente sana.

Se identificó también que los monos utilizaron como sustrato 19 especies, en la cual prefieren árboles altos (30-40m), con diámetros de 50 a 100cm y el estrato medio de las copas. En total se encontraron 33 especies usadas como alimentos (entre árboles bejucos y epifitas) perteneciendo la mayoría a la familia *Moraceae*, *Leguminosae* y *Araceae*.

**Ávila Rafael. Junio 2004. Estudio base, para el programa de monitoreo de la vegetación, en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá.**

Se determinaron 8 tipos de clases vegetales conocidos por los pobladores locales los cuales son: Bosque, Bosque con cardamomo, Guamil I (inicial), Guamil II (intermedio), Guamil III (final), Potreo, Potrero con guamil y Cultivo.

Para cada clase identificada, se seleccionaron unidades de muestreo, en donde se caracterizaron vegetativamente los estratos arbóreos arbustivos y herbáceos. Se obtuvieron 1568 registros, agrupados en 664 especies y morfoespecies que se distribuyen en 73 familias. En términos de diversidad y abundancia florística, las familias mayor representadas son *Asteraceae*, *Rubiaceae* y *Lauraceae*.

**Maura Quezada. Mayo 2005. Análisis de la diversidad y distribución de macrohongos (ordenes *Agaricales* y *Aphyloporales*), en relación con los lugares antropogénicos en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá. Cobán, Alta Verapaz.**

En este estudio se analizaron los patrones de diversidad y distribución de macrohongos en relación al paisaje antropogénico en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, así como la búsqueda de especies indicadoras para el monitoreo biológico de la Eco-región.

Basándose en el uso del suelo (Ávila 2004). Para cada una de las clases se seleccionó 3 parcelas de 1ha, en las cuales se realizó 5 transectos de 100m de longitud distanciados

20m uno del otro. Se colectó también 1,115 registros que corresponden a 256 morfoespecies pertenecientes a 10 familias de agaricales y 9 familias de *Aphyllporales*. La familia con mayor dureza fue *Trcholomataceae* con 163 morfoespecies colectadas, siendo la única que se presentó en todas las clases vegetales, seguidamente se encontraron las familias *Entolomataceae*, *Lepiotaceae* etc.

Según el análisis de “Jackniffe de primer orden”, se estima que la riqueza colectada fue del 59% de la riqueza esperada.

Los análisis de agrupamiento jerárquico y ordenación (DCA) sugiere la agrupación de las unidades experimentales en dos grandes grupos: a) Sitios de perturbación baja a media, y b) Sitios con alta perturbación.

**Barrientos Juárez Mónica Elisa. Enero 2006. Atlas palinológico de las especies más abundantes de la sucesión vegetal en la zona de influencia de la Eco-región Lachuá. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala.**

En esta investigación se elaboró un atlas palinológico de las 30 especies más abundantes de la sucesión vegetal de la Eco-región Lachuá. Por medio de análisis multivariados de agrupamiento jerárquico y de ordenación (correspondencia ratificada), con un 25% de representatividad de árboles y un 33% de hierbas y arbustos, teniendo como resultado 30 especies que pertenecen a las familias *Anacardiaceae*, *Arecaceae*, *Asteraceae*, *Burceraceae* etc.

En cada especie se observaron características morfológicas de los granos de polen, por medio de las técnicas de acetólisis establecidas por Erdtman.

En el atlas palinológico se presenta una descripción morfológica de cada grano de polen donde se pudo observar las siguientes características; estructura, escultura y grosor de exina, forma y número de aperturas, medidas de diámetro en vista polar y ecuatorial.

Este atlas cuenta con una clave dicotómica que se basa principalmente en forma y número de aperturas, así como escultura, estructura y grosor de la exina, además de tomar en cuenta las características de cada apertura como presencia de costilla, aspis, opérculo, margen o la presencia o ausencia de columnellas en la exina. Se incluye una serie de láminas con microfotografías que complementa la información de la descripción de los granos.

Como complemento este trabajo se presenta una serie de figuras de características cuantitativas más importantes de las familias, así como un glosario.



**García Vettorazii Manolo José. Agosto 2006. Caracterización de dieta y el del tapir (*Tapirus bairdii*) en ecosistemas ribereños del Parque Nacional Laguna Lachuá. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala.**

En cada sitio de muestreo, se tomaron datos de la estructura y composición de la vegetación utilizando parcelas modificadas de Whittaker de 0.1ha. y también se anotaron las características físicas de cada sitio, en cuanto a la dieta del tapir fue determinada por medio de especímenes de plantas ramoneadas por tapires silvestres y muestra de heces, ambas colectadas a lo largo del año (marzo 2004-marzo2005).

Con base a los análisis estadísticos, se clasifico la vegetación en ocho formaciones, las cuales presentan combinaciones entre características de estructura y composición de la vegetación con características físicas de los sitios. Se encontró que la dieta del tapir está compuesta por un 53% de hojas, 44% de Tallos, 2% de frutos y 1% corteza de al menos 49 especies vegetales pertenecientes a 18 familias, entre las que destacan *Rubiaceae*, *Asteraceae*, *Piperaceae*, *Euphorbiaceae* etc. Y se determino también que en todas las asociaciones vegetales descritas domina el estrato arbóreo.

**García Jorge. Abril 2007. Diversidad de hormigas (*Himenoptera formividae*) del Parque Nacional Laguna Lachuá y sus alrededores.**

Se realizó un separación por morfoespecies (Oliver y Baettie, 1996), para conocer un aproximado del número de especies presentes en el área (riqueza de especies), con la finalidad de superar el “impedimento taxonómico” en las hormigas, se elaboraron las claves dicotómicas para la determinación taxonómica de géneros, basados en el sistema de clasificación de Bolto (2003).

Con el propósito de capturar la mayor cantidad de especies de hormigas se consideraron diferentes tipos de hábitat, utilizando las 8 clases vegetales en los terrenos de las aldeas San Luis Vista Hermosa, Santa Lucia, San Benito I y San Benito II. El método considerado consistió en tránssectos con diez trampas de caída colocadas a 10 m de separación, cada trampa permaneció activa durante 48 horas y los especímenes se determinaron taxonómicamente utilizando las claves dicotómicas de Bolton (1994).

Con el número de morfoespecies observados en cada clase vegetal, se calculo el número de morfoespecies estimadas utilizando el modelo de Clench. Lo cual sugirió que el esfuerzo de captura fue adecuado, capturándose entre el 75 a 89% del número estimado de morfoespecies. La clase vegetal con el mayor número de morfoespecies observadas fue el Guamil 3 (de 6 a 15 años) con 28 morfoespecies que equivale al 57% del total de las morfoespecies capturadas en las 8 clases vegetales, esto indica que es importante considerar la heterogenidad de hábitat o clases vegetales para obtener mayor riqueza de hormigas

#### 1.4.2 Documentos de investigación realizados por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlo de Guatemala (FAUSAC).

##### **Monzón M. Rovoham M. Mayo 1999, Estudio general de los recursos agua, suelo y del uso de la tierra del Parque Nacional Laguna Lachuá y su zona de influencia. Cobán, Alta Verapaz.**

Con el presente estudio se generó información básica a escala general de las características socioeconómicas, del recurso suelo, la dinámica de uso de la tierra y la intensidad de uso, así como del sistema fluviolagunar en Lachuá. La información general fue fundamental para la elaboración del Plan de Manejo del Parque y de las comunidades adyacentes, para evaluar y ejecutar proyectos de desarrollo, e investigaciones a mayor detalle.

Las principales características de lo estudiado es lo siguientes:

**Agua:** Respecto al recurso agua, la zona de estudio está delimitada principalmente por los ríos Chixoy e Icbolay. Donde se encuentran los cuerpos de agua de Lagunetas de Tortugas y Laguna Lachuá Ubicado en áreas de reserva natural. El muestreo de aguas y aforos se realizó básicamente en Laguna Lachuá y en los ríos Lachuá y Tzetoc que le drenan y el Peyán que le abastece.

Las características físicas del agua llenan los requisitos para usos recreativos, sin embargo los análisis químicos indican que no es aceptable para el consumo humano y para el riego, por los elevados niveles de dureza y alto peligro de salinidad. Se detectó también que hay bajos niveles de *Escherichia coli* en las muestras tomadas, lo cual sugiere que de sumar dichos niveles y aunado a temperatura que oscilan entre 22 y 25°C en la laguna, facilita la proliferación de bacteriana y la putrefacción, ello desfavorece la disolución de oxígeno en el agua, limitando el crecimiento de la vida acuática y hasta restringir la existencia de algunos organismos. La Laguna Lachuá actúa como embalse, donde el caudal es de 4.423 m<sup>3</sup>/seg. Y se determinó que el caudal del río Peyán es igual a la suma de los caudales de los ríos que drenan. La respuesta hidrológica es bastante rápido debido a la presencia de calizas Karstificadas.

**Suelo:** Con relación a la tierra, se determinó que tiene relieve de naturaleza kartica, predominantemente de ondulado plano y pendientes pronunciadas e las serranías. Según la clasificación taxonómica los suelos están distribuidos en las ordenes de Inceptisoles (39.96% del área total). Entisoles (17.99%) y Ultisoles (42.05%) asociados a ambientes de humedad y de isotemperatura. Son suelos ácidos, arcillosos y de bajo saturación de bases, con alta capacidad de intercambio catiónico y porcentaje de materia orgánica. Y se determinó que es necesario la presencia de bosque para mantener el ciclo de

nutrientes en el suelo, lo cual es esencialmente cerrado en esta zona de relativa baja fertilidad natural.

En cuanto a capacidad de uso de la tierra por la metodología de CCT, el 83% de la superficie se encuentra en Clase VI con limitantes de drenaje y muy susceptibles a la erosión.

Estudio de uso de la tierra:

El estudio de uso de la tierra se analizó para un periodo de 42 años, divididos en 4 épocas (1954, 1973, 1982 y 1996) mediante 6 categorías de uso. 1) Centros templados, 2) Cuerpos de agua, 3) Cultivos limpios, 4) Complejo de cultivos, pastos, guamil y bosque, 5) Bosque intervenido y 6) Bosque denso.

Se evidenció que el área empezó a transformarse desde 1954, cuando toda la zona tenía una cobertura de bosque denso del 100% de esa fecha hasta el año de 1996 la cobertura del bosque denso era de 2,908 ha (50.26%), con una pérdida de cobertura promedio de 498 ha/año en 42 años; sin embargo el periodo donde se estimó el mayor avance de la frontera agrícola fue entre 1982 y 1996 en el cual se registró 1,105 ha/año o sea el 2.7% anual de la deforestación. La cobertura para 1996, se estimó que era de 20,692 ha (49.7%) donde 14,500 ha pertenecen al PNLL.

Los cultivos de la región son: maíz, frijol, cardamomo y arroz. Los lineamientos para la zona de manejo de estudio se basaron en análisis de intensidad de uso de la tierra, de la cual se estimó que: el 54.9% se encuentra en un uso adecuado, ocupado principalmente por las áreas de reserva del PNLL y Salinas Nueve Cerros, y de plantaciones agroforestales; el 44.15% están sobreuso las cuales son áreas de frontera agrícola o usos múltiples no compatibles con la capacidad de uso de la tierra. Se sugiere que además del uso y manejo de 40 unidades se realice de acuerdo con las características de clasificación taxonómica y capacidad de uso, en donde se debe mantener y proteger la cobertura forestal, la producción agroforestal, producción de pastoreo extensivo con pastos tolerantes a la acidez de los suelos. En relación con la zona de influencia se identificaron de forma preliminar áreas de recuperación y de usos múltiples, en este último se plantea trabajar con desarrollo forestal, agroforestal y el ecoturismo.

**Guinea Barrientos Héctor Estuardo. Octubre 2004. Caracterización del potencial de uso maderable y no maderable del bosque secundario de la zona de adyacencia del Parque Nacional Laguna Lachuá. Cobán, Alta Verapaz y lineamientos generales de manejo forestal.**

La información fue obtenida mediante muestreo preferencial estratificado, con información documental previamente recabada así como entrevistas dirigidas a las comunidades aledañas al Parque Nacional Laguna Lachuá.

Esta información puede servir como instrumento para la formulación de lineamientos de manejo de tales áreas y así proveer a las comunidades una alternativa viable para satisfacer las demandas de estas con respecto al bosque primario, para beneficio de las comunidades y por ende de Guatemala.

Se llegó a la conclusión de que la composición del estrato arbóreo en sus tres etapas fenológicas (brinzales, latizales y fustales), constituye un total de 57 especies arbóreas en 31 familias. Y las familias con mayor número de especies son la Caesalpiniaceae y Fabaceae, ambas con 5 especies, seguidamente la Moraceae con 4 especies.

La abundancia y dominancia de las especies arbóreas en las distintas etapas fenológicas (brinzales, latizales y fustales), determinada a través del índice de Cottan, para cada estrato de edad, identifican como especies mayormente dominantes, a Majagua (*Trichospermum grewiaefolium* (Arish) Losterm), Malaqueta (*Xylopia frutescens* Aubl.) y Camparaguay (*Vismea mexicana* Schlecht).

Se identificaron 18 familias y 28 especies no arbóreas reportadas de uso e interés comunal, incluyendo hierbas, lianas y palmas, encontrándose 17 especies de hierbas, 6 especies de palmas y 5 especies de lianas.

De acuerdo con el uso potencial maderable y no maderable de las especies arbóreas y no arbóreas, el grupo más grande según su uso, es el de construcciones rurales con 23 especies, seguido de los usos medicinales en los que se encontraron 21 especies, mientras que para usos maderables se encontraron 13 especies, para alimento humano se encontraron 6 especies, para artesanías al igual que para usos ornamentales se encontraron 4 especies, para alimento de fauna doméstica se encontraron 2 especies, para postes en linderos una especie y finalmente se encontraron 3 especies útiles en aceites y resinas.

Según la distribución por grupos comerciales maderables, se encontraron cuatro especies muy valiosas cuyo producto es diferente a la madera, una especie de uso vedado, seis actualmente comerciales y 15 potencialmente comerciales.

En base a los resultados obtenidos en el muestreo, se formularon lineamientos generales de manejo forestal, los cuales se encaminan a potenciar las especies importantes desde el punto de vista de uso e interés local o de grupos comerciales, con técnicas silvícolas como cortas de liberación, principalmente en la etapa fenológica de brinzales para favorecer el buen desarrollo de las especies con algún potencial de uso local o comercial.

**Cabrera Ermitaño Iván E. Orlando. Octubre 2006. Estudio de la composición arbórea, fuente semillera y calidad de la semilla de Caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y Santa María (*Calophyllum brasiliense* var. *Rekoi* Standl.) en el Parque Nacional Laguna Lachuá. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala.**

Esta investigación se realizó de Enero a Octubre de 2006, en donde se muestrearon 40 parcelas de 2,500 m<sup>2</sup> para árboles mayores de 20 cm. de DAP y 80 parcelas de 100 m<sup>2</sup> para especies forestales de 4 a 20 y menores de 4 cm de diámetro, evaluando dominancia y abundancia utilizando el método de valores de importancia de Cottam.

Se seleccionaron 28 árboles semilleros de caoba y 57 de Santa María con características de árboles padres. De estos árboles se colectaron aproximadamente 3 kg. de frutos y/o semillas y a una muestra de semilla se le realizó análisis de calidad, para lo cual se tomó como base las reglas de la Asociación Internacional de Pruebas de Semillas (ISTA).

Se registraron épocas de producción de follaje, floración, fructificación y semilla.

Las especies arbóreas dominantes y abundantes en los distintos estratos son: tamarindo silvestre (*Dialium guianensis*), siete camisas (*Ledembergia macrantha*), sangre (*Virola koschnyi*), San Juan (*Vochysia guatemalensis*), Santa María (*Calophyllum brasiliense*), canxán (*Terminalia amazonia*), caoba (*Swietenia macrophylla*), chichique (*Aspidosperma cruentum*), medallo (*Vatairea lundellii*), pit (*Cupania sp.*) y ramón (*Brosimum sp.*).

Los análisis de calidad de semilla de caoba mostraron pureza física de 99.5%, 2,136 semillas puras por kg., 5.40% de humedad, germinación 88% y 1,800 semillas viables por kg. Para Santa María 99.28% de pureza física, 366 semillas puras por kg., 27.13% de humedad, 85% de germinación y 311 semillas viables por kg.

Caoba posee flores monoicas y semilla ortodoxa, se defolia a principios de Marzo y regenera sus hojas inmediatamente; florece entre principios de Abril y finales de Mayo; produce frutos anualmente e inicia a principios de Junio, la maduración tarda de 6 a 7 meses y ocurre en Diciembre y Enero; se colecta semilla de Febrero a Marzo; dispersándola por el viento en Marzo y Abril.

Santa María posee flores dioicas y semilla recalcitrante, floración y fructificación variable entre los mismos árboles; se defolia a principios de Mayo y regenera sus hojas a principios de Junio; produce flores anualmente con mayor floración de Junio a Julio y el inicio de producción de frutos en Agosto madurando de Diciembre a Febrero. Se colectan frutos o semilla de Enero a Marzo; dispersándose de Marzo a Abril por medio de la fauna silvestre.

Esta información fenológica es de la vegetación existente dentro del Parque Nacional Laguna Lachuá durante el año 2006, puede variar de un año a otro y de una región a otra.

Es recomendable enriquecer con especies nativas las áreas disturbadas por ventarrones, lo cual acelerará el proceso de recuperación de cobertura forestal.

Se recomienda realizar estudios de distribución, fenología y calidad de semillas para especies identificadas en la composición arbórea, que sean de importancia económica, ecológica, y de conservación como rosúl (*Dalbergia stevensonii*), jocote frayle (*Astronium graveolens*), cola de coche (*Pithecolobium arboreum*), chichipate (*Sweetia panamensis*), medallo (*Vatairea lundellii*), canxán (*Terminalia amazonia*), lagarto (*Zanthoxylum* sp.), sangre (*Virola koschnyi*) entre otras.

**Hernández de la Parra José M. Agosto 2007. Determinación de la calidad del recurso hídrico superficial durante la época de estiaje dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Subcuenca del Río Salinas (área de captación), Cobán, Alta Verapaz, Guatemala.**

En el presente estudio se realizó la determinación de la calidad del agua, con fines de riego (clasificación USDA, FAO y CSR) y consumo domestico (NORMAS COGUANOR) de las principales fuentes hídricas superficiales que se encuentran ubicadas dentro de la subcuenca del río Salinas (área de captación) y que drenan al río Chixoy dentro de la zona de influencia del PNLL.

Como resultado se identificó que la contaminación que se da dentro de la subcuenca del río Salinas (área de captación) es de tipo no puntual (difícil de identificar, medir y controlar), por otro lado, en cuanto a la calidad de agua para consumo humano, la presencia de salineras (ubicadas dentro de la finca Salinas Nueve Cerros) de donde proviene el río que lleva el mismo nombre, el cual se origina de la formación geológica Tpe (Sedimentos Marítimos), posee altas concentraciones de sales que lo hacen rechazable para consumo humano.

Por otro lado, algunas fuentes hídricas superficiales muestreadas no sobrepasan los Límites Máximos Permisibles (LMP) dictados por COGUANOR (parámetros físico-químicos), lo que las hace aceptables para consumo humano, pero bacteriológicamente, únicamente el punto Nacimiento Bempec El Castaño (punto de muestreo 2) no tiene presencia de coliformes totales la cual es aceptada desde dicha característica por las normas COGUANOR, rechazando así el resto de los puntos (21 puntos) por la presencia de coliformes totales.

En cuanto a la calidad de agua para riego, los siguientes puntos muestreados son rechazados bajo la clasificación de USDA, FAO Y CSR, por contener altas concentraciones de sales: río Salinas (puente II) (punto de muestreo 18), clasificada como C<sub>4</sub>S<sub>4</sub>, río Salinas (desembocadura Chixóy) (punto de muestreo 20), clasificada como C<sub>4</sub>S<sub>4</sub>, comunidad Brisas del Chixóy (punto de muestreo 21), clasifica como C<sub>4</sub>S<sub>1</sub>. Los demás puntos de muestreo no presentaron alteraciones en su calidad de agua, por lo que son aptas para riego agrícola.

Finalmente, el estudio demuestra como se encuentra el recurso hídrico superficial en la subcuenca del río Salinas (área de captación) para los usos cotidianos de los pobladores del lugar (consumo humano y riego agrícola) y se espera que sea de ayuda en la consulta o realización de cualquier actividad y/o proyecto que se desarrolle con tan preciado recurso.

**Aguilar A. Francisco J. Octubre 2007. Determinación de la calidad del recurso hídrico superficial durante la época de estiaje, dentro de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Subcuenca Rio Icbolay, Cobán, Alta Verapaz.**

El presente estudio se caracterizó de forma general el recurso hídrico en base a la calidad; para ello se realizó el muestreo de las fuentes superficiales de donde las comunidades se abastecen de agua, que estaban dentro de la zona de influencia del parque. El criterio tomado para dicho estudio se basó en el principio de microcuencas.

Dentro de los resultados más importantes, se destacan que todas las fuentes se encuentran contaminadas por coniformes fecales, en donde las fuentes de agua más contaminadas se encuentran en las comunidades Faisan I, Rocjá Pomtilá y San Benito, ya que mostraron colonias incontables.

Respecto a calidad de agua para riego, todas se clasificaron como sin problemas y aptas, según FAO y carbonato de sodio residual, por lo que se consideran como aguas de buena calidad en general.

1.4.3 Documentos de investigación realizados por estudiantes Universidad Rafael Landivar (URL).

**Urizar Quezada Marvin. 2003. Propuesto de manejo de los recursos naturales de las comunidades de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Alta Verapaz Cobán. Guatemala.**

Este estudio estableció la propuesta de 3 programas de manejo, los cuales se mencionan a continuación:

- a) Apoyo en la legalización de tierra, con dos subprogramas: acciones para la legalización de tierras y resolución de conflictos.
- b) Protección y conservación de recursos naturales, con tres subprogramas: Manejo forestal, Manejo de recursos hídricos, manejo-conservación y recuperación de tierra.
- c) Apoyo y desarrollo comunitario. Con 3 subprogramas: Actividades productivas actuales y potenciales, Asistencia técnica. Organización comunitaria, Ecoturismo.

**Gabriel Antonio García Martínez. Julio 2007. Conceptos de diseño maya aplicados a un proyecto ecoturístico en el Parque Nacional Laguna Lachuá.**

La investigación y desarrollo arquitectónico se centran en la solución de espacios idóneos para el descanso y el confort de los turistas teniendo congruencia con su función ecoturística e integrando la naturaleza al entorno del lugar. Para ello se hizo uso del Método de Diseño Maya, una teoría desarrollada y estudiada por el Arq. Antonio Prado Cobos quien ha invertido largo tiempo de su carrera en el estudio de dichos conceptos, los cuales dieron base para su integración de la naturaleza a la edificación del proyecto, utilizando formas orgánicas que se integran de mejor manera suavizando la plasticidad de las formas arquitectónicas del conjunto.

Un aspecto importante para la elección del área de la Laguna Lachuá, es que dentro del área de influencia del parque, se ubique un sitio arquitectónico poco conocido, llamado Salinas de los Nueve Cerros, y que representa para muchos estudiosos un punto clave, puesto que los pobladores de este sitio tuvieron constantes contactos con muchas ciudades mayas. Es posible que en las zonas aledañas al sitio existan otras ciudades mayas de importancia, pero por falta de recursos, entre ellos la infraestructura adecuada, dicho sitio no ha sido explorado en su totalidad.

1.4.4 Documentos de investigación realizada por otras instituciones.

**Dirección General de Bosques (DIGEBOS). 1980. Inventario forestal nacional del “Parque Nacional Laguna Lachuá” franja transversal del norte.**

En este estudio se estimó, que dos serían los aspectos singulares sobresalientes a considerar; la frecuencia de las especies importantes y la identificación de fauna



existente. De tal manera que el presente inventario no reúne toda la información de un inventario común, ni se ciñe a cálculos estadísticos tradicionales, debido a lo especial de su elaboración y aunque en el mismo puede apreciarse datos sobre descripción del área, estimación de volúmenes de madera en pie, identificación de especies y otros; esta información tiene como finalidad exclusiva servir de base para la elaboración del plan de manejo a ser preparado por el respectivo equipo interdisciplinario.

Se pretendió que esta evaluación sirva para aportar ciertos elementos que coadyuden a la elaboración de este plan de manejo del parque en mención, que ayude a su desarrollo como tal y al afianzamiento de su carácter de inalienable, eliminando con ello cualquier acción que pudiese lesionar su integridad y cumplir así con la doble función de los parques nacionales; proteger el patrimonio natural y cultural de Guatemala y suministrar servicios de recreación pública.

#### **Fundación Solar. Marzo 2000. Proyecto de investigación para la protección del ambiente acuático del Parque Nacional Laguna Lachuá.**

Aquí se presenta una descripción de cada una de las comunidades, sobre los aspectos históricos, sociales, productivos (agrícolas y forestal), y aborda también la tenencia de la tierra. Permitiéndonos una inter-relación de dichos aspectos, con el fin de conocer y poder orientar las acciones o actividades que se impulsen dentro del proyecto, a través del desarrollo sostenible que se pretende. Se considero una muestra de 10% de la población en cada comunidad, tomando como factor principal los derechos de la propiedad o posesión de la tierra, exceptuando la comunidad de Salacuum, debido a que más del 70% de las familias que no poseen tales derechos, por lo que se procedió a considerarlos como una muestra diferente.

#### **Carlos E. Avedaño Mendoza. 2002. Diversidad de escarabajos coprófagos (*Coleoptera escarabaeinae*) en un paisaje tropical de la región Lachuá. Guatemala. El Colegio de la Frontera del Sur.**

La conservación de la diversidad biológica ha sido priorizado dentro de reservas naturales mientras los esfuerzos fuera de ella (donde se da la mayoría de actividades humanas) han sido poco considerados, es necesario una alternativa agrícola que pueda reducir los impactos de la fragmentación de paisajes fuera de las reservas conocidas como perforación, es la ubicación de campos agrícolas rodeados de bosques continuos, la cual puede incrementar el beneficio de servicios ecológicos.

En este estudio se analizó el estado de la diversidad biológica en estos campos y en sus respectivos bosques continuos vecinos, además del escenario contrario de parques de bosque rodeado de campos continuos en un paisaje de la Región Lachuá. La evaluación del impacto ecológico de ambas prácticas se realizó con escarabajos coprófagos, el cual ordeno a los bosques continuos como los más ricos en especies, seguido por los parches de bosques, los campos rodeados de bosque difirieron en composición y riqueza de especies (mayor), de acuerdo a los escarabajos, con respecto a los campos continuos. Las prácticas agrícolas, como las de campos rodeados de bosque, que pueden ser más compatibles con la conservación de la diversidad biológica podrían ser más compatibles, recomendadas y consideradas en el manejo de recursos naturales por comunidades locales y administradores de reservas naturales a modo de tomar ventajas de los servicios ecológicos que de otra manera serán gradualmente perdidos.

El gremio de escarabajos coprófagos (*Coleóptera Scarabaeinae*) se ha seleccionado como indicador biológico en varias regiones alrededor del mundo (Hanski y Cambefort 1991). La característica principal que hace de este gremio un grupo indicado es su sensibilidad a la pérdida de cobertura forestal y a cambios en la estructura de la vegetación, manifestado en cambios en la composición de especies.

Además su participación en la materia orgánica, principalmente de excremento, permite que se les asocie con presencia de mastofauna por ser los productores más importantes de su alimento.

Se colocaron un total de 7,158 individuos de 33 especies pertenecientes a 12 géneros de la subfamilia *Scarabaeinae*. El 54% de los individuos colectados pertenecieron a dos especies *Canthon leechi* (1,201 individuos), escarabajo rodador pequeño propio de zonas abiertas y perturbadas, y *Canthidium centrale* (2,704 individuos), escarabajo excavador pequeño característico de bosques perturbados y de abundancia en bosques primarios. En orden decreciente en abundancia se encontraron 12 especies que representan el 41% (intervalo de abundancia entre 554 y 128) y las 19 menos abundantes con 5% (intervalos de abundancia entre 88 y 12). El método de "Jackknife de 1er. orden" estimó que la riqueza colectada por colecta fue considerablemente alta al igual que la riqueza total, la 33 especies colectadas representaron el 92% de las 36 especies esperadas. El inventario regional se incremento en 4 especies, cambiando de 34 (Avedaño 1999) a 38 especies de la región Lachuá. También para esta región se ha registrado a *Onthophagus langimanus* y *Off petenensis* (Avedaño 1999) pero estas especies no se colectaron durante el periodo de estudio.

El diagrama que resulto del DECORANA mostro la formación de dos grupos, uno perteneciente a bosque y otro a guamiles. Estos grupos se mantuvieron separados al

analizar cualquiera de las colectas efectuadas y sin importar la condición especial en que se encuentran.

Los Parches de guamil G10 y G12 estuvieron cercanos a la agrupación de bosques durante las cinco colectas, y en julio y agosto el parche de guamil G1 además del guamil G3 desde la colecta de mayo. Solo el parche de guamil G4 se agrupó con el resto de los guamiles continuos G2, G8 y el parche G9, la única excepción fue el parche G7 que fue la UM más lejana, únicamente se presenta el diagrama global de DECORANA, ya que en él se representa la tendencia general observada durante las 5 colectas.

El patrón de distribución de escarabajos en el paisaje LCE probablemente se ajusta uno de tipo anidado, la temperatura de las matrices en cada una de las 5 colectas, fue baja y significativamente diferentes.

La riqueza y composición de especies varió de acuerdo al patrón especial, siendo algunas especies características del patrón de distribución. Los parches de guamil se colocaron en medio del gradiente de perturbación, desde muy perturbados como guamiles continuos, hasta de época de perturbación como de los bosques continuos o parches de bosque.

**Lic. Marta M. Rosales M., María S. Hermes y C. Julio R. Morales A. “Caracterización de la actividad de casería como base para una normativa cinegenética comunitaria en el área de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala”. Dirección General de Investigación –DIGI- Programa Universitario en Recursos Naturales y Ambiente, USAC de Guatemala.**

La actividad cinegenética que realizan los habitantes (mayoría de la etnia Maya-Q’eqchi’) del área de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá –PNLL-, Alta Verapaz es principalmente con fines de alimentación o para eliminar los animales que dañan sus cultivos. Actualmente esta actividad se realiza de una forma no regulada, lo cual puede causar serios impactos en las poblaciones de fauna silvestre.

En el periodo 2000-2003, se realizó un estudio que permitió caracterizar la casería en cinco comunidades aledañas al PNLL, con la colaboración de nueve cazadores. De Abril a Octubre del 2004, 36 cazadores de 14 comunidades participaron en el estudio llenando boletas de registro con la información de los animales que cosecharon.

Se analizaron y compararon las tendencias cualitativas y cuantitativas de caza obtenida en ambos periodos de muestreo. La distribución espacial de los sitios de caza fue utilizada para estimar el tamaño de los polígonos y radios de caza de cada comunidad. Dicha información también fue analizada sobre imágenes de satélite (años 2000, 2001 y 2003)

para relacionarla con el cambio de cobertura vegetal ocurrido en el área. Las tendencias de caza muestran similitudes respecto a las especies más presionadas tepescuintle (*Agouti paca*); coche de monte (*Tayassu tajacu*); armadillo (*Dasypus novemcinctus*); pizote (*Nasua narica*); y paloma (*Calumba sp.*), proporciones de edad y sexo de los individuos, hábitat y artes de caza más utilizados y distribución mensual de caza. La distribución espacial de los sitios de caza (2000-2004) muestran que la actividad cinegenética excede los límites de cada comunidad y que se encuentran distribuidos en una extensión relativamente grande del área de influencia del PNLL y también dentro de la reserva. Además refleja que la mayoría de lugares de caza se encuentran asociados a los remanentes boscosos existentes en la zona de la Eco-región Lachuá y lugares cercanos a los mismos.

Paralelamente a estas actividades, se consensuó parte de la propuesta del plan de manejo de la actividad de casería estructurada por Rosales-Meda (2002). Incorporando las opciones y el conocimiento de los habitantes locales. Hasta la fecha las autoridades de 15 comunidades locales han propuesto, discutido y formalizado los primeros acuerdos orientados a lograr un manejo de la casería, los cuales contribuyen la base de una normativa cinegenética a nivel comunitario. Con ello se han dado los primeros esfuerzos en Guatemala para implementar un plan de manejo de casería en las 49 comunidades del área de influencia del PNLL. Dicho proceso, a largo plazo, tiene como principal objetivo que los habitantes locales participen en el manejo y uso del recurso cinegenético de una forma responsable y sustentables respetando los procesos biológicos necesarios para el mantenimiento de dichas poblaciones.

**PIMEL-FCG-NFWF. 2003. Riqueza y abundancia de aves de sotobosque en condiciones de paisaje con diferentes grados de fragmentación en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz.**

Debido a actividades antropogénicas el área boscosa en la zona de influencia de PNLL ha sido remplazado posee diferentes unidades vegetales que responden a las prácticas agrícolas tradicionales de la etnia q'eqchi, siendo estas determinantes en la dinámica poblacional, lo que ha resultado un paisaje fragmentado que lentamente disminuye la abundancia que lentamente disminuye la diversidad y abundancia de aves sensibles a estos cambios.

Las aves son un elemento idóneo para evaluar las condiciones de un hábitat por lo que en la presente investigación se determinó como estos cambios en el paisaje afectan la riqueza y abundancia de las especies. Estos tipos de estudios son importantes pues

aportan datos de utilidad en la elaboración de planes de manejo integrales a largo plazo, en donde se considere la dinámica poblacional de especies en la zona de influencia con el fin de conservar y mantener los procesos biológicos y el flujo genético con el área protegida.

Para dicho efecto se propone una composición de la comunidad de aves en dos condiciones de paisaje con diferentes grados de fragmentación, durante época migratoria y no migratoria mediante el baneo e identificación visual a lo largo de los transectos. Durante el muestreo con redes neblinearas en ambas épocas (seca y lluviosa), se capturaron un total de 117 especies, incluyendo 20 migratorias con un total de 1,276 individuos (más de 113 recapturas). De las 117 especies capturadas en las dos épocas, 94 especies fueron capturadas en el tratamiento menos fragmentado, incluyendo 17 migratorias y 86 especies en el tratamiento más fragmentado, incluyendo 12 migratorias.

El número de especies compartidas en ambos tratamientos fue de 63 especies. De la combinación de los dos métodos de muestreo se detectaron un total de 144 especies. De este total se obtuvieron 15 nuevos reportes, de los cuales 2 son migratorias.

La Eco-Región Lachuá presenta una gran diversidad de especies de aves, siendo un área de importancia tanto para especies reciente como migratorias, las cuales dependen de los recursos del área para sobrevivir. Además existen varias especies endémicas, así como especies residentes amenazadas por la pérdida y perturbación del hábitat.

Se recomienda realizar un monitoreo a largo plazo para evaluar los cambios en los flujos poblacionales y en la dinámica de especies indicadoras, sensibles a la perturbación en función a los cambios en el uso de la tierra en la zona de influencia, en base a los distintos hábitats del paisaje y así determinar las condiciones necesarias de la avifauna del área.

**Leiva José Miguel. INAB-IUCN-Proyecto Laguna Lachuá. Septiembre 1999. Los sistemas agroforestales nativos de las comunidades del área de influencia del PNLL. Características e interacciones de mejora.**

El trabajo se realizó a nivel de caracterización de 6 comunidades del área de influencia del Parque, con el fin fundamental de conocer inicialmente la estructura y la composición de los sistemas agroforestales y la relación que se puede establecer entre estos y el ecosistema original de la región. Así como algunos aspectos sociales y económicos relacionados a los mismos.

El trabajo se realizó entre los meses de Mayo a Agosto de 1,999, la metodología consistió en entrevistas individuales y grupales, toma de datos utilizando la boleta sugerida por el ICRAF (Internacional Center for Research in Agroforestry).

Los resultados indican que en las 6 comunidades estudiadas, los sistemas agroforestales nativos son principalmente los siguientes: Cardamomo bajo sombra de bosque natural; cacao bajo sombra de bosque natural; arboles dispuestos en pastizales; cercas vivas y huertos familiares y a la vez se describe cada uno de los sistemas agroforestales con sus ventajas y desventajas principales.

**Reyes Pineda Guillermo Fernando. 2000. Inventario forestal en el área reserva del PNLL. Cobán, A.V. Conservación del PNLL y desarrollo sostenible en la zona de influencia. Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA).**

El inventario forestal viene a formar parte de esta serie de estudios, que pretende conocer la composición florística y estructura del bosque del Parque Nacional Laguna Lachuá, ubicado en la parte Norte del municipio de Cobán Alta Verapaz.

El trabajo se inicio determinando el número de estratos (cuatro encontrados) en el mapa los cuales se mencionan a continuación: Estrato abierto, Estrato medio, Estrato cerrado, y el Estrato de cultivos. Cada uno de estos fue inventariado. A los primeros tres; se le determino el área a cada estrato, con una rejilla de puntos los cuales nos dio un área total de 4,498.23ha.

En esta investigación se estableció un total de 22 parcelas, con una dimensiones de 20 x 100m. paralelas a la pendiente, haciendo un área de 2,000m<sup>2</sup>/parcela; la distribución de las parcelas se trabajo con un muestreo estratificado al completo azar, por motivo de ser un terreno sumamente escarpado y máximo por ser un área protegida con la categoría de manejo del Parque Nacional.

La información obtenida fue representativa, si se toma en cuenta que el error de muestreo es menor al 10%. Y en lo que respecta a la cuenca del Rio Payan, se establecieron las recomendaciones necesarias para su conservación, siendo las principales la educación, divulgación, rotulación y vigencia.

De los cuatro estratos identificados, se presentan los siguientes resultados:

1. Estrato abierto; con una área de 322.12ha. un total de 320 arboles/ha. Un total 320 árboles y un volumen de 185.059m<sup>3</sup>/ha,
2. Estrato medio: con una área de 2,892.62ha. Un total de 336 arboles/ha. Y un volumen de 221.28m<sup>3</sup>/ha.
3. Estrato cerrado: con una área de 732.10ha. Un total de 311 arboles/ha. Y un volumen de 226.303m<sup>3</sup>/ha.

4. Estrato de cultivos: abarcando una área total de 551.14ha.

1.4.5 Investigaciones pendientes de entrega de resultados por estar su fase inicial, intermedia o final de ejecución.

- Evaluación de los efectos del cambio de uso de la tierra sobre calidad de agua y los patrones de diversidad de macroinvertebrados bentónicos en la Ecoregión Lachuá, Cobán Alta Verapaz, Guatemala. Licda. Sharon Van Tuylen, Lic. Carlos Montenegro y Lic. Manuel Barrios (CONCYT, EBUSAC). El proyecto busca validar una metodología para utilizar macroinvertebrados bentónicos como indicadores biológicos.
- Determinación del recurso hídrico superficial, durante la época lluviosa , en la Zona de Influencia del PNLL. Subcuenca del Rio Icbolay, David Illescas. (FAUSAC).
- Determinación del recurso hídrico superficial, durante la época lluviosa , en la Zona de Influencia del PNLL. Subcuenca Rio Chixoy . Samuel Galindo. (FAUSAC).
- Características morfológicas y externas y la calidad de cinco semillas de cinco especies forestales (Canxan, Chichipate, Cola de Coche, Jocote Frayle y Medallo) en el PNLL. Luis Pedro Utrera. (FAUSAC).
- Evaluación de sustratos para la producción de Xate en vivero. Chahim Huet Max (FAUSAC).
- Evaluación de cinco sustratos alternativos al Peat-moss, para la producción de plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol. DC. ), en tubete, en la comunidad de Salacuim, Cobán, Alta Verapaz Guatemala. Ramiro Lorenzo C. (FAUSAC).
- Determinación de fuentes semilleras de Cenicero (*Pithecellobium saman*) y de Lagarto (*Zantoxylum* sp) y estudios sobre sus semillas en el PNLL. Romaldo Panjoj (FAUSAC).
- Evaluación de prendimiento de dos métodos de enjertación en cinco clones en cultivo de Cacao, en la comunidad de Salacuim., Cobán, Alta Verapaz, Guatemala. Baldomero jorge Perez, (FAUSAC).

#### 1.4.6 Instituciones que han contribuido en el proceso y desarrollo de investigación del Parque Nacional Laguna Lachuá y su áreas de influencia.

Fundación Solar.

Unión Mundial Para la Conservación de la Naturaleza (IUCN).

Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP).

Instituto Nacional de Bosques (INAB).

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).

Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC).

Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecorregion Lachuá (PIMEL) de la Escuela de Biología de la Universidad de San Carlos de Guatemala (EBUSAC).



#### 1.4.7 Investigaciones prioritarias según el plan maestro 2004-2009.

- Índice de biodiversidad y fragilidad de distintas unidades de paisaje del parque y ZAM, con prioridad en las aéreas de corredores biológicos.
- Estudios fenológicos de las principales especies de flora y fauna con valor económico y su distribución en el área. Para proveer la información base para considerar el uso sostenible del germoplasma, para la recuperación de aéreas degradadas dentro del PNLL y ZAM.
- Evaluación de los recursos hidrobiológicos de la laguna y de los ríos asociados que analice la factibilidad para su utilización sostenible.
- Inventario y caracterización de recursos forestales no maderables (localización, densidad y cantidad) que son extraídos tradicionalmente por las comunidades que habitan alrededor del Parque. Generar información base para promover su uso con base a planes de manejo, afuera del área protegida.
- Viabilidad de distintas actividades productivas alternativas en la región. Considerando actividades forestales, agroforestales, artesanales, generadoras de empleos y beneficios económicos para la población.
- Estudios de evolución del estado y dinámica de las poblaciones de fauna en peligro de extinción entre los que están: Jaguar, monos, algunas aves etc.
- Restauración de sitios y vestigios arqueológicos dentro y en la zona de amortiguamiento del PNLL en donde se tendría que categorizar su tipo, estado de conservación y evaluar su posibilidad de restauración e integración a un programa de visitas.

#### 1.4.8 Análisis de los alcances que se tuvieron en el periodo 2004-2009.

Los temas de investigación contemplados en el Plan Maestro 2004-2009 y catalogados como prioritarios. Algunas están ya ejecutadas otras en su fase inicial, intermedia y final.

El PNLL y su Zona de Influencia, por poseer una zona de vida de Bosque Subtropical Cálido Húmedo (BStCh) en donde existe una gran diversidad de especies de flora y fauna silvestre algunas en peligro de extinción, encontrándose también 55 comunidades en donde predomina la etnia q'eqchi evidenciándose problemas socioeconómico es por ello que hay que seguir trabajando fuertemente en lo que es la viabilidad de distintas actividades productivas alternativas en la región. Considerando actividades forestales, agroforestales, artesanales, generadoras de empleos y beneficios económicos para la población. Ya que solo así se podrá disminuir la presión que se ejerce sobre el PNLL, como lo son los asentamientos humanos y extracción ilegal de fauna y flora que están en peligro de desaparecer para poder preservar este remanente de bosque natural a las generaciones futuras.

## 1.5 CONCLUSIONES

- Las investigaciones que se lograron encontrar referente a los temas de los recursos naturales y socioeconómicos se analizaron y se identificó que los temas ejecutados son de importancia para la preservación de la fauna y flora silvestre y para mejorar la calidad de vida de los habitantes de las 55 comunidades que forman la zona de amortiguamiento.
  
- Recopilando las investigaciones se pudo identificar las instituciones que han contribuido con la investigación en la ecoregión Lachuá, en donde es notorio esfuerzo que han hecho y que siguen naciendo el Programa de Investigación y Monitoreo de la Ecorregion Lachuá (PIMEL) de la Escuela de Biología y la Facultad de Agronomía, ambos de la Universidad de San Carlos de Guatemala.  
Apoyadas por alguna de las instituciones siguiente por haber formado (o ser) parte de la coadministración del Parque Nacional Laguna Lachua: Fundación Solar, Unión Mundial Para la Conservación de la Naturaleza (IUCN), Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), Instituto Nacional de Bosques (INAB), y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA).
  
- En el periodo 2004-2009 se ha generado una gran cantidad de documentos por autoridades administrativas y instituciones que velan por la conservación del parque así como el desarrollo de las comunidades que colindan con esta. Los cuales son de mucha calidad y utilidad como lo son los diagnósticos y proyectos de desarrollo. Los cuales tienen que ir de forma integrada con documentos de investigación por ser uno de los pilares importantes para la generación de conocimientos que ayudaran a formular proyectos de desarrollo de una manera certera y sostenible, que mejore la calidad de vida de los habitantes.

## 1.6 RECOMENDACIONES

Con las investigaciones realizadas se ha logrado aportes en pro de la conservación del parque y desarrollo de las comunidades que interactúan con esta, pero la Ecorregión Lachuá, por su posición geográfica y por poseer una zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical (cálido) -Bmh-S(c)- , cuenta con una gran diversidad de recursos naturales en cuanto a la fauna y flora, de las cuales algunas no han sido sujetos a estudio, por eso se recomienda seguir promoviendo los proyectos de investigación, tomando en cuenta los diagnósticos y las caracterizaciones ya generadas de los recursos naturales hídricos, edáficos, así como también fauna y flora propia de la región. Para poder proponer proyectos de desarrollo en las 19 comunidades que colindan con el parque y que contribuya al manejo sostenible de los recursos.

## 1.7 BIBLIOGRAFÍA

1. Aguilar A. Francisco J. Octubre 2007, Determinación de la Calidad del Recurso Hídrico Superficial Durante la Época de Estiaje, Dentro de la Zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Subcuenca Rio Icbolay, Cobán, Alta Verapaz, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía (FAUSAC). Guatemala.
2. Avedaño Mendoza Carlos E. Noviembre 1999. Utilización de un método geoestadístico para estimar distancias mínimas de trampeo y patrones especiales en scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) EBUSAC.
3. Avedaño Mendoza Carlos E. 2002. Diversidad de Escarabajos Coprófagos (Coleoptera escarabaeinae) en un Paisaje Tropical de la Región Lachua. Guatemala. El Colegio de la Frontera del Sur.
4. Avedaño Mendoza Claudia E. Octubre 2001. Caracterización de la Avifauna del Parque Nacional Laguna Lachuá y sus zonas de influencia Cobán Alta Verapaz Guatemala.
5. Amrei Baumgarten Peter. Noviembre 2000. Características Poblacionales y uso de hábitat del mono Aullador Negro o en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Alta Verapaz, Cobán. Guatemala.
6. Barrientos Juárez Mónica Elisa . Enero 2006. Atlas Palinológico de las especies mas abundantes de la sucesión vegetal en la zona de influencia de la Eco-región Lachuá. Cobán Alta Verapaz Guatemala.
7. Cabrera Ermitaño Iván E. Orlando. Octubre 2006. Estudio de la Composición Arbórea, Fuente Semillera y Calidad de la Semilla de Caoba (*Swietenia macrophylla* King.) y Santa María (*Calophyllum brasiliense* var. *Rekoi* Standl.) en el Parque Nacional Laguna Lachuá. Cobán, Alta Verapaz .Guatemala. Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía (FAUSAC).
8. Cleaves Herrera. Cecilia I. Octubre 2001. Etnobotánica Medica Participativa en siete comunidades de la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán Alta Verapaz, Guatemala.
9. Cruz S, JR De La. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento; según sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
10. Dirección General de Bosques (DIGEBOS).1980.Inventario forestal nacional del" Parque Nacional Laguna Lachua" franja transversal del norte.
11. Direccion General de Bosques y Vida Silvestre.1992. Plan Para la Conservacion de areas Protejidas Lachua y desarrollo de su zuna de influencia. 89p.
12. Fundación Solar. Marzo de 2000. Proyecto de Investigación para la protección del ambiente acuático del Parque Nacional Laguna Lachuá. Fondo nacional para la conservación de la naturaleza. CONAP.
13. García Jorge. Diversidad de Hormigas (Himenoptera formividae) del Parque Nacional Laguna Lachuá y sus alrededores .abril 2007.

14. García Martínez Gabriel Antonio. Julio de 2007. Conceptos de diseño maya aplicados a un proyecto ecoturístico en el Parque Nacional Laguna Lachuá Universidad Rafael Landívar.
15. García Vettorazii Manolo José. Agosto 2006. Caracterización de dieta y el del tapir (*Tapirus bairdii*) ene ecosistemas ribereños del Parque Nacional Laguna Lachuá. Cobán Alta Verapaz Guatemala.
16. Granados Dieseldorff Pablo. Agosto 2001. Ictiofauna de la Laguna Lachuá. Cobán Alta Verapaz Guatemala.
17. Guinea Barrientos Héctor Estuardo. Octubre 2004. Caracterización del Potencial de Uso Maderable y no Maderable del Bosque Secundario de la Zona de Adyacencia del Parque Nacional Laguna Lachuá. Cobán, Alta Verapaz y Lineamientos Generales de Manejo Forestal.
18. Hermes Calderón María S. Septiembre 2004 Abundancia relativa del Jaguar (*P onca*), Puma (*P concolor*) y Ocelote (*L pardalis*) en el Parque Nacional Laguna Lachuá. Cobán Alta Verapaz Guatemala.
19. Hernández de la Parra José M. Agosto 2007. Determinación de la Calidad del Recurso Hídrico Superficial Durante la Época de Estiaje dentro de la Zona de Influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Subcuenca del Río Salinas (Área de Captación), Cobán, Alta Verapaz Guatemala. Universidad de San Carlo de Guatemala, Facultad de Agronomía (FAUSAC).
20. Leiva José Miguel. INAB-IUCN-Proyecto Laguna Lachuá. Septiembre 1999. Los Sistemas Agroforestales Nativos de las comunidades del área de influencia del PNLL. Características e interacciones de mejora. Guatemala.
21. Lic. Marta M. Rosales M., María S. Hermes C., Julio R. Morales A. "Caracterización de la actividad de casería como base para una normativa cinegenetica comunitaria en el área de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Alta Verapaz, Guatemala". Dirección General de Investigación –DIGI- Programa Universitario en Recursos Naturales y Ambiente, USAC de Guatemala.
22. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Guatemala, 1:250,000. Color. 1 CD.
23. Monzón Miranda, RM. 1999. Estudio general de los recursos agua, suelo y uso de la tierra del parque nacional laguna Lachuá y su zona de influencia, Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 97 p.
24. PIMEL-FCG-NFWF. 2003. Riqueza y Abundancia de aves de sotobosque en condiciones de paisaje con diferentes grados de fragmentación en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Cobán, Alta Verapaz.
25. Quezada Maura. Mayo 2005. Análisis de la diversidad y distribución de macrohongos (ordenes Agaricales y Aphyloporales), en relación con los lugares antropogenicos en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá. Cobán Alta Verapaz EBUSAC.
26. Rafael Ávila. Junio 2004. Estudio base para el programa de monitoreo de la vegetación, en la zona de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá EBUSAC.
27. Reyes Pineda Guillermo Fernando. 2000. Inventario Forestal en el área reserva del PNLL. Cobán, A.V. Conservación del PNLL y desarrollo sostenible en la zona de influencia. Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA).

28. Rosales Meda Marta M. Noviembre 2003 Abundancia, distribución y composición de tropas del mono Aullador Negro (*Alouatta pigra*) en diferentes remanentes de bosque en la Eco-región Lachuá. Cobán Alta Verapaz Guatemala.
29. UICN (Unión Mundial para la Naturaleza, GT); INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2004. Proyecto Lachuá fase III: Lachuá al servicio de su gente. Guatemala. 134 p.
30. Urizar Quezada Marvin. 2003. Propuesto de Manejo de los Recursos Naturales de las comunidades de influencia del Parque Nacional Laguna Lachuá, Alta Verapaz Cobán. Guatemala Universidad Rafael Landívar.
31. Yurrita Obiols Carmen L. Marzo 2001. Abundancia de tres especies de mamíferos Cinegenéticos en el Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL) EBUSAC.

The seal of the University of San Carlos of Guatemala is a circular emblem. It features a central figure of a seated saint, likely St. Charles, holding a book. The figure is surrounded by a blue and green landscape with a yellow sun or star above. The outer ring of the seal contains the Latin text "UNIVERSITAS CAROLINA ACADÉMICA GUATEMALENSIS" and "1696".

## 2 CAPITULO II

**EVALUACION DE CINCO SUSTRATOS ALTERNATIVOS AL PEAT- MOSS PARA LA PRODUCCION DE PLANTULAS DE MATILISGUATE (*Tabebuia rosea Bertol. DC.*), EN TUBETE, EN LA COMUNIDAD DE SALACUIM, COBAN, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C. A.**

**EVALUATION OF FIVE ALTERNATIVE SUSTRATES OF PEAT-MOSS FOR MATILISGUATE PLANTS PRODUCTION (*Tabebuia rosea Bertol. DC.*), IN TUBE AT COMMUNITY THE SALACUIM, COBAN, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA, C. A.**



## 2.1 PRESENTACION

Los viveros rurales, buscan ofrecerle a los silvicultores de su localidad, plántulas forestales con buenas características, aptas para la plantación definitiva a un costo acorde a sus ingresos económicos que en su mayoría son escasos. Por ello se está en una constante búsqueda de materiales orgánicos que cumplan la función de sustrato, capaces de brindarle a las plántulas el soporte, anclaje, almacén de agua y nutrientes esenciales para su crecimiento y desarrollo. Con el objeto de sustituir los actuales como la tierra que cada día se hace más escaso y las dificultades que presenta su manejo y turbas como el Peat-moss que tiene un costo de adquisición elevado por ser importado.

El experimento se llevó a cabo en vivero de la Asociación K'at b'al pom situado en la comunidad de Salacuim, Cobán, Alta Verapaz. Se evaluaron de cinco sustratos alternativos al Peat-moss, describiéndose a continuación con sus codificaciones como tratamientos: cascarilla de cardamomo (T3), rastrojo de maíz (T5), tuza de maíz (T2), cáscara de coco (T6) y aserrín (T5), para la producción de plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol. DC.) en tubete. Las variables respuesta sometidas a análisis estadístico, fueron: longitud de la parte aérea, longitud radicular y diámetro de las plántulas de matilisguate. Evidenciando que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos y en donde la prueba de Tukey muestra que el Peat-moss (T1) es superior a los demás tratamientos (T2, T3, T4, T5 y T6) que tuvieron un comportamiento similar. El T6 (cascara de coco) en la variable diámetro de la plántula el rendimiento fue mayor que T2, T3, T4 y T5 pero inferior al T1. La caracterización química evidenció que la superioridad del Peat-moss se debe a su enriquecimiento tanto en macro y micronutrientes y acidez (pH=5.1) en donde los minerales y nutrientes son más solubles de fácil absorción por la parte radicular. Los sustratos restantes mostraron deficiencias en macro y micronutrientes con pH alcalino en donde los nutrientes difícilmente podían ser asimilados por la planta. En cuanto al análisis rentabilidad económica realizada se identificó que producir una planta con el sustrato peat-moss es 30 a 40% más caro que los otros tratamientos evaluados.

## 2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La asociación productiva K'at b'al pom es una organización que promueve la protección y conservación del Parque Nacional Laguna Lachuá y el desarrollo sostenible de la región de Salacuim a través del fortalecimiento de la capacidad local y la implementación de políticas, programas y proyectos productivos para mejorar la calidad de vida de las familias de la región.

La asociación antes mencionada implementó un vivero forestal con una producción de 45,000 plántulas por año, utilizando como sustrato, tierra negra y como contenedor, bolsas plásticas, dicho sistema de producción en la actualidad no es económicamente rentable. Principalmente por un incremento en el costo de adquisición, manejo y el transporte de la tierra de la comunidad El Zapotal ubicado a 16 km de las instalaciones del vivero. Afectando así de forma directa a las personas que se dedican a reforestar, de esta y otras comunidades vecinas, porque el costo de producción total paso de Q0.35 a Q0.70 por planta, debido a que antes no se contaba con dichos gastos, hasta que el material edafológico fue escaseando porque los suelos de la región son de origen Kárstica y poco profundos.

Por estas razones se quiere cambiar al sistema de producción en tubete, pero hay que tomar en cuenta que para adoptar dicho sistema de producción se debe utilizar como sustrato la turba conocida comercialmente como Peat-moss, el cual bueno para el enraizamiento principalmente por sus características físicas, teniendo como inconveniente el ser un material importado, extraído en bancos de musgo de pantanos en el Canadá y exportado para Guatemala (Portilla Chimal E. 1986.), cuyo costo de adquisición inevitablemente eleva los costos de producción y además puede crear dependencia.

## 2.3 MARCO CONCEPTUAL

### 2.3.1 Sustratos.

El término definido por Canova F. Diaz 1,993: Es todo el material sólido distinto del suelo, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, que, colocando en un contenedor en forma pura o en mezcla, permite el anclaje del sistema radicular de las planta, desempeñando por lo tanto, un papel de soporte para la planta. El sustrato puede intervenir o no en el complejo proceso de la nutrición mineral de la planta.

#### 2.3.1.1 Propiedades de los sustratos.

##### Propiedades físicas.

**Porosidad:** Es el volumen del medio no ocupado por las partículas solidas, y por lo tanto lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85%, aunque sustratos de menor porosidad pueden ser usados ventajosamente, en determinada condición. Esta debe ser abierta, pues la porosidad ocluida, al no estar en contacto con el espacio abierto, no sufre intercambio de fluidos con él, por lo tanto no sirve como almacén para la raíz (Rejovot, AS. 1997).

**Densidad:** La densidad de un sustrato se puede referir bien a la del material solido que lo compone y entonces se habla de la densidad real ó bien a la densidad calculada considerando el espacio total ocupado por los componentes sólidos más el espacio poroso, y se denomina porosidad aparente. la densidad real tiene un interés relativo, su valor varia según la materia de que se trate y suelo oscilar entre 2.5 a 3 para la mayoría de los de origen mineral. La densidad aparente indica indirectamente la porosidad del sustrato y su facilidad de transporte y manejo, lo valores de densidad aparente se prefieren bajos (0.7 a 0.1) y que garanticen una cierta consistencia de la estructura (Rejovot, AS. 1997).

**Estructura:** Puede ser granular como la mayoría de los sustratos o bien fibrilares, la primera no tiene forma estable, acoplándose fácilmente a la forma del contenedor, mientras que la segunda dependerá de las características de la fibra. Si son fijadas por algún tipo de material de cementación, conserva forma rígida, y no se adaptan al

recipiente pero tiene cierta facilidad del cambio de volumen y consistencia cuando pasan de secas a mojadas (Rejovot, AS. 1997).

Granulometría: El tamaño de los gránulos o fibras condiciona el comportamiento del sustrato, ya que además de su densidad aparente varia su comportamiento hídrico a causa de su porosidad externa, que aumenta el tamaño de poros conforme sea mayor la granulometría (Rejovot, AS. 1997).

Propiedades químicas.

La reactividad química de un sustrato, se define como la transferencia de materia entre el sustrato y la solución nutritiva que alimenta las plantas a través de las raíces. Esta transferencia es reciproca entre sustratos y solución nutrientes y puede ser debida a reacciones de distintas naturaleza (Rejovot, AS. 1997).

Química: se debe a la solución de hidrólisis de los propios sustratos y puede provocar:

- a) Efectos fitotóxicos por la liberación de iones  $H^+$  y  $OH^-$  y ciertos iones metálicos como el  $Co^{+2}$ ,
- b) Efectos carenciales debido a la hidrólisis alcalina de algunos sustratos que provocan un aumento del pH y la precipitación fósforo y algunos microelementos.
- y c) Efectos osmóticos provocados por un exceso de sales solubles el consiguiente disenso en la absorción de agua por la planta (Rejovot, AS. 1997)..

Físico-química: son reacciones de intercambio de iones. Se dan en sustratos con contenido en materia orgánica o los de origen arcilloso (arcilla expandida) es decir, que ellos en los que hay cierta capacidad de intercambio catiónico (CIC) estas reacciones provocan modificaciones en el pH y en la composición química de la solución nutritiva por lo que el control de la nutrición de la planta se dificulta (Rejovot, AS. 1997).

Bioquímica: son reacciones que producen biodegradación de los materiales que componen el sustrato, se produce sobre todo en materiales de origen orgánico, destruyendo la estructura y variando sus propiedades físicas. Esta biodegradación libera dióxido de carbono ( $CO_2$ ) y otros elementos minerales por destrucción de la materia orgánica (Rejovot, AS. 1997).

Propiedades biológicas.

Cualquier actividad biológica en los sustratos es claramente perjudicial. Los microorganismos, compiten con la raíz por oxígeno y nutrientes. También puede degradar el sustrato y empeorar sus características físicas de partida. Generalmente disminuye su capacidad de aireación, pudiéndose producir asfixia radicular.

Propiedades biológicas de un sustrato se pueden concretar en: a) Velocidad de descomposición: la cual es función de la población microbiana y, b) Condiciones ambientales en las que se encuentre el sustrato. Esto puede provocar deficiencia de oxígeno y nitrógeno, liberación de sustancias fitotóxicas y contracción del sustrato. La disposición del sustrato biodegradable, (carbohidratos, ácidos grasos y proteínas determina la velocidad de descomposición (Canova, F; Díaz, JR. 1993).

2.3.1.2 Tipos de sustratos.

Según Canova, F; Díaz, JR. 1993. Existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, baso en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación etc.

a) Según sus propiedades:

- Sustratos químicamente inertes: Arena granítica, Silicea, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca etc.
- Sustratos químicamente activos: Turbas rubias y negras, corteza de pino, roca volcánica, vermiculita, materiales ligno-celulosicos etc.

La diferencia entre ambos viene determinada por la capacidad de intercambio cationico o la capacidad de almacenamiento de nutrientes por parte del sustrato. Los sustratos químicamente inertes, actúan como un soporte de la planta, no interviniendo en el proceso de adsorción y fijación de minerales, por lo que han de ser suministrados mediante la solución fertilizante. Los sustratos químicamente activos sirven de soporte a la planta pero a su vez actúan como depósito de reserva de nutrientes aportados mediante la fertilización, almacenándolos o cediéndolos según la eficiencia del vegetal.

b) El origen de los materiales (Llurba M. 1,997):

De origen natural: se caracteriza por estar sujetos a descomposición biológica (turberas).  
De síntesis artificial: son polímeros orgánicos no biodegradables, que se obtienen mediante síntesis química (espuma de poliuretano, poliestireno expandido, etc.)  
Subproductos y residuos de diferentes actividades, agrícolas, industriales y urbanas.  
La mayoría de los materiales de este grupo deben experimentar un proceso de compostaje, para su adecuación como sustrato cascarilla de arroz, paja de cereales, fibra de coco, orujo de uva, corteza de árboles, aserrín y viruta de la madera, residuos sólidos urbanos, lodos de depuración de aguas residuales, etc.

c) Materiales inorgánicos o minerales (Llurba M. 1,997):

De origen natural: se obtiene a partir de rocas o minerales de origen diverso, modificándose muchas veces de modo ligero, mediante tratamientos físicos sencillos.  
Transformados o tratados: a partir de rocas o minerales, mediante tratamientos físicos o más o menos complejos, que modifican notablemente las características de los materiales de partida perlita, lana de roca, vermiculita, arcilla expandida, etc.  
Residuos o subproductos industriales: comprende los materiales procedentes de muy distintas actividades industriales: escoria de horno alto, estériles del carbón, etc.

### 2.3.1.3 Preparación de sustratos.

Algunos sustratos, como la turba, deben procesarse adecuadamente para poderlos utilizar. Las preparaciones más frecuentes son las siguientes: El molido: procurando evitar los apelmazamientos o terrones procedentes de las turberas, el encalado: o adición de cal, que se aplica hasta conseguir el pH adecuado en función a las especies que se desee cultivar, especialmente en las llamadas turberas rubias, cuyo pH es muy ácido, para neutralizarlo se suelen emplear margas calizas, la adición de fertilizantes: mediante lo que se obtiene las llamadas turberas enriquecidas, compuestas de nitrato de amoníaco cálcico, y sustrato potásico. Y la elaboración de mezclas con el objeto de optimizar las propiedades físicas químicas del sustrato, tratando de acercarse al sustrato ideal para el cultivo al que se debe aplicar (Duran M. 1999).

#### 2.3.1.4 Turba (Peat-Moss).

Producto de descomposición orgánica del follaje de los árboles y pastos en las zonas boscosas del Norte, de temperaturas bajas en primavera y verano, de gran acidez y falta de minerales. Existen diferencias entre los distintos tipos de turbas; ello depende de su origen, edad y material vegetal específico en cada lugar. Es importante elegir el tipo de turba de acuerdo a su característica física y química. Los principales países de exportación son Finlandia, Suiza, Irlanda, Noruega, Canadá, Alemania y Holanda (Rejovot 1997). Algunas de sus características son: peso 60 a 100 kg/m<sup>3</sup>, efecto tapón: excelente, retención de agua: 30 a 80 % de su peso, absorción de minerales: 100 a 150 mEq/100gr., porosidad: Buena y un pH: 3.5 a 4.5 (Rejovot 1997).

#### 2.3.1.5 El maíz.

Según García R. Donald A. 2000 quien utilizo el rastrojo de maíz como sustrato, solo y mezclándolo con la cascarilla de arroz en las proporciones 1:1, 2:1 y 1:2, para el cultivo de hongo comestible *Pleurotus ostreatus* evidenciando lo siguiente: En el caso del peso fresco de los carpóforos, el mayor de los mismo se obtuvo en la unidad experimental número 33, perteneciente al tratamiento número 5 (rastrero de maíz más cascarilla de arroz, relación 2:1), con un peso acumulado de 591.6g, fue en este mismo tratamiento en el que se observo también el mayor rendimiento de carpóforos, con un total de 4.260g y un promedio por unidad experimental de 532.5g. y el menor peso obtenido fue el del tratamiento número 2(rastrero de maíz), en la unidad experimental número 10 con un 353.7g acumulados. En cuanto a la mayor eficiencia biológica en la investigación fue de 117.3% en promedio, que se obtuvo en el tratamiento 5, consistente en el rastrojo de maíz y cascarilla de arroz (2:1), mientras que el rastrojo de maíz obtuvo un 83.3% y la cascarilla de arroz 86.1%, cuando fueron utilizadas aisladamente. Y los cuadros de porcentaje de producción, muestran la superioridad del tratamiento número 5 (rastrero de maíz mas cascarilla de arroz en relación 2:1), lo cual quiere decir que el sustrato es el que en menor tiempo logra alcanzar un mayor porcentaje de eficiencia biológica, de todos lo evaluados.

Después de analizar los resultados se llego a la conclusión, de que el uso de mezclas de rastrojo de maíz y cascarilla de arroz, supera a estos mismo sustratos sin mezclar, y que

el uso de mezclas en proporciones desiguales supera en rendimientos de eficiencia biológica al uso de la mezcla de los mismo en proporciones iguales.

#### 2.3.1.6 Aserrín.

Es también sustrato orgánico importante, que últimamente ha adquirido mayor relevancia para los cultivos sin tierra. Esto ha ocurrido principalmente en Sudáfrica y en Canadá, se está utilizando mucho en los cultivos de pepinos. Su facilidad de obtención, bajo costo y ligero peso además de la facilidad de su descarte ecológico cuando finaliza la cosecha, lo ha hecho bastante popular (Solano Divas. 1999). Conocido también como viruta siendo este un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral que es extraído mediante el aserrado o un cepillo u otras herramientas, tales como brocas, al realizar trabajos de cepillado, desbastado o perforación, sobre madera. Se suele considerar un residuo de las industrias madereras o del metal; no obstante tiene variadas aplicaciones.

Según Reyes V. Ángel E. 1,998. Quien realizó una Evaluación del efecto de temperatura, fotoperiodo y sustratos en la germinación de de cedro, gravilea y ciprés. Evidenciando en sus resultado que en cuanto a la variable respuesta de porcentaje de germinación, se incremento con la aplicación de los tratamientos. El análisis de varianza mostro diferencias significativas y por la prueba de Tukey, se pudo determinar que el más alto porcentaje de germinación se obtuvo con la combinación de temperatura de 24°C, fotoperiodo de 12 horas luz y sustrato de aserrín con un valor de 94.5%, pero no siendo desfavorable para las otras especies forestales en estudio, respondiendo de mejor manera a otros sustratos y temperaturas y horas luz que fueron evaluados en la investigación.

#### 2.3.1.7 Cáscara de coco.

Según Guerrero, F. y A. Masaguer. 1997, el coco es un fruto en drupa y está compuesto por cáscara (exocarpio más mesocarpio) en un 35%, casco o hueso (endocarpio) en un 12%, albumen o carne (endospermo) en un 28% y agua en un 25%, el hueso o endocarpio se utiliza como carbón vegetal, carbón activado. El endospermo o albumen se utiliza en la producción de copra, aceite de coco, y, en tortas y harina de copra, y como sustrato para cultivos.



El uso de fibra de coco (fibras y polvo) en medios de cultivo ha sido probado con éxito. El material es liviano, poroso, y tiene una excelente capacidad de retención de humedad. Un gramo de fibra de coco, finamente molido, absorbe 8 gramos de agua. El cuadro 1 destaca sus características comparadas con las de un Peat-moss (Fonteno, D. 1999).

Cuadro 4. Propiedades de la fibra de coco comparado con turba.

Propiedad	fresca	3-4 meses	3-4 años	Turba
Densidad (g/cc)	0,066	0,054	0,054	0,084
Poros totales (%)	95,45	96,30	96,30	94,17
Volumen de aire (%)	39,50	22,30	33,90	31,47
Agua fácilm. Disponible	15,60	22,30	33,90	18,90
pH (agua)	5,77	5,98	5,98	5,34
ConductividadEléctric (us/cm)	600,00	108,00	235,00	130,00
Materia Orgánica (%)	92,28	96,45	92,07	82,24
Tasa de descomposición	56,05	52,63	58,33	45,27
N total mg/100g	510,00	529,00	796,00	921,00
Capacidad Intercambio Catiónico (CIC) meq/100g	107,00	120,00	150,00	130,00

Fuente: Manual de producción de Viveros. OIRSA, 2002. (Miller & Jones, 1995).

De la cáscara de la pipa se aprovecha la fibra y la cáscara. La fibra es utilizada para la fabricación de varios artículos, la cáscara puede ser procesada para producción de sustratos, en Tailandia la cáscara es compostada por 60 días para luego ser utilizada como sustrato (Fonteno, D. 1999).

Según Alvarado M. Además es gracias a su contenido en lignina (>45%) muy estable asegurando unas buenas características físicas durante un largo periodo (tiene una alta rentabilidad frente a otros sustratos orgánicos), con una alta porosidad. hasta el 95% que le confiere una excelente distribución del aire y agua. El paso del aire sigue siendo superior al 20% aún saturado de agua favoreciendo la salud de las raíces, con una alta capacidad de almacenar agua y nutrientes. Ya que el coco puede retener 8 o 9 veces su peso en agua. En cuanto a la conductividad eléctrica es muy baja.(Entre 250 y 500

uS/cm) ya que el coco es lavado con aguas de alta calidad para reducir al máximo los niveles de potasio (K) y sodio (Na) que pueden ser dañinos para las plantas.

Según Guerrero, F. y A. Masaguer. 1997 Presenta una baja densidad aparente ( $0,072 \text{ g/m}^3$ ), una porosidad total muy elevada ( $>95\%$ ), un contenido en aire alto ( $42,08\%$ ), una capacidad de retención de agua fácilmente buena ( $22,40\%$ ), un contenido bueno en agua de reserva ( $2,74\%$ ). pH estable y controlado, oscila entre 5,5 y 6,5, rango que resulta apropiado para la mayoría de las plantas, capacidad de intercambio cationico (CIC). Es capaz de retener nutrientes y liberarlos progresivamente, evitando las pérdidas por lixiviación, ejerce un poder amortiguador contra los errores de abonado.

Es un producto ecológico y renovable su extracción y posterior eliminación no representa ningún tipo de impacto medioambiental y en cuanto a la relación calidad/precio. Muy competitivo frente a otros sustratos.

RAVIV, 2000. Indica que la fibra de coco es capaz de retener hasta ocho veces su peso en agua, lo que posibilita un mayor espaciamiento entre los riegos y de esta forma hace más rentable la producción de plántulas de Chile Pimiento. Estrada Alarcón, R. 2003. Determinó parámetros en cuanto a características hidrofísicas de la fibra de coco, en los rangos de comparación teóricos, siendo estos  $98\%$  de espacio poroso,  $71\%$  de capacidad de aeración,  $27\%$  de agua fácilmente disponible, una mojabilidad igual a 3 minutos y una densidad  $0.066 \text{ gr/cc}$ . Además encontró valores de pH de 6.2, una conductividad eléctrica de  $28 \text{ uS/cm}$  y una granulometría mayor de  $12 \text{ mm}$ .

Invaquingo, C. 2002. Evaluó el comportamiento de dos patrones de rosas en cinco tipos de sustratos para enraizamiento; basado en las variables peso fresco de raíz, tamaño de raíz, días al enraizamiento y porcentaje de mortalidad concluyó y recomendó la utilización de tierra negra combinada con fibra de coco, con el patrón Natalbrier.

Pérez, A. 2004. Realizó un ensayo acerca de las consecuencias hidrológicas de la compactación en la fibra de coco. Evidenciando, una clara influencia de la compactación sobre la fracción porosa, cuya matriz se ve modificada en detrimento de los poros de mayor tamaño. La reducción de macroporos causada por la compactación implica un

aumento de la retención de agua a baja succión y una disminución drástica de la conductividad hidráulica en condiciones cercanas a saturación ( $\psi < 5$  cm).

Noguera, P. 1999. Caracterizó y evaluó agrónomicamente el uso de la fibra de coco como medio de cultivo; concluyendo que el residuo de fibra de coco es un material con alta porosidad total, que presenta una elevada capacidad de aireación, a costa de una menor retención de agua total y disponible; además, se caracteriza por tener un pH óptimo para el cultivo, una CIC inferior a la de la turba y una relación carbono nitrógeno (C/N) muy superior, aunque este material no será fácilmente degradable, debido a su elevado contenido en lignina. Los niveles de N mineral, Ca, Mg y microelementos son muy bajos, mientras que los de fósforo (P) y potasio (K) son elevados y superiores a los valores estándar o de referencia. .

Santiago. O. 2002. Recomienda para el crecimiento de las plantas de pino ayacahuite a nivel de vivero es posible utilizar fibra de coco en sustitución de Peat-moss hasta en un 25%, y del bagazo de café hasta en un 25%. Lo anterior permite ahorros sustanciales en el costo de producción de planta, primero por el ahorro en la importación de sustrato de Peat-moss y, por otro, por el valor más bajo de los sustratos nacionales. Además de que se reducen los riesgos al asegurar el abasto de éstos.

Según Rodríguez M. Josealberto. 2009. El sustrato basado en fibra de coco y cualquiera de sus mezclas con diferentes proporciones de arena blanca se lograra obtener plántulas en pilón de canela con la misma calidad y desarrollo aéreo, radicular que el sustrato testigo (el elaborado y usado en la finca Baltimore); por lo que se concluye que el sustrato basado en fibra de coco y cualquiera de sus mezclas con diferentes proporciones de arena blanca representa una opción en la producción de plántulas de pilón.

#### 2.3.1.8 Cascarilla de cardamomo.

Nombre científico *Elettaria cardamomun* Zingiberaceae. Según Suarez Urrutia, JA. 2003. quien evaluó o mezcla de sustratos para la producción de pino ocote (*Pinus oocarpa* Schiede), en donde incluyo la cascarilla de cardamomo para ser combinado con otros materiales, obteniendo así las siguientes mezclas o tratamientos: Arena de rio, ascicula

de pino y cascarilla de cardamomo, en una proporción de (40-40-20). Y arena de río, Material de montaña y cascarilla de cardamomo con una proporción de (40-40-20).

Cuadro 5. Comparación de medias de los sustratos secundarios.

<b>Sustrato secundario</b>	<b>Media (Altura/planta en mm)</b>	<b>Grupo Tukey</b>
Cascarilla de cardamomo	114.3262	A
/Chut	98.1738	B
Ascicula de ciprés	97.4700	B
Corteza de Pino	79.2100	C

Fuente: Suarez Urrutia, JA. 2003.

La prueba de medias Tukey con una significancia de 0.05, muestro que hay una diferencia significativa entre los niveles de los sustratos secundarios, es decir, la altura de las plantas es mayor si la mezcla posee como sustratos a la cascarilla de cardamomo, independientemente de la ascicula de pino o material de montaña.

Cuadro 6. Comparación de medias de los sustratos secundarios en mezcla con el material de montaña.

<b>Sustrato secundario en mezcla con material de montaña.</b>	<b>Media (Altura/planta en mm)</b>	<b>Grupo Tukey</b>
Cascarilla de cardamomo	141.5600	A
Chut	115.0075	B
Ascicula de ciprés	109.5075	B
Corteza de Pino	83.1125	C

Fuente: Suarez Urrutia, JA. 2003.

La prueba de medias Tukey con una significancia del 0.05, mostro que existe diferencia significativa en cuanto a la altura de las plántulas en los sustratos secundarios, cuando interaccionan con el marial de montaña, el valor más alto en la altura lo obtuvo la mezcla que poseía cascarilla de cardamomo. Con lo cual llego a la conclusión de que las mejores mezclas para obtener plántulas altas y con buen desarrollo fueron aquellas que poseían como sustrato secundario la cascarilla de cardamomo.

### 2.3.2 Historia de la producción de especies forestales en contenedores.

Si bien las plantas ornamentales han sido cultivadas en contenedores desde los albores de la civilización humana (Matkin et al., 1957), la producción de plantas de especies

forestales en contenedores es una innovación relativamente reciente. Uno de los primeros usos de los contenedores a gran escala para la producción de especies forestales, se dio durante el Proyecto Forestal de las Grandes Llanuras (Estados Unidos), en la década de los años treinta. En ese entonces fue desarrollado un sistema de masetas de papel alquitranado, a efecto de producir contenedores consistentes para las plantas, dadas las severas condiciones ambientales que se encuentran en plantaciones que forman cortinas de protección (Strachan, 1974). La primera producción a gran escala de plantas para reforestación en modernos contenedores de plástico se dio en Canadá con la “Bala Walter” en Columbia Británica (Walters, 1974) y con el “Tuvo Ontario” en Ontario (Reese, 1974). Citados por (Landis, T.D.; Tinus, R.W.; Macdonald, S.E.; Barnett, J.P. 1990).

### 2.3.3 Características de los contenedores.

Un tipo determinado de contenedor no puede satisfacer las necesidades de cada viverista, a causa de las diferencias en las prácticas culturales en cada vivero, o debido a las condiciones del sitio de plantación. El mejor contenedor para determinado propósito, dependerá de los objetivos específicos del vivero y del sistema de plantación. Teniendo como función primaria la de tener una pequeña cantidad de sustrato, que a su vez abastezca a las raíces con agua, aire, nutrientes, minerales y además provee soporte físico mientras la planta. Sin embargo los contenedores para especies forestales deben cumplir con otras funciones que reflejan los requerimientos especiales para plantaciones forestales de conservación o comerciales. algunas de las tales características dan forma al crecimiento de la planta en el vivero, como es el caso del diseño de propiedades para evitar un crecimiento radical en espiral. Otras características operativas de los contenedores están relacionadas con las consideraciones económicas y de manejo, tanto para el vivero como para el lugar de plantación (Suarez Urrutia, JA. 2003).

### 2.3.4 Características que afectan el crecimiento de las plantas.

Las especies forestales difieren de muchos cultivos ornamentales producidos en contenedor porque estas implican esencialmente un cultivo de raíces. La supervivencia y desarrollo posterior de las plantas de especies forestales está directamente relacionada con la capacidad del sistema radical para generar con rapidez nuevas raíces (esto se

conoce como “potencial de crecimiento radical”, o PCR), y para la expansión radicular (Ritchie, 1984). Por esta razón, muchas de las características de los contenedores han sido diseñadas para promover el desarrollo de un buen sistema radical en el vivero y para proteger estas raíces hasta la plantación.

Consideraciones al momento de seleccionar un determinado tipo de contenedor, son las siguientes: Tamaño, espaciamiento entre contenedores, diseño de características para controlar el crecimiento de la raíz, propiedades que afectan el contenido de humedad del sustrato, Propiedades que afectan la temperatura del sustrato (Landis, T.D.; Tinus, R.W.; Macdonald, S.E.; Barnett, J.P. 1990).

### 2.3.5 Medios de crecimiento.

#### 2.3.5.1 Funciones de los medios de crecimiento.

Las plantas que están siendo cultivadas en contenedores, tienen ciertos requerimiento funcionales que pueden ser provisto por los medios de crecimiento. El agua: Las plantas requieren un continuo y gran aprovechamiento de agua para el crecimiento y otros procesos fisiológicos, como es el enfriamiento a través de la transpiración, y esta agua debe ser provista por el sustrato. El agua líquida es retenida tanto externa como internamente por medio del crecimiento hasta que es requerida por la planta. Externamente, en los poros relativamente pequeños entre las partículas, e internamente por medio de crecimiento, en el espacio interior de materiales porosos como la turba de musgo. Debido al volumen limitado de los contenedores pequeños, el medio de crecimiento debe poseer una elevada capacidad para almacenar agua, para proveerla a las plantas entre un riego y el siguiente (Landis, T.D.; Tinus, R.W.; Macdonald, S.E.; Barnett, J.P. 1990).

El aire: Las raíces de las plantas consisten de tejidos vivientes y gastan energía para el crecimientos y otros procesos fisiológicos, como la absorción de nutrientes de nutrientes minerales de la solución del medio, la energía para estos procesos fisiológicos es generada por la respiración aeróbica que requiere una cantidad establecida de oxígeno. El subproducto de esta respiración es el bióxido de carbono, que puede ser acumulado hasta niveles tóxicos si no es dispersado en la atmósfera. Por ello, el sustrato debe ser

suficientemente poroso para facilitar un eficiente intercambio de oxígeno y bióxido de carbono. A causa de que el Oxígeno se difunde a través del agua solamente 1 por 10,000 de la velocidad a la que lo hace en el aire, este intercambio gaseoso debe tener lugar en los grandes poros llenos de aire del medio de crecimiento. Los nutrientes y minerales: Con la excepción del Carbono, Hidrógeno y Oxígeno, las plantas deben obtener todos los 13 nutrientes minerales esenciales de la solución del medio de crecimiento. Muchos nutrientes minerales, incluyendo la forma amoniacal del nitrógeno ( $\text{NH}_4^+$ ), el potasio ( $\text{K}^+$ ), el magnesio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) y el calcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) existen en la solución del medio de crecimiento como cationes eléctricamente cargados. Estos nutrientes se mantienen en la solución del medio hasta que las raíces de las plantas los toman y utilizan para el crecimiento y mantenimiento de los tejidos o, a causa de su carga eléctricamente positiva comienza a ser absorbidos por los sitios cargados negativamente en ciertos tipos de partículas del sustrato. Esta oferta de nutrientes adsorbidos, que es medida por la capacidad de intercambio catiónico (CIC), proporciona un reservorio de nutrientes minerales para mantener el crecimiento de la planta, entre aplicaciones de fertilizantes.

El soporte físico: La última función del medio de crecimiento es anclar a la planta en el contenedor y mantenerla en una posición vertical. Este soporte es una función de la densidad (peso relativo) y de la rigidez del sustrato. El peso es importante en el caso de los contenedores grandes e individuales (Maronek et al. 1986), pero es intrascendente para los de volumen pequeño, en contenedores agregados, que son típicamente usados en viveros forestales. La rigidez de un medio de crecimiento está en función de la capacidad de comprimirse y de la compactación de las partículas del medio de crecimiento, así como el tamaño del contenedor (Landis, T.D.; Tinus, R.W.; Macdonald, S.E.; Barnett, J.P. 1990).

#### 2.3.5.2 Características de un medio ideal de crecimiento.

No hay un único medio de crecimiento que pueda ser usado para todos los propósitos. Para el caso de viveros forestales que producen en contenedor, un medio de crecimiento bien formulado ha de poseer muchas de las siguientes propiedades, que pueden ser

separadas en características operativas (aquellas que afectan las operaciones de vivero) (Landis, T.D.; Tinus, R.W.; Macdonald, S.E.; Barnett, J.P. 1990).

#### 2.3.5.3 Componentes utilizados para la formulación de medios de crecimiento.

Aunque la turba pura es empleada en algunos viveros forestales que producen en contenedor, muchos sustratos modernos consisten de dos o más componentes diferentes que son elegidos para proporcionar ciertas propiedades físicas, químicas o biológicas. Los productos correctores, como los fertilizantes o los agentes de humedecimiento, algunas veces son agregados durante el proceso de mezclado. Por propósito de claridad, un componente de medio de crecimiento, usualmente constituye un elevado porcentaje (>10%) de la mezcla, mientras que un producto corrector es definido como un material suplementario que contribuye con menos del 10% al sustrato (Landis, T.D.; Tinus, R.W.; Macdonald, S.E.; Barnett, J.P. 1990).

#### 2.3.6 Características relacionadas con el crecimiento de la planta.

Las características culturales de un medio de crecimiento, son las propiedades que afectan su capacidad para producir consistentemente cultivos de plantas saludables, bajo las prácticas de un cultivo en un vivero forestal que producen en contenedor: pH ligeramente ácido, elevada CIC, baja fertilidad inherente, porosidad adecuada y alto estado fitosanitario (Landis, T.D.; Tinus, R.W.; Macdonald, S.E.; Barnett, J.P. 1990).

##### 2.3.6.1 Relación Carbono-Nitrógeno (C/N).

Tanto el Carbono como el Nitrógeno son dos elementos esenciales para la nutrición de cualquier organismo, en este caso las especies vegetales. Esta relación indica la fracción de Carbono orgánico frente a la de Nitrógeno. Prácticamente la totalidad del Nitrógeno orgánico presente en un residuo orgánico es biodegradable y, por tanto disponible. Con el Carbono orgánico ocurre lo contrario ya que una gran parte se engloba en compuestos no biodegradables que impiden su disponibilidad en la agricultura. Los excesos de cualquiera de los dos componentes conlleva a una situación de carencia. Si el residuo de partida es rico en Carbono y pobre en Nitrógeno, la fermentación será lenta, las temperaturas no serán altas y el Carbono se perderá en forma de dióxido de Carbono. Para el caso contrario, en altas concentraciones relativas de Nitrógeno, éste se transformará en amoníaco, impidiendo la correcta actividad biológica (Estrucplan.com. 2008.).



Las plantas obtienen el Nitrógeno principalmente del suelo, donde se encuentra bajo la forma orgánica, la que no es disponible inmediatamente para la planta, sino después de un proceso de mineralización catalizada por los microorganismos del suelo, el cual procede en la dirección siguiente: Nitrógeno orgánico- amonio -nitrito -nitrato, la cantidad de nitrato producida finalmente depende de la disponibilidad de material carbonáceo descomponible. Si la relación Carbono: Nitrógeno (C/N) es alta aparece muy poco o casi nada de Nitrógeno como nitrato (Hernández R. 2002.).

#### 2.3.6.2 La presencia de lignina.

Según Azco-Bieto, J. Talón M. 2000. La lignina es un polímero complejo constituido a partir de los alcoholes aromáticos p-cumarílico, coniferílico y sinapílico. Unidos entre sí por enlaces éster o carbono. La composición manométrica, así como el tipo de enlaces entre ellos y su organización en la macromolécula varían entre las diferentes especies. La polimerización puede tener lugar mientras estén disponibles tanto precursores activados como espacio en la pared no ocupado por otras macromoléculas, desplazando el agua. La estructura polimérica de la lignina no solo se entrelaza con las microfibrillas de celulosa, sino que también se une a la hemicelulosas (arabinoxilano) y pectinas (arabinogalactano) mediante enlaces de éster a través de sus restos hidroxicinámicos. El resultado es una red hidrófoba que rodea los demás componentes de la pared a la que confiere una mayor resistencia tanto física como química, además de una gran rigidez. Es especialmente abundante (20-30% del peso de la pared) y estructurales (fibras) con engrosamiento secundario.

#### 2.3.7 Características que afectan las condiciones de un vivero.

En adición a las características del contenedor que afectan el crecimiento de la planta, los viveristas deben controlar las propiedades de los sustratos que se relacionan con los aspectos operativos del manejo de viveros forestales que producen en contenedor. Factores como los siguientes son importantes para la elección de un medio de crecimiento o de sus componentes individuales: Costo y disponibilidad, alto grado de uniformidad, densidad, estabilidad dimensional, durabilidad y facilidad de almacenamiento, facilidad para realizar la mezcla y la carga, capacidad para rehumedecerse y facilidad para producir

un firme cepellón con las raíces (Landis, T.D.; Tinus, R.W.; Macdonald, S.E.; Barnett, J.P. 1990).

### 2.3.8 Descripción de la especie forestal experimental.

La Clasificación taxonómica según Cronquist A. 1981.

Reino:	Plantae
Sub-reino:	Embryobionta
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Sub-clase:	Asteridae
Orden:	Schrophulariales
Familia:	Bignoniaceae
Genero:	Tabebuia
Especie.	Tabebuia rosea Bertol.DC.

#### Descripción Botánica.

Se le conoce con el nombre común de Matilisguate y pertenece a la familia Bignoniaceae. Son arboles grandes, algunas veces de 30 metros de altura, con fustes rectos y gruesos hasta 1 metro de diámetro, muchas veces apoyados, la copa dispersa o redondeada, la corteza color café claro, con fisuras verticales, un tanto ásperas y largas, la corteza interna medianamente café, usualmente 5 foliolos en peciolo muy largos subcoriaceos de 10 a 25 centímetros de longitud, elípticos-oblongos o elíptico-ovados o algunas veces ovados, inflorescencias largas y abiertas, con glándulas de escamas pequeñas; caliz bilabiado de 1.5 a 2 centímetros de longitud, cerradas en capullo, corola de 6 a 8 centímetros de longitud, variando el color desde rosado-purpura raras veces blanco; ovario glandular con escamas pequeñas. Los frutos son capsulas de 30 centímetros de longitud aproximadamente y 12 milímetros de grosor. Distribución: Común en bosques húmedos o mas bien en bosques secos, a menudo en campos abiertos o a lo largo de la orilla de las carreteras, mas abundantes en la planicies del pacifico, pero a menudo en laderas escarpadas, a 1,200m o menos, principalmente en los departamentos de Peten, Alta

Verapaz, El Progreso, Izabal, Zacapa, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala, Sololá, Suchitepéquez, Retalhuleu, San Marcos y Huehuetenango, de Belice a El Salvador y Panamá y en Sudamérica hasta Venezuela. Usos: La madera es una de las más importantes en Centro América, esta es utilizada para varios propósitos, como madera aserrada para la construcción de casas, muebles, construcción de barcos, carretas y muchos otros tipos de trabajos (Según Standley, P; Steyermer, J. 1958).

#### 2.3.9 Fertirriego.

Según Gudiel V.M. 1,987 es la aplicación de fertilizantes mediante el sistema de riego, para depositarlos en forma de solución fácilmente asimilable por las raíces del cultivo. La fertirrigación es el modo mas efectivo de mantener un nivel optimo de fertilidad y provisión de agua, de acuerdo con la exigencia de cada cultivo y tipo de suelo, algunas de sus ventajas son:

Dar un flujo regular de agua y nutrientes, que incrementan la producción. Ofrece mayor versatilidad en el cálculo de las aplicaciones, de acuerdo con el desarrollo y estado fisiológico del cultivo. Brinda mayor absorción al aplicar el agua y fertilizantes en una zona de gran concentración de raíces. Se hace uso de fertilizantes completamente solubles y de alta calidad, porque en los fertilizantes tradicionales, aunque contenga los elementos en formas solubles. Su material inerte no es soluble y ocasiona daños en los equipos de riego.

## 2.4 OBJETIVOS

### 2.4.1 Objetivo general.

- Evaluar el desarrollo de plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC.), en la etapa de vivero, en seis diferentes sustratos, en tubete, en el vivero forestal de la asociación kat'bal'pom, comunidad de Salacuim, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala.

### 2.4.2 Objetivos específicos.

- Determinar cuál de los sustratos es el mejor, mediante la comparación del diámetro de tallo en milímetro, longitud aérea y longitud de raíz en centímetro, de las plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC.).
- Realizar una caracterización física y química de los materiales a utilizar como sustrato en la investigación.
- Determinación de la relación Carbono-Nitrogeno y materia seca de las plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC.), para cada uno de los tratamientos.
- Determinar cuál de los sustratos evaluados presenta la mejor rentabilidad, para la producción de plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC.).

## 2.5 HIPOTESIS

- **Ho:** No habrá diferencias significativas entre los sustratos a evaluar en la producción de plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC.), en tubete, producidos en el vivero forestal de la asociación kat'bal'pom, con respecto a longitud de la parte aérea, longitud de raíz cuantificado en centímetro, y diámetro del tallo cuantificado en milímetro.
  
- **Ha:** Al menos uno de los sustrato evaluados en la producción de plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC.), en tubete, producido en el vivero forestal de la asociación kat'bal'pom, mostrara diferencias en cuanto a longitud de la parte aérea, longitud de raíz cuantificado en centímetro y el diámetro del tallo cuantificado en milímetro.

## 2.6 METODOLOGIA

### 2.6.1 Materiales experimentales.

Los materiales que se utilizaron para la elaboración de los sustratos alternativos al Peat-moss en la investigación experimental se describen en el cuadro 7.

Cuadro 7. Descripción de los materiales a utilizar para la elaboración de los sustratos alternativos.

Materiales	Procedencia
Rastrojo de maíz	Plantaciones de maíz en grandes extensiones.
Cáscara de coco	Generado por la venta del agua de coco en el lugar y en las comunidades cercanas.
Cascarilla de cardamomo	Es material fue adquirido en las secadoras de cardamomo.
Tuza de maíz	Glumulas de la inflorescencia femenina de la planta de maíz (hojas que envuelve al elote o mazorca) como producto del desgranado de las mazorcas.
Aserrín de canxán (Terminalia amazonia)	Generado por el proceso de transformación de la madera en troza a madera aserrada, en los aserraderos del lugar.

### 2.6.2 Procedencia de la semilla de la plántula experimental..

Las semillas de matiliguete (*Tabebuia rosea* Bertol.DC), fue adquirida en el Banco de Semillas Forestales (BANSEFOR), del Instituto Nacional de Bosques (INAB) de la zona 13 de la ciudad capital de Guatemala.

### 2.6.3 Tratamientos.

Los tratamientos del experimento fueron los 6 sustratos para el enrizamiento de plántulas de matiliguete (*Tabebuia rosea* Bertol.DC), como se describen en el cuadro 8.

Cuadro 8. Descripción de los tratamientos y su codificación.

Sustratos a base de	Codificación de los tratamientos
Peat-moss (testigo)	T1
Tuza de maíz	T2
Cascarilla de cardamomo	T3
Aserrín	T4
Rastrojo de maíz	T5
Cascara de coco	T6

#### 2.6.4 Diseño experimental.

Para el análisis de varianza (ANDEVA) se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA), de 6 tratamientos con 6 repeticiones para cada una.

#### 2.6.5 Modelo estadístico.

$$Y_{i,j} = \mu + t_i + \xi_{i,j}$$

En donde:

$Y_{i,j}$  = Variable de respuesta asociada a la i-j èsimo unidad experimental.

$\mu$  = Media general.

$t_i$  = Efecto asociado al i-èsimo tratamiento.

$\xi_{i,j}$  = Error experimental asociado al i-j èsimo unidad experimental.

1	<b>T5r4</b>	2	<b>T1r1</b>	3	<b>T1r4</b>
4	<b>T6r5</b>	5	<b>T2r2</b>	6	<b>T3r5</b>
7	<b>T4r4</b>	8	<b>T5r6</b>	9	<b>T2r5</b>
10	<b>T1r6</b>	11	<b>T3r2</b>	12	<b>T6r3</b>
13	<b>T2r3</b>	14	<b>T4r2</b>	15	<b>T5r5</b>
16	<b>T5r5</b>	17	<b>T6r4</b>	18	<b>T4r5</b>
19	<b>T1r2</b>	20	<b>T4r1</b>	21	<b>T3r1</b>
22	<b>T5r3</b>	23	<b>T3r6</b>	24	<b>T5r1</b>
25	<b>T2r4</b>	26	<b>T1r5</b>	27	<b>T6r2</b>
28	<b>T4r3</b>	29	<b>T2r6</b>	30	<b>T6r1</b>
31	<b>T5r2</b>	32	<b>T3r4</b>	33	<b>T3r3</b>
34	<b>T6r6</b>	35	<b>T2r1</b>	36	<b>T1r3</b>




Figura 4. Combinación de tratamientos y repeticiones y su distribución en el área experimental.

#### 2.6.6 Unidad experimental

La unidad experimental fue constituida por 24 tubetes, con un volumen de 150 centímetros cubico cada tubete, equivalente a una repetición para tener 144 plántulas por tratamiento.

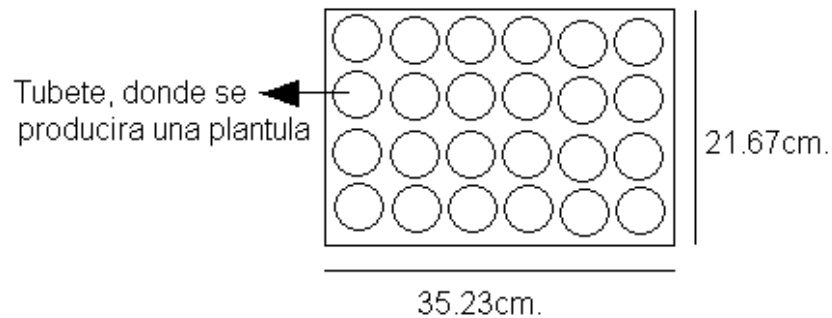


Figura 5. Unidad experimental (UE).



#### 2.6.7 Área experimental.

El área experimental consistió de 2 metros cuadrados, con dimensiones de 1 metro de ancho y 2.2 metros de largo como se muestra en figura anterior.

#### 2.6.8 Recolección de los materiales a evaluar.

Los materiales que se utilizaron como sustrato se colectaron en comunidad Salacuim y las comunidades vecinas: San Marcos, San Luis y Saholóm en las plantaciones establecidas después de haber cosechado y con la previa autorización de los propietarios y la turba comercial (Peat-moss), fue adquirido en una casa comercial de Cobán.

#### 2.6.9 Picado de los materiales.

Cada uno de los materiales después de la recolección se picó con machete para obtener tamaños entre 4 a 2 centímetros.

#### 2.6.10 Secado de los materiales.

Esta actividad se realizó sacando los materiales al sol durante 5 días, en el caso de la cáscara de coco fueron 6 días, para que se redujera el contenido de humedad al 10%.

#### 2.6.11 Maceración de los materiales a utilizar como sustratos.

La trituración de los materiales se realizó mediante un molino de martillo, de la Federación Internacional de Cooperativas de Ixcan (FIXI), Playa Grande, Quiche. Y consistió en la reducción de los materiales de 4 y 2 centímetros a partículas menores o igual a 2 milímetros.

La maquina industrial tenia la siguiente característica: Picadora, trituradora y moledora multi 200, marca MENTA, motor picador con tres cuchillas de corte frontal 4,000 a 4,300 rpm., producción en ración seca = 150 a 700 Kg-hr. Producción en ración verde = 1,000 a 3,000 kilogramos por hora, tamis 2 milímetros. y una potencia requerida 3HP- 7.5HP.

#### 2.6.12 Desinfección de sustratos.

Cada uno de los sustratos fue colocado en un recipiente cuando el agua llego a su punto de ebullición (90 a 100°C), durante 30 minutos. El secado se realizo en un salón a temperatura ambiente durante 24 horas y empacado hasta el día de su uso.

### 2.6.13 Características de los contenedores.

Bandejas: altura de 10 centímetros, largo de 35.23 centímetros y un ancho de 21.67 centímetros, con un número de 24 celdas con las siguientes características: 10 centímetros de altura, 150 centímetros cúbicos de volumen, estrías internas a lo largo del tubo y abierto en la parte inferior, su peso es de 22 gramos. aproximadamente. Las estrías sirven para orientar las raíces hacia abajo y facilita la separación del “pilón” de las paredes del cono cuando se transplanta. La abertura inferior detiene el crecimiento, realizando una especie de foto poda. Incrementando el volumen radicular (AGRINOVA).

### 2.6.14 Siembra de las semillas.

La siembra de la semilla se realizó por cada tubete. Después de 40 días de haber germinado las plántulas se realizó un raleo dejando una plántula por tubete.

### 2.6.15 Fertilización.

Se preparó una solución en el laboratorio de Bioquímica de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, recomendada por D. Sc. Eddi Vanegas. Se utilizaron 9.6 mililitros (3/4 copa Bayer) de la solución por bomba de. Mochila de 16 galones, con un a aplicación semanal, empezando la segunda semana después de haber germinado todas las plántulas.

Cuadro 9. Concentraciones de la solución nutritiva

Contenido	N total	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	k <sub>2</sub> O	S	B	Co	Zn	Mo	Ca	Mn	Fe	Mg	Clohidroto de tiamina	Acido indolacetico
<b>Gramos Por litro</b>	110	80	60	1500	400	20	800	400	250	400	500	250	40	30
<b>% Peso por Peso</b>	9.1	6.6	5	1250	332	17	666	332	207	332	415	207	33	25

Fuente: Vanegas Eddi. 2009.

### 2.6.16 Control de plagas y enfermedades.

Para prevenir plagas y enfermedades se realizaron monitoreos por semana y se utilizaron los siguientes: herbicidas y fungicidas: Vydate 24SL, LANNATE 21.6SL, VOLATON 600.

### 2.6.17 Variables respuesta.

Las 144 plantas de cada tratamiento, fueron sujetos a medición, para la obtención de valores promedio por repetición de las variables siguientes.

#### a) Longitud de la parte aérea.

La medición se realizó a los 120 días después de haber germinado en los contenedores, utilizando para ello una regla graduada, midiendo de la base del tallo de la plántula hasta su ápice.

#### b) Longitud radicular.

La medición se realizó a los 120 días después de haber germinado en los contenedores, utilizando para ello una regla graduada, midiéndose de la base del tallo de la plántula a la punta de su raíz.

#### c) Diámetro de las plantas.

La medición se realizó a los 120 días después de haber germinado en los contenedores, con una forcípula pequeña graduada, midiéndose de la base del tallo de la plántula.

### 2.6.18 Análisis de la información.

#### 2.6.18.1 Análisis estadístico.

Las 24 plántulas que contenía una repetición fueron sometidas a medición en cada una de las variables respuesta, para obtener un valor promedio por cada repetición para realizar el Análisis de Varianza (ANDEVA) y la prueba de medias de TUKEY con un  $\alpha = 0.5$ .

#### 2.6.18.2 Caracterización física y química de los sustrato.

Los sustratos propuestos como alternativa y el sustrato testigo (sustrato Pea-moss) fueron analizadas en el Laboratorio de suelo-planta-agua “Salvador Castillo Orellana” de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala (FAUSAC).

#### 2.6.18.3 Análisis de la relación Carbono-Nitrógeno (C/N) y materia seca de las plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC.), por tratamientos.

Se tomaron 10 plántulas al azar, procediendo con el empacado y la identificación para ser analizadas en el Laboratorio de suelo-planta-agua “Salvador Castillo Orellana” de la FAUSAC.

#### 2.6.18.4 Análisis económico.

Para determinar el tratamiento que presentó la opción económica más viable se tomo como base los costos totales por tratamiento (Ctt), y el total de plántulas por tratamiento (Tpt) (Sandoval López).

Donde:

$$\text{Costo por planta} = \text{Ctt} / \text{Tpt}$$

En donde cada una de las actividades que se ejecutaron se valoró principalmente en base al jornal de trabajo establecido. Con esto se determinó el costo de 1 hora y 1 minuto ya que algunas actividades se realizaron en menos de una hora.

Para la trituración de los materiales orgánicos en partículas menores a 2 milímetros el cual tuvo un precio de alquiler del molino de martillo, tomándose el tiempo y costo total de la actividad y el tiempo de procesado de 18 a 20 libras para cada una de los materiales (tratamiento). Con respecto al peat-moss y la solución nutritiva se tomo el valor de compra.

## 2.7 RESULTADOS

A continuación se describen los resultados obtenidos de la evaluación de sustratos alternativos al Peat-moss, mediante cuadros y sus respectivos análisis.

### 2.7.1 Análisis de varianza (ANDEVA).

#### 2.7.1.1 Variable longitud de la parte aérea de las plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC), cuantificado en centímetros.

Cuadro 10. ANDEVA de longitud de la parte aérea de plántulas de matilisguate.

FV	GL	SC	CM	F	f
Tratamiento	5	210.89	42.18	162.23	260
Error experimental	30	7.82	0.26		
Total	35	218.71			

Donde: FV: fuente de variación, GL: grados de libertad, SC: suma de cuadrados, CM: cuadro medio, F: F calculada, f: f de tabla, CV: coeficiente de variación.

Con un nivel de significancia del 5%, el análisis de varianza indica que hay diferencias altamente significativas entre los tratamientos, debido a que la F calculada es menor que la f de tabla, por lo que se rechaza la hipótesis nula ( $H_0$ ) y se acepta la hipótesis alterna ( $H_a$ ) para esta variable. Con respecto al coeficiente de variación (CV) se obtuvo un valor de 9.88% indicando que hubo un buen manejo del experimento por estar debajo de los límites permisibles 20%.

#### 2.7.1.2 Variable longitud de la parte radicular de las plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC), cuantificado en centímetros.

Cuadro 11. ANDEVA de longitud de la parte radicular de plántulas de matilisguate.

FV	GL	SC	CM	F	f
Tratamiento	5	28.67	5.73	6.98	260
Error experimental	30	24.67	0.82		
Total	35	53.22			

El análisis estadístico para esta variable respuesta, con significancia del 5%, donde la F calculada es menor que la f de tabla, estableciendo que hay diferencia altamente significativa entre los tratamientos evaluados, por lo cual se acepta la hipótesis alterna (Ha.) para esta variable. El coeficiente de variación (CV) con valor de 11.18% indica que el experimento se manejó de forma adecuado por estar debajo del 20%.

### 2.7.1.3 Variable diámetro de las plántulas de matiliguete (*Tabebuia rosea* Bertol.DC) cuantificado en milímetros.

Cuadro 12. ANDEVA del diámetro de plántulas de matiliguete.

FV	GL	SC	CM	F	f
Tratamiento	5	26.07	5.21	100.19	260
Error experimental	30	1.56	0.052		
Total	35	27.63			

En cuanto a la variable diámetro del tallo, el análisis estadístico con una significancia de 5%, indica que hay diferencia altamente significativa entre los tratamientos debido a que el valor de la F calculada es menor que la f de tabla, por lo que se rechaza la hipótesis nula (Ho.) y se acepta la hipótesis alterna (Ha) para esta variable. En cuanto al manejo del experimento el coeficiente de variación (CV = 9.29%) indica que fue adecuado por estar debajo del límite permisible 20%.

### 2.7.1.4 Prueba de medias TUKEY.

Cuadro 13: Prueba de medias TUKEY para cada una de las variables respuesta.

Longitud de la planta		Longitud de la raíz		Diámetro del tallo	
Tratamientos	Media	Tratamientos	Media	Tratamientos	Media
T1	a	T1	a	T1	a
T3	b	T3	b	T6	b
T5	b	T5	b	T4	c
T6	b	T6	b	T3	c
T2	b	T2	b	T2	c
T4	b	T4	b	T5	c

Las letras a, b y c, indican categorías de superioridad en cuanto a la variable rendimiento entre los tratamientos.

La prueba de medias Tukey ( $\alpha = 0.5$ ), en cuanto a las variables longitud de la parte aérea y longitud radicular los seis tratamientos son agrupados en dos categorías (media a y b), colocando al sustrato peat-moss en una categoría de superioridad con respecto a las demás, En cuanto a la variable diámetro de tallo de las plántulas se formaron tres categorías (medias a, b y c) indicando que el tratamiento testigo (T1=Peat-moss) es superior a todos los tratamientos . El tratamiento 6 (cáscara de coco) fue inferior que el tratamiento testigo pero superior a los demás tratamientos.

### 2.7.2 Caracterización física y química de los sustrato.

Cuadro 14. Análisis químico de los sustratos evaluados.

Tratamientos	Ph	Meq por 100gr		Ppm (partes por millón)						%
		Ca	Mg	P	K	Cu	Zn	Fe	Mn	
T1 (Peat-moss)	5.1	18.10	2.567	90	343	1	3.5	21.5	1.5	65.11
T2 (Tuza de maíz)	7.3	1.87	1.39	31	750	0.1	7.5	8.5	3.5	77
T3 (cascarilla de cardamomo)	8.7	11.54	6.78	54	2125	1	24.5	3.5	212	56.1
T4 (Aserrín)	8.4	2.5	1.64	30	283	0.1	1	1	2	86.1
T5 (Rastrojo de maíz)	8.6	3.12	2.11	92	101	0.1	9	2.5	5	71.8
T6 (cascara de coco)	6.8	2.18	1.44	20	1413	0.1	2	5.5	3.5	60.7

Fuente: Sacbaja Galindo, OA. 2009.

En el cuadro 14, se puede observar las características químicas de los sustratos evaluados, donde se puede observar que los T2,T3,T4,T5 y T6 tienen grandes deficiencias tanto en macronutrientes (Ca, Mg, P y K) como en micronutrientes (Cu, Zn, Fe y Mn) con un pH alcalino donde los nutrientes y minerales que están o que se aplican no pueden ser asimilados por el sistema radicular de las plántulas. Las características del sustrato Peat-moss son diferentes a los demás evidenciando que es un material de naturaleza ácido, el cual es enriquecido con otros materiales como la cal dolomítica, que le proporcionan macro y micronutrientes, dichas enmiendas elevan su pH hasta colocarlo en ligeramente ácido (pH5-6.5) donde la mayoría de los vegetales pueden desarrollarse óptimamente, porque los minerales y nutrientes esenciales se encuentran en forma soluble facilitando la absorción por el sistema radicular.

Cuadro 15. Análisis físico de los sustratos evaluados.

Tratamientos	Humedad a capacidad de campo (%)	Densidad aparente (gr/cc)
T1 (Peat-moss)	227	0.1667
T2 (Tuza de maíz)	207	0.1613
T3 (cascarilla de cardamomo)	183	0.1250
T4 (Aserrín)	160	0.2222
T5 (Rastrojo de maíz)	239	0.2000
T6 (cascara de coco)	227	0.1220

Fuente: Sacbaja Galindo, OA. 2009.

Con respecto a la Humedad “capacidad de campo” los resultados reflejan que no hay diferencia entre el sustrato Peat-moss y los sustratos restantes. Los resultados reflejan también las bondades de los materiales orgánicos pudiendo retener más del doble de su peso, favoreciendo a aplicaciones de riego más espaciadas. En cuanto a los resultados densidad aparente, todos los sustratos tienen valores muy bajos y similares, el cual es normal.

### 2.7.3 Análisis de la relación Carbono-Nitrógeno (C/N) y materia seca de las plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC.), por tratamientos.

Cuadro 16. Determinación de la relación Carbono-Nitrógeno (C/N) y materia seca en plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC.).

Tratamiento	Carbono- Nitrógeno C/N	Materia seca (gr)
T1 (Peat-moss)	23:1	15.6
T2 (Tuza de maíz)	21.3:1	0.41
T3 (cascarilla de cardamomo)	7.6	0.98
T4 (Aserrín)	8.1:1	1.30
T5 (Rastrojo de maíz)	20.6:1	1.02
T6 (cascara de coco)	15:1	0.79

Fuente: Sacbaja Galindo, OA. 2009.

Los resultados de las plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC), en cuanto a la materia seca, el tratamiento testigo (T1= Peat-moss), presenta el valor más alto, indicativo



de mayor probabilidad en cuanto a la capacidad de sobrevivencia al momento de ser plantado en campo definitivo, seguido por el T5 que corresponde al rastrojo de maíz.

La relación Carbono-Nitrógeno de las plántulas de matilisguate como se puede identificar en el cuadro 16 las plántulas producidas en los sustratos: Peat-moss, tuza de maíz, rastrojo de maíz, y cascara de coco, obtuvieron los valores más altos y similares, indicativo de mayor contenido de lignina, que según; Azco-Bieto Talón.2000, es el resultado es una red hidrófoba que rodea los demás componentes de la pared celular confiriendo una mayor resistencia tanto física como química, además de una gran rigidez. Que los otros dos tratamientos restantes por tener valores muy bajos.

#### 2.7.4 Análisis económico entre los tratamientos.

Cuadro 17: Costo total para producir una plántula de matilisguate por tratamiento.

Tratamientos	Cantidad de plantas por tratamiento.	Costo por tratamiento (Q),	Costo por plántula. (Q)
T1 (Peat-moss)	144	107.72	0.74
T2 (Tuza de maíz)	144	72.08	0.48
T3 (Cascarilla de cardamomo)	144	65.28	0.44
T4 (Aserrín)	144	65.7	0.46
T5 (Rastrojo de maíz)	144	70.63	0.47
T6 (Cascara de coco)	144	91.98	0.62

Los resultados del análisis económico indica que producir una planta de matilisguate (*Tabebuia rosea* B.) es mucho más caro en el T1 (Peat-moss) con respecto al resto de los otros a los tratamiento en donde se identificó una diferencia del 35.3 al 40.5%. Con relación al T6 (cáscara de coco) la diferencia fue menor (16.21%) y presentando un incremento del 22. al 29% con respecto a los otros, debiéndose principalmente a que este material es mucho más fibroso, lo cual influyo en un incremento en el tiempo de secado y proceso de trituración en el molino de martillo.

## 2.8 CONCLUSIONES

- Estadísticamente, de los sustratos evaluados, el Peat-moss fue completamente superior a los demás por producir las plántulas de matilisguate (*Tabebuia rosea* Bertol.DC), más grandes y vigorosas, aptas para la plantación definitiva.
- Las características físicas entre los sustratos evaluados son similares, pero en cuanto a las químicas hay una gran diferencia entre el sustrato Peat-moss y los demás sustratos los cuales tenían un pH alcalino, donde las plántulas difícilmente logran desarrollarse. Lo contrario del Peat-moss que aparte de tener un reservorio de nutrientes, su pH era ligeramente ácido, situación que facilita que nutrientes y minerales estén disponibles para la planta.
- Las plántulas desarrolladas en el sustrato Peat-moss tuvieron un mayor contenido de materia seca que los demás tratamientos. La relación Carbono-Nitrógeno se encontró en mayor proporción para las plántulas desarrolladas en los sustratos: Peat-moss, tuza de maíz, rastrojo de maíz y cáscara de coco, que las plántulas desarrolladas en los sustratos cascarilla de cardamomo y aserrín.
- El sustrato a base de cascarilla de cardamomo fue el que produjo el costo más bajo en la producción de plántulas (*Tabebuia rosea* Bertol.DC).

## 2.9 RECOMENDACIONES

- Experimentar con los mismos sustratos utilizando diferentes soluciones nutritivas de liberación rápida que contenga diferentes concentraciones de ácido sulfúrico o ácido nítrico y métodos de aplicación con el mismo o diferente material vegetal experimental.
- Combinar cada uno de los sustratos con otro material que sea de naturaleza ácida como tierra negra, materia orgánica de bosque, gallinaza etc. para que mejore sus características químicas pero principalmente la obtención de un pH ligeramente ácido, para que la fertirrigación sea completamente aprovechada.
- Que cada uno de los materiales evaluados pasen por un periodo de descomposición (compostaje) y evaluarlos al 100% o combinados con algún otro material en diferentes proporciones, con el objeto que el pH pase de alcalino a ligeramente ácido, para que la fertilización que sea aplicada logre encontrarse en condiciones solubles y ser asimiladas por el sistema radicular de la planta.
- Realizar un análisis de laboratorio del agua que se utilizara para riego ya que puede contener alto contenido de carbonatos ( $\text{HCO}_3$ ) y bicarbonatos ( $\text{CO}_3$ ), que aumente la concentración de sales, con la finalidad de evitar pH alcalinos.
- Si bien el sustrato Peat-moss, produjo los mejores resultados, produciendo plántulas de buena calidad, el costo de producción es mucho más elevado que los evaluados y el sistema de producción actual, por lo que hay que seguir en la búsqueda de materiales o mejorar los que se utilizaron con el fin de encontrar el sustrato idóneo que reduzca los costos de producción.

## 2.10 BIBLIOGRAFIA

1. AGRINOVA, GT. 2009. Tecnología y asesoría en plasticultura: bandejas forestales. Guatemala. 4 p. ([agrinova@icasa.com.gt](mailto:agrinova@icasa.com.gt) [www.agrinova.com.gt](http://www.agrinova.com.gt))
2. Aguilar Cumes, JM; Aguilar Cumes, MA. 1992. Árboles de la reserva de 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. 272 p.
3. Alvarado, M. 1999. Preparación y desinfección de sustratos para la propagación de plantas hortícolas. In Curso de Horticultura (1, 1999, CR). Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 5 p.
4. Azcon-Bieto, J; Talón, M. 2000. Fundamentos de la fisiología vegetal. Madrid, España, McGraw-Hill Interamericana / Edicions Universitat de Barcelona. p. 11.
5. Canova, F; Díaz, JR. 1993. Cultivo sin suelo. In Curso superior de especialización (1993, ES). Almería, España, Instituto de Estudios Almerienses / Fundación para la Investigación Agraria de la Provincia de Almería. 82 p.
6. CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). 1999. Lista CITES para Guatemala: resolución no. ALC-043-99. Guatemala. 6 p.
7. Cronquist, A. 1981. Integrated system of classification plant. US, The New York Botanical Garden. 1262 p.
8. Duran Altisent, JM. 1999. Agricultura y ganadería; fundamentos de la agricultura: técnicas para cultivos hortícolas y ornamentales. 2 ed. Barcelona, España. McGraw-Hill Interamericana. 125 p.
9. Estrada Alarcón, R. 2003. Caracterización de sustratos orgánicos e inorgánicos a nivel de región en Guatemala y su efecto en el rendimiento de hortalizas en cultivo hidropónico. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 76 p.
10. Estructplan.com. 2008. Relación carbono nitrógeno (en línea). Argentina. Consultado 9 ago 2009. Disponible en <http://www.estructplan.com.ar/articulos/verarticulo.asp?idarticulo=433>
11. Fonteno, D. 1999. Sustratos: tipos y propiedades físicas químicas. In Agua, sustratos y nutrición. Ed. David W. Reed. Trad. M. Pizano. Bogotá, Colombia, Hortitécnia. p. 93-123.
12. García Ramos, DA. 2000. Utilización de rastrojo de maíz (*Zea mays* L.) y cascarilla de arroz (*Oryza sativa* L.) como sustrato para el cultivo de hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 27-33.
13. Gudiel, VM. 1987. Manual agrícola SUPERB. Guatemala, Productos SuperB. 393 p.
14. Guerrero, F; Masaguer, A. 1997. Los sustratos en los semilleros hortícolas. *Vida Rural* (España) 47:52-55.
15. Hernández Molina, EG. 2004. Experiencias en recolección y acondicionamiento de frutos y semillas de 25 especies forestales con demanda en el programa de incentivos forestales. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 112 p.
16. IICA, CR. 1989. Compendio de agronomía tropical. San José, Costa Rica. tomo 2, p. 67-93, 121-131.

17. INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamericana y Panamá, GT). Tabla de composición de pastos, forrajes y otros alimentos de Centro América y Panamá. Guatemala. 150 p.
18. Invaquingo, C. 2002. Evaluación del comportamiento de dos patrones de rosas (Natalbrier y Manetti) en cinco tipos de sustratos para enraizamiento. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad Central de Ecuador. 73 p.
19. Landis, TD; Tinus, RW; MacDonald, SE; Barnett, JP. 1990. Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor: contenedores y medios de crecimiento. Estados Unidos, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. 88 p.
20. Llurba, M. 1997. Parámetros a tener en cuenta en los sustratos. Revista Horticultura no. 25, p. 26-28.
21. Medinilla Sánchez, OE. 1999. Estudio florístico de los bosques con dominancia de especies del género Pinus en la microcuenca del río Colorado, Río Hondo, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 138 p.
22. Noguera, P. 1999. Caracterización y evaluación agronómica del residuo de la fibra de coco: un nuevo material para el cultivo en sustrato. Tesis Ing. Agr. Valencia, España, Universidad Politecnica de Valencia. 70 p.
23. Hernández R. 2002. Nutrición mineral de las plantas libro botánica (en línea). Venezuela. Consultado 5 set 2009. Disponible en <http://www.forest.ula.ve/~rubenhg/nutricionmineral/>
24. Penningsfeld, FY; Kurzmann, P. 1975. Cultivos hidropónicos y en turba. Madrid, España, MundiPrensa. 354 p.
25. Pérez, A. 2004. Consecuencias hidrológicas de la compactación en fibra de coco. España, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. 68 p.
26. Portilla Chimal, E. 1986. Estadística; primer curso. México, Interamericana. 122 p.
27. Raviv, M; Chen, Y; Inbar, Y. 1986. Peat and peat substitutes as growth media for container-grow plants. In The role of organic matter in modern agriculture. Eds. Y. Chen y Y. Avnimelech. Dordrecht, US, Martinus Nijhoff Publishers. p. 257-287.
28. Rejovot, AS. 1997. Cultivo bajo condiciones forzada; sustratos artificiales. Ed. por Abi Sade. Tel Aviv, Israel, Estudio Rehak. 144 p.
29. Reyes Ventura, AE. 1998. Evaluación del efecto de temperatura, fotoperiodo y sustratos en la germinación de *Cedrela odorata* L., *Gravillea robusta* y *Cupressus lusitánica* Miller. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 31-50.
30. Rodríguez M. JA. 2009. Evaluación de la fibra de cocco (*Cocus nucifera*) como sustrato en la producción de plántulas de canela (*Cinnamomun zeylanicum*) en vivero, en la finca Baltimore, Livignston, Izabal. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. 54 p. (Sin publicar).
31. Sacbaja Galindo, OA. 2009 Análisis de laboratorio de sustratos provenientes de Alta Verapaz (correspondencia personal). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, Laboratorio Suelo-Planta-Agua "Salvador Castillo Orellana".
32. Sandoval López, RL. 2001 Evaluación de cinco tipos de sustratos para la producción de plántulas de pilón en el cultivo de tabaco (*Nicotiana tabacum*. L.) tipo Virginia LFC: bajo las condiciones del valle de Monjas, Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC 63 p.

33. Santiago, O. 2002. Sustratos alternativos para la producción de *Pinus ayacahuite* en vivero. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 250 p.
34. Sitún, M. 1996. Guía para el análisis económico de los resultados experimentales. Boletín Informativo GUA no. 2, p. 1-12.
35. Snook, LK; López, C. 2003. La regeneración de la caoba (*Swietenia macrophylla* King): frutos de siete años de investigación colaborativa. Chetumal, Quintana Roo, México, Centro Internacional para la Investigación Forestal. 8 p.
36. Snook, LK; Santos Jiménez, VA; Carreón Mundo, M; Chan Rivas, C; May, FK; Mas Kantún, P; Hernández Hernández, C; Nolasco Morales, A; Escobar Ruiz, C. 2003. Ordenación de bosques naturales para la explotación sostenible de la caoba (*Swietenia macrophylla*): experiencias en bosques comunales de México. *Unasylva* 54(214-215):68-72.
37. Standley, P; Steyermar, J. 1958. Flan of Guatemala. Chicago, US, Chicago Natural History Museum, *Fieldiana Botany* V, 24, pte. 8 no. 4, pt, no. 3-4.
38. Suarez Urrutia, JA. 2003. Evaluación de ocho mezclas de sustrato para la producción de plántulas de pino ocote (*Pinus oocarpa* Schiede), en contenedores hiko, bajo las condiciones de la finca Saquichaj, Cobán, Alta Verapaz. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía. p. 25, 31,33 y 34.
39. UICN (Unión Mundial para la Naturaleza, GT); INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2000. Proyecto Laguna Lachuá: sondeo socioeconómico aldea Salacuim, Cobán, Alta Verapaz. Guatemala. p. 3 y 4.
40. Wikipedia.com. 2008. Aserrín (en línea). España. Consultado 9 nov 2008. Disponible en [es.wikipedia.org/wiki/Aserrín](http://es.wikipedia.org/wiki/Aserrín)



**3 CAPITULO III**

**INFORME FINAL DE SERVICIOS PRESTADOS AL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ, COBÁN ALTA VERAPAZ.**

### 3.1 PRESENTACION

Los servicios realizados durante los diez meses (agosto 2008 – mayo 2009), fueron tres. El primero consistió en apoyar al personal del Instituto Nacional de Bosques (INAB) y del Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP), los cuales conforman el personal administrativo. Como es de conocimiento de todos el PNLL es conocido nacional e internacionalmente por su gran riqueza de fauna y flora y por ser único remanente de bosque natural subtropical en la Franja Transversal del Norte, las personas que habitan en las comunidades vecinas ejercen gran presión sobre la fauna y la flora, algunas en peligro de extinción, por ello la administración desarrolla una serie de actividades para contrarrestar esta serie de amenazas que atentan contra el patrimonio nacional.

El segundo servicio consistió en apoyar al personal del Instituto Nacional de Bosques (INAB) en la remediación de Parcelas Permanentes de Muestreo –PPM- establecidas en el año 2005 y 2006 en las plantaciones del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) debido a que en la zona predominan gran diversidad de especies latifoliadas, que tienen demanda y un valor económico elevado de las cuales se sabe muy poco en cuanto al comportamiento en crecimiento y desarrollo.

El tercer servicio consistió en apoyar a las personas encargadas de impartir los talleres de educación Ambiental, dirigida a los guardarecursos del parque. Dicha actividad se realiza de forma mensual con una duración de dos días por cada tema con el objeto de que comprendieran los múltiples bienes y servicios que brindan los recursos naturales en especial los bosques.



## 3.2 SERVICIO 1: APOYO A LA ADMINISTRACIÓN DEL PARQUE NACIONAL LAGUNA LACHUÁ (PNLL) DE AGOSTO 2008-MAYO 2009.

### 3.2.1 OBJETIVOS

#### 3.2.1.1 General.

- Apoyar a la administración del Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL), de agosto 2008 a mayo 2009.

#### 3.2.1.2 Específicos.

- Atender a los turistas nacionales e internacionales que visitan el PNLL.
- Acompañar y apoyar a profesionales que visitan el parque con fines de investigación.
- Apoyar en las charlas de prevención de incendios forestales, en comunidades que colindan con la Ecorregión Lachuá.

### 3.2.2 METODOLOGIA

#### 3.2.2.1 Apoyo a los Guardarrecursos con las actividades de la sede uno:

Este servicio fue realizado principalmente en la sede uno y cinco del Parque Nacional Laguna Lachuá (PNLL), realizando actividades cotidianas como lo fue atención a los turistas nacionales e internacionales, (Facturación y charlas de inducción individual o grupales) la atención en el área de biblioteca y fotocopiadora.

En el caso de semana santa se apoyo al equipo de trabajo en lo que alquileres de chalecos, carpas y casilleros en semana santa 2009.

#### 3.2.2.2 Trabajo de campo, para el proyecto de captura de carbono.

Para realizar 40 parcelas dentro del PNLL, distribuidas de forma aleatoria y 27 en la Finca Municipal Salinas Nueve Cerros fue necesario lo siguiente:

Formación de 3 grupos de 6 integrantes, que desarrollaron las siguientes funciones.

- Dirigente y registrador de datos.
- Medidor de parcela, alturas y diámetros de los arboles presentes.
- Identificador de especies.

Las parcelas tuvieron un diámetro de 18 metros de radio, dentro de las cuales se ubicaron otras dos subparcelas de 3 metros y 0.6 metros.

#### 3.2.2.3 Se apoyo al encargado de Departamento de Asuntos comunitarios y Guardarrecursos en Charlas en el tema de prevención y control de incendios forestales.

Para realizar esta actividad fue necesario enviar cartas a los Consejo de Desarrollo Comunitario (COCODES) a las 18 comunidades que colindan con el parque. Para la solicitud de permiso para el ingreso a la comunidad, uso de salón comunal y apoyo en la convocatoria.

Las charlas se realizaron de forma magistral con diapositivas y mantas vinílicas elaboradas previamente. Esta actividad fue planificada y ejecutada en el mes de febrero de lunes a viernes, iniciando a 4.00 pm teniendo una duración promedio de una hora y media.

#### 3.2.2.4 Apoyo al cuerpo de bomberos forestales en el combate y control de incendios forestales en la Ecorregion Lachua.

- Se acudió al lugar del incendio previamente equipados.
- Iniciando con el reconocimiento del lugar
- Identificación del tipo de incendios
- Diseño de la metodología a utilizar.
- Formación de brigadas, para la extinción del fuego o para hacer brechas.

### 3.2.3 RESULTADOS

#### 3.2.3.1 Apoyo a los Guardarrecursos en las actividades de la sede uno.

- Atención a los turistas nacionales e internacionales.

Facturación y charlas de inducción. de agosto 2008 a mayo 2009.

Alquiles de chalecos, carpas y casilleros en semana santa 2009.

- Atención en el área de biblioteca.
- Atención en el servicio de fotocopidora.

#### 3.2.3.2 Trabajo de campo, para el proyecto de Captura de Carbono.

Se colaboró el trabajo de campo, que consistió en realizar 40 parcelas dentro del PNLL, que fueron distribuidas de forma aleatoria. Realizado en el mes de noviembre 2008.

Se colaboró en el trabajo de campo, lo cual consistía en analizar 27 parcelas dentro del Finca Municipal Salinas Nueve Cerros que se encuentra en la zona de influencia de la Ecorregión Lachuá, realizado en marzo 2009.

#### 3.2.3.3 Se apoyo al encargado de Departamento de Asuntos comunitarios y guardarrecursos en lo que fueron las Charlas sobre prevención y control de incendios forestales.

Se visito un total de 18 comunidades que colindan con el PNLL los cuales se describen a continuación

Zapotal II	Zapotal I	San Marcos Lachuá
Bempec el Castaño	Salacuim	Rocja Puribal
Ixloc Nacional	Río Tzetoc	Santa Lucía Lachuá
Nueva Esperanza 22 de Enero	Semuy II	Faisán I
San José Saija	San Lorenzo I	Pataté
Monte Sinaí	San Luis Vista Hermosa	Semuy I

3.2.3.4 Apoyo al cuerpo de bomberos forestales dirigido por Gregorio Guzmán en el combate y control de incendios forestales en la Ecorregión Lachuá en los meses de abril y mayo 2009:

En las comunidades vecinas al parque se produjeron incendios en áreas agrícolas y forestales, participando en el combate y control de incendios en las comunidades Salacuim y San Marcos.

#### 3.2.4 EVALUACION (LOGRO DE OBJETIVOS).

- Se colaboró en la atención a los turista nacionales y extranjeros de agosto 2008 a mayo 2009.
- Se apoyo en la ejecución del trabajo de campo del proyecto Captura de Carbono.
- Se apoyo en las charlas de prevención de incendios forestales, en 18 comunidades que colindan con la Parque Lachúa.

### 3.3 SERVICIO 2: REMEDIACIÓN DE PARCELAS PERMANENTES DE MUESTREO – PPM- EN LAS REFORESTACIONES DE PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES (PINFOR), EN LA ECOREGION LACHUÁ.

#### 3.3.1 OBJETIVOS

##### 3.3.1.1 General.

- Apoyar en la remediación de las variables dasométricas y fitosanitarias de Parcelas Permanentes de Muestreo (PPM), establecidas en el año 2005-2006 en la Ecorregión Lachuá.

##### 3.3.1.2 Específicos.

- Coordinar y realizar dos convocatorias a propietarios de las reforestaciones (PINFOR).
- Tabular datos de árboles registrados dentro de las boletas de campo para que el programa MIRASILV.
- Determinar el costo total de la actividad.

### 3.3.2 METODOLOGIA

Para la ejecución de este servicio la metodología se dividió en tres etapas las cuales se describen a continuación.

3.3.2.1 Etapa1. Coordinación de la convocatoria de las personas que están en el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) en donde estaban las PPM. Consistió principalmente en convocar a los propietarios de las reforestaciones (PINFOR). Donde se encontraban ubicadas las Parcelas Permanentes de Medición (PPM), por medio de cartas escritas, exponiendo la importancia de la remediación y solicitando al mismo tiempo, permiso para el ingreso a las propiedades.

#### 3.3.2.2 Etapa2. Remediación de las –PPM-

El trabajo de campo consistió en dividir dos grupos de trabajo los cuales se describen en el cuadro 18.

Cuadro 18. Grupos para la remediación de PPM.

Grupos de trabajo.	Parque Lachua	INAB Salacuim
Medición de parcelas que se encuentran en la ecoregión.	Norte-Este	Sur-Oeste
Integrantes.	Técnico Forestal Pedro Utrera Técnico Forestal Manuel López EPS Ramiro Lorenzo Ing. Romeo Palacios	Ingra. Loren Serrano Técnico Forestal Gelson Molina Técnico Forestal Macario Telesforo Ing. Rony Vaydez
Total de parcelas a remedir	13	13

### 3.3.2.3 Etapa 3: Tabulación de variables.

Se tabularon los datos de cada uno de los árboles que se encontraban dentro de cada parcelas (cada una de las boletas de campo reportaron los datos de 55 árboles equivalente a un experimento o parcela). Esta actividad fue planificada y ejecutado en una semana con el apoyo del técnico forestal del Parque Lachuá Utilizando el Programa de Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos y Silvicultura (MIRASILV).

### 3.3.2.4 Análisis del costo monetario de la actividad de remediación.

El análisis del costo de remediación de –PPM- dividiéndose en tres etapas, realizando un recuento de las actividades y gastos que se hicieron tomando como base las siguientes variables:

- Costo total de jornales de trabajo (según salario mínimo).
- Costo total del combustible utilizado.



### 3.3.3 RESULTADOS

Coordinación de la convocatoria de los integrantes del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) en donde estaban las PPM.

Esta actividad se realizó veinte días previo a la remediación, enviando cartas escritas a cada uno de los propietarios de las reforestaciones (PINFOR). Donde se encontraban ubicadas las Parcelas Permanentes de Medición -PPM-, en donde se expuso la importancia de la remediación y a la vez solicitando el permiso solicitado para el ingreso a sus propiedades y realizar dicha actividad.

#### 3.3.3.1 Remediación de las –PPM- en el campo.

Esta actividad fue realizada de manera grupal. Cada grupo remidió 13 parcelas (experimentos), midiendo los datos de diámetro, altura y estado fitosanitario de cada uno de los árboles que se encontraba dentro de las parcelas.

Cuadro 19. Especies sobresalientes en las PPM de la ecoregión Lachuà.

No.	Código MIRASILV	Nombre científico	Nombre común
1	SWIEMA	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba
2	CALOBR	<i>Callophylum brasiliense</i>	Santa María
3	TABERO	<i>Tabebuia rosea</i>	Matilisguate
4	TERMAM	<i>Terminalia amazonia</i>	Canxan
5	TECTGR	<i>Tectona grandis</i>	Teca
6	VATALU	<i>Vatairea lundellii</i>	Medallo
7	VIROKO	<i>Virola koschnyi</i>	Sangre
8	VOCHGU	<i>Vochysia guatemalensis</i>	San Juan
9	ZANT01	<i>Zanthoxylum sp.</i>	Lagarto
10	PACHAQ	<i>Pachira acuatica</i>	Zapotón

3.3.3.2 Tabulación de las variables remedidas (boletas de campo al programa MIRASILV). El Análisis de la información generado por el Programa de Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos y Silvicultura (MIRASILV), producto de la remediación de las –PPM- para el año 2008, en las plantaciones del PINFOR en la ecorregión se presenta en el cuadro 20. El programa analiza los datos por experimento, para una mejor comprensión los datos se agruparon por especies los cuales se detallan en el cuadro 21.

Cuadro 20. Información generada por MIRASIL ordenado por especie.

Código de sp.	Número Experimento	Comunidad	Número Árboles Vivos/Parcela	DAP Promedio (cm)	IMA DAP (cm)	Alto Promedio (m)	IMA Altura Total (m)	Altura Dominante (m)
Swiema	1	San Benito	6	3.1	0.9	2.1	0.6	2.2
	2	San Benito	13	4.4	1.3	3.1	0.9	3.9
	3	San Jose Icbolay	2			0.7	0.2	0.7
	4	San Jose Icbolay	6	6.9	2.1	4.7	1.4	
	5	Tortugas	4	3.1	0.9	1.8	0.5	1.8
	6	Tortugas	6	3.3	1.4	2.4	1	2.6
	7	Rocja Pontila	6	3.8	1.2	3.9	1.3	4.2
	8	Rocja Pontila	1	1.5	0.6	2	0.8	
	9	Rocja Pontila	8	2.2	0.7	2	0.6	2.6
	10	Rio Tzetoc	3	2.6	1	2.4	0.9	2.4
	11	Santa Crus El Nacimiento	3			0.9	0.4	0.9
	12	Santa Crus El Nacimiento	5	3.1	1.3	1.2	0.5	1.2
	14	Pie del Cerro	1	3.4	1.5	3	1.3	
	15 <sup>a</sup>	Salinas Nueve Cerros	6	1.3	0.9	1.6	1.1	1.6
	15 <sup>b</sup>	Salinas Nueve Cerros	6	3.7	1.4	3.3	1.3	3.4
	16	Slacuim	5	3.3	0.8	2.1	0.5	2.1
	17	Slacuim	4	2.8	1.3	2.7	1.2	2.7
	18	Saholom	4	3.9	1.2	0.8	0.8	2.8
	19	Saholom	4	3.3	1.3	2.7	1	2.7
	20	Ixloc Salacuim	4	5.1	1.6	3.4	1	3.4
	21	Ixloc Salacuim	6	6	1.8	4.1	1.2	4.6
	22	Ricja Puribal	17	4.2	1.2	3.5	1	4.1
	23	Ricja Puribal	4	2.7	1.3	2.4	1.1	2.4
	24	Patate Icbolay	8	3.9	1.2	3	0.9	3.4
	25	Patate Icbolay	4	2.6	1.1	1.9	0.7	1.9
<b>Calobr</b>	<b>1</b>	San Benito	24	1.1	0.3	1.9	0.5	2.5

	2	San Benito	18	1.8	0.5	2.5	0.7	3
	3	San José Icbolay	6	3.3	1.4	1.4	0.8	1.5
	4	San José Icbolay	39	3	0.9	3.6	1.1	
	5	Tortugas	17	2.6	0.8	2.9	0.8	3.7
	8	Rocja Pontila	44	1.2	0.5	1.7	0.7	2.6
	9	Rocja Pontila	17	1.1	0.3	1.8	0.6	2.4
	10	Rio Tzetoc	20	0.9	0.3	1.6	0.6	2.4
	11	Santa Crus El Nacimiento	27	0.5	0.2	1.1	0.5	1.5
	12	Santa Crus El Nacimiento	20			0.9	0.3	1.2
	18	Saholom	43	1.3	0.4	2.2	0.6	3.2
	14	Pie del Cerro	40	1.2	0.5	1.9	0.8	27
	19	Saholom	6	0.4	0.1	1.5	0.5	1.5
	20	Ixloc Salacuim	31	2.6	0.8	3.1	0.9	4
	21	Ixloc Salacuim	20	3.4	1	3.3	1	5.5
	22	Ricja Puribal	13	1.6	0.4	2	0.6	2.6
	23	Ricja Puribal	22	0.7	0.3	1.5	0.7	2
	24	Patate Icbolay	37	1.7	0.5	2.1	0.6	3.2
Vatalu	2	San Benito	21	5.2	1.5	4.5	1.3	6
	4	San José Icbolay	1	6.2	1.9	5.5	1.6	
	5	Tortugas	30	4.8	1.4	3.8	1.1	5.7
	9	Rocja Pontila	14	2.1	0.6	1.4	0.4	2.4
	22	Rocja Purribal	2	5.1	1.5	4.4	1.3	4.4
	24	Patate Icbolay	1			0.4	0.1	
Vochgu	1	San Benito	15	2.3	0.7	2.4	0.7	3.4
	2	San Benito	1	1.7	0.5	2.2	0.6	
	3	San José Icbolay	10	3.2	1.4	0.8	0.3	1.2
	5	Tortugas	0					
Pachaq	22	Rocja Purribal	11	6.3	1.9	4.1	1.2	4.8
	3	San José Icbolay	4	4.4	1.9	1.1	0.4	1.1
	11	Santa Crus El Nacimiento	13			0.8	0.3	1
Tectgr	1	San Benito	4	2.2	0.6	1.7	0.5	1.7
	3	San Jose Icbolay	3			0.3	0.1	0.3
	9	Rocja Pontila	9			0.4	0.1	0.5
	13	Pie del Cerro	3.3	1.4	1.2	0.5	4.3	-4
	14	Pie del Cerro	1			0.2	0	
	23	Rocja Purribal	1			0.4	0.2	

DAP: diámetro a la altura del pecho; IMA: Incremento Medio Anual; m: metros; cm: centímetros; sp: especie.

Cuadro 21. Datos promedio por especie que se encuentran dentro de las 26 PPM.

Código sp.	Experimentos Ó parcela	Número Comunidades (presencia)	Número Árboles Vivos por parcela	DAP Promedio (cm)	IMA DAP (cm)	Altura Promedio (m)	IMA Altura Total (m)	Altura Dominante (m)
Calobr	18	11	25	1.67	0.54	2.06	0.68	4.11
Swiema	25	14	5	3.49	1.22	2.47	0.89	2.62
Vatalu	7	6	12	4.28	1.27	3.2	0.93	4.4
Vochgu	4	4	5	3.73	1.26	2.36	0.7	3
Pachaq	3	3	7	3.3	1.25	1.2	0.4	1.27
Tectgr	5	4	3	1.4	1.2	0.36	0.94	0.5
Tabero	9	8	35	2.83	1.23	2.13	0.93	2.98
Zanto1	1	1	16	3.5	1.5	1.9	0.8	3
Licapl	2	2	2.5	2	0.6	1.5	0.45	
Astrgr	1	1	2	3	1	3.9	1.3	3.9
Viroko	3	3	7	3.5	1.2	2.4	0.8	2.8
Termam	4	3	30	4.8	1.375	4.825	1.4	6.625
Pithar	2	2	3			0.5	0.2	0.3
Dalbcbu	1	1	2			0.9	0.2	0.9

DAP: diámetro a la altura del pecho; IMA: Incremento Medio Anual; m: metros; cm: centímetros; sp: especie.

### 3.3.3.3 Análisis de resultados.

En el cuadro 21, producto del promedio de cada una de las variables que analiza el programa MIRASILV. Se puede identificar claramente que la caoba (*Swietenia macrophylla*) se realizó una buena distribución pero con una densidad muy baja por parcela. El mario (*Callophylum brasiliense*) que se presente en 18 parcelas, con una presencia en 11 comunidades y con un número árboles vivos (44.6 %) por parcela tienen una presencia considerable y buena adaptación con respecto a las demás especies.

El matilisguate (*Tabebuia rosea*) con un promedio de 62.5% de árboles vivos por parcela, con presencia en 9 parcelas y 8 comunidades, el cual presenta buenos valores promedios en altura y diámetro, al igual que los Incrementos Medios Anuales (IMA).

El canxán (*Terminalia amazonia*), presentó un promedio de 53.57% árboles vivos por parcela pero solo encuentran presente en 4 experimentos correspondiente a 3 comunidades.

Las demás especies tienen menor presencia en los experimentos, cuyos datos promedios de diámetro, altura y Incrementos Medios Anuales, son muy variables y baja presencia en la ecorregión.

En cuanto a las variables Área Basal (metros cuadrados por hectárea), volumen (metros cúbicos por hectárea) y el Incremento Medio Anual en Volumen (metros cúbicos por hectárea por año), no se analizaron debido que la mayoría de las plantaciones está en su estado brinsal los cual se puede verificar por medio de la altura y diámetros.

#### 3.3.3.4 Costo total monetario de la actividad de remediación.

En esta actividad se tomaron las variables mano de obra (jornales de trabajo), del personal que se necesita para realizar la actividad y el costo del combustible que se necesita para movilización y transporte, la cual dio un total de Q3,378.00 (ver cuadro 25A anexo).

### 3.3.4 EVALUACION (LOGRO DE OBJETIVOS)

- Se realizaron las dos convocatorias a los silvicultores del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), donde se encontraban ubicadas las PPM, los cuales manifestaron su apoyo e interés por la actividad con el otorgamiento del permiso para ingresar a sus parcelas y el acompañamiento para la ubicación y ejecución del trabajo de campo.
- La tabulación de los datos de variables dasométricas y fitosanitarias de los árboles al Programa de Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos y Silvicultura (MIRASILV), fue realizado. Quedando así registrado las mediciones y al mismo tiempo generando valores de Incremento Medio Anual (IMA) de DAP, altura promedio y total. Los cuales son indispensables para analizar el comportamiento en crecimiento de una especie por región.
- En la remediación de las PPM, se pudo observar que la mayoría de las plantaciones, son mixtas en cuanto a la especie en donde predomina la especie mario (*Callophylum brasilense*). Identificando a la vez que el PINFOR ha estado impulsando la siembra de especies que tienen un valor económico. Las especies con mayor frecuencia y con mayor densidad dentro de la PPM y con mejor desarrollo en DAP, altura, Incrementos Medios Anuales (IMA) y estado fitosanitarios son: mario (*Callophylum brasilense*) y el matilisguate (*Tabebuia rosea*). En las parcelas donde estas especies se murieron o con problemas fitosanitarios es por las malas prácticas silviculturales, como las limpiezas.
- El análisis del costo total monetario para realizar la remediación de forma anual es de Q3,378.00, donde se tomaron en cuenta las variables: jornales de trabajo y el combustible.

### 3.4 SERVICIO 3: APOYO A LAS PERSONAS ENCARGADAS DE LA ESTRATEGIA DE EDUCACIÓN AMBIENTAL EN LA ECOREGION LACHUA PARA EL AÑO 2009. COBÁN, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA.

#### 3.4.1 OBJETIVOS

##### 3.4.1.1 General.

- Apoyar a las personas encargadas de la Estrategia de Educación Ambiental en la ecoregion Lachuá para el año 2009. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala.

##### 3.4.1.2 Específicos.

- Apoyar en la planificación de actividades para el desarrollo de la Estrategia de Educación Ambiental de la Ecoregión Lachuá del año 2009.
- Apoyar a las personas encargadas de la Estrategia de la Educación Ambiental de la ecoregión Lachuá para el año 2009, en la ejecución de los talleres correspondientes febrero, marzo, abril y mayo.
- Apoyar a los guarda recursos del Parque Nacional Laguna Lachua (PNLL), en sus charlas ambientales dirigido a los niños de las escuelas de las comunidades colindantes al parque.

### 3.4.2 METODOLOGIA

#### 3.4.2.1 Planificación de la estrategia de la Educación Ambiental 2009.

Esta actividad se realizó con el encargo de Asuntos Comunitarios del de Departamento de Capacitaciones, guardarecursos, epesista de Biología y biólogos. Teniendo como lineamientos el contenido de la “Guía Curricular de la Educación Ambiental Activa de la Eco-región Lachuà” y experiencias de los años pasados.

Se contemplaron las siguientes actividades:

- Definición de temas y subtemas a tratar en el año 2009.
- Definición de la metodología de enseñanza-aprendizaje a utilizar en los talleres.
- Definición del programa general de la Estrategia de Educación Ambiental, dirigidos a los guardarecursos del PNLL.
- Ejecución de convocatoria mediante cartas, a los guardarecursos para la asistencia a los talleres de Educación Ambiental.
- Solicitud de permisos a cada una de las escuelas para que los guardarecursos pudieran impartir sus charlas, mediante cartas dirigida al director de cada escuela.

#### 3.4.2.2 Temas del Programa de Educación Ambiental

Los temas a exponer en cuatro periodos de clase de dos horas cada una.

Los temas y subtemas cubiertas en el del Programa de Educación Ambiental con la ayuda de la “Guía Curricular de la Educación Ambiental Activa de la Eco-región Lachuà”, son los siguientes:



Cuadro 22. Descripción de temas y subtemas para cada mes.

<p>Tema 1: Guardarecursos del Parque Nacional Laguna (PNLL).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ El rol de los guardarecursos</li> <li>➤ Importancia de tener guardarecursos</li> <li>➤ Los recursos naturales.</li> <li>➤ Que necesitamos para vivir</li> </ul>	<p>Tema 2: Utilidades de los árboles.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Fotosíntesis</li> <li>➤ El ciclo del aire</li> <li>➤ Cuando los árboles desaparezcan</li> <li>➤ Deforestación</li> </ul>
<p>Tema 3: Utilidades de los Bosque:</p> <p>Los 4 valores: Ecológico, económico, existencia y cultural</p> <p>Utilidad de las aéreas protegidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Importancia, funciones y beneficios de una Area Protegida.</li> <li>➤ Que podemos hacer en una Parque Nacional?</li> <li>➤ Historia del PNLL y la ecoregión.</li> <li>➤ Prevención de incendios.</li> </ul>	<p>Tema 4: Utilidades de los animales</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Importancia, funciones y beneficios.</li> <li>➤ Cadena trófica.</li> <li>➤ Animales silvestres y domésticos</li> <li>➤ Carnívoros, hervívoros y omnívoros.</li> </ul>

#### 3.4.2.3 Método de enseñanza.

El método de enseñanza utilizado para impartir los talleres se basó principalmente en clases magistrales dinámicas en clase y al aire libre, trabajo individual y de grupo, exposiciones en clase y al aire libre, proyección de películas y cantos relacionados con el tema.

Los principales materiales y equipo que se utilizaron fueron: retroproyector multimedia, laptop, pizarrón, cartulina, papel manila, marcadores etc

### 3.4.3 RESULTADOS

#### 3.4.3.1 Planificación de la estrategia de la Educación Ambiental 2009.

Se apoyo a las personas encargadas de la Planificación de la estrategia de la Educación Ambiental / 2009.

- Encargado de Asuntos Comunitarios del de Departamento de Capacitaciones
- Guardarecursos.
- EPS de Biología,
- Biólogos

Se establecieron los temas y subtemas a exponer en el presente año así como la definición de una metodología de enseñanza-aprendisaje a utilizar en los talleres dirigido a los guardarrecursos. Para que pudieran desarrollar sus charlas en las escuelas de manera exitosa con el objetivo de que los niños recibieran y comprendieran el mensajes. En la cual las Licdas. María Hermes y Marlene Rosales definieron el programa general de la Estrategia de Educación Ambiental.

#### 3.4.3.2 El apoyo a las personas encargadas de la Estrategia de la Educación Ambiental en la ecoregión Lachua.

Consistió principalmente en la exposición de un subtema, coordinación y elaboración material didáctica para cada pareja de guardarrecursos como material de apoyo para sus charlas en las escuelas:

- “Guardarecursos del Parque Nacional Laguna (PNLL)”, impartido el 11 de febrero del presente año.
- “Utilidades de los arboles”, impartido el 18 y 19 de marzo del presente año.
- “Utilidades de los bosques”, impartido el 15 y 16 de abril.
- “Utilidades de los animales”, impartido el 6 y 7 de mayo.

3.4.3.3 Apoyo a guarda recursos del Parque Nacional Laguna Lachua (PNLL), en sus charlas ambientales dirigido a los niños de las escuelas.

- En las clases de reforzamiento para la coordinación y exposición en las escuelas.
- Acompañamiento y apoyo tanto en la exposición con en la ejecución de las dinámicas y resolución de dudas a los siguientes en sus respectivas escuelas:
  - Epesista de biología en las escuelas San Jorge, Santa Cruz, El Triunfo, San Luis, Santa Lucia y El Peyan
  - Guardarrecursos en las escuelas San Marcos. El Zapotal y Brisas del Chixoy

#### 3.4.4 EVALUACION (LOGRO DE OBJETIVOS)

Se apoyo en la planificación de actividades para el desarrollo de la Estrategia de Educación Ambiental de la Ecoregión Lachuá del año 2009.

Se apoyo a las personas encargadas de la Estrategia de la Educación Ambiental de la ecoregión Lachuá para el año 2009, en la ejecución de los talleres correspondientes febrero, marzo, abril y mayo.

Se poyo a los guarda recursos del Parque Nacional Laguna Lachua (PNLL), en sus charlas ambientales dirigido a los niños de las escuelas de las comunidades colindantes al parque.



Cuadro 25A. Presupuesto de la remediación de las PPM en la ecoregión Lachuá.

Cantidad de personas	Cargos	Actividades a realizar.	Días de trabajo	Jornales de trabajo			Combustible para la movilización en motocicleta		
				Costo del jornal de trabajo	Sub- total	Total (Q)	Cantidad de galones	Precio -galón (Q)	Cantidad total en (Q) para los 6 días de trabajo
1	Técnico	Capacitar para la ubicación y la toma de datos dasometricos así como la tabulación de los datos de campo. El primer día será de forma teórica y el segundo será de forma practica.	2	150.00	300.00	2910.00	3 galones diarios  1galon para cada pareja de trabajo.	26.00	468.00
6	Personal	Para realizar la remediación de las PPM, con la finalidad de formar 3 parejas.  Cada pareja deberá remedir 9 parcelas, teniendo como meta 2 al día.	6	60.00	2160.00				
1	Digitador	Tabular todos los datos colectados en el trabajo de campo (boletas de campo), en el programa MIRASILV	6	75.00	450.00				

El costo total de la remediación de las de las 26 -PPMs- de muestreo tiene un costo total de Q3,378.00

Cuadro 26A. Calendario de charlas sobre la prevención y control de los incendios forestales en las comunidades que colindan al Parque Nacional Laguna Lachuá.

<b>No.</b>	<b>COMUNIDAD</b>	<b>FECHA</b>	<b>DIA</b>	<b>HORA</b>
1	Zapotal II	02/02/2009	Lunes	16:00
2	Bempec el Castaño	03/02/2009	Martes	16:00
3	Ixloc Nacional	04/02/2009	Miércoles	16:00
4	Nueva Esperanza 22 de Enero	05/02/2009	Jueves	16:00
5	San José Saija	06/02/2009	Viernes	16:00
6	Monte Sinaí	09/02/2009	Lunes	16:00
7	Zapotal I	10/02/2009	Martes	16:00
8	Salacuim	11/02/2009	Miércoles	17:30
9	Río Tzetoc	12/02/2009	Jueves	16:00
10	Semuy II	13/02/2009	Viernes	16:00
11	San Lorenzo I	16/02/2009	Lunes	16:00
12	San Luis Vista Hermosa	17/02/2009	Martes	16:00
13	San Marcos Lachuá	18/02/2009	Miércoles	16:00
14	Rocja Puribal	19/02/2009	Jueves	16:00
15	Santa Lucía Lachuá	20/02/2009	Viernes	16:00
16	Faisán I	24/02/2009	Martes	16:00
17	Pataté	24/02/2009	Martes	15:00
18	Semuy I	25/02/2009	Miércoles	18:00
19	Rocja Pomtilá	26/02/2009	Jueves	16:00



Materiales orgánicos: cascarilla de cardamomo, rastro de maíz, aserrín, cascara de coco, tuza de maíz que fueron utilizados como sustratos para la producción de plántulas de matilisguate



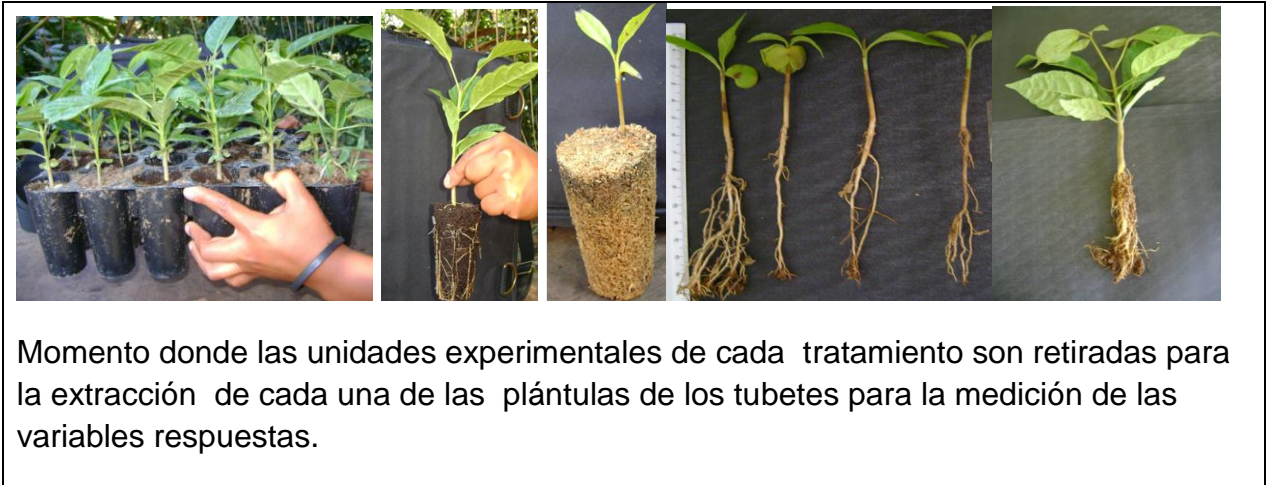
Materiales orgánicos triturados por el molino de martillo en partículas menores a 2mm.



Monitoreo, fertilización y riego de las plántulas experimentales en el vivero forestal para la evaluación de los sustratos propuestos en la investigación.




Las fotografías del vivero muestran la dominancia del sustrato Peat-moss en relación a los demás sustratos lo cual se ve reflejado por las plántulas experimentales en cuanto a la vigorosidad.



Momento donde las unidades experimentales de cada tratamiento son retiradas para la extracción de cada una de las plántulas de los tubetes para la medición de las variables respuestas.

Figura 6A. Secuencia de fotografías del proceso de la investigación.


**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**  
 FACULTAD DE AGRONOMÍA  
 LABORATORIO DE SUELO PLANTAJOLA "SALVADOR CASILLI TORIBIANO"
 

INTERESADO: RUMERO LORENZO  
 ANALISTA DE PEATMOSS

ANÁLISIS QUÍMICO

Transformación	pH	ppm		Mg/100g					ppm			%
		N	P	Ca	Mg	K	Zn	Fe	Mn			
RANCHO MEDIO	5.1	90	37.3	13.18	2.57	1.80	3.30	1.54	1.30	35.4		

Identificación	pH	ppm		Mg/100g					ppm			%
		N	P	Ca	Mg	K	Zn	Fe	Mn			
RANCHO MEDIO	5.1	90	37.3	13.18	2.57	1.80	3.30	1.54	1.30	35.4		
ESTERCO DE MAIZ	8.3	92.08	1011	3.12	3.31	1.13	0.00	2.50	5.00	71.75		
TUZA DE MAIZ	7.0	53.04	785	1.87	1.58	1.18	9.50	10.50	3.30	76.41		
ASERRIN	8.4	35.04	282	2.50	1.44	1.18	1.00	1.33	2.30	88.10		
ESCAPA DE LA CASCARILLA DE COCO	5.8	37.00	2123	11.54	2.50	1.08	24.08	15.00	37.00	66.10		
CASCARA COCO	5.3	25.00	1413	4.22	1.74	1.18	1.00	1.50	3.50	65.09		

IDENTIFICACION	gr/cc Da	% HUMEDAD A CAPACIDAD DE CAMPO
RASTRÓJO DE MAIZ	0.7000	227.13
TUZA DE MAIZ	0.1613	207.02
CASCARILLA DE CARDAMOMO	0.1250	183.24
ASERRIN	0.2222	160.54
CASCARA DE COCO	0.1220	159.71
PEATMOSS	0.1667	227.42

IDENTIFICACION	%		C/N
	C	N	
T1	37.23	1.35	27.13
T2	37.23	1.78	20.91
T3	18.47	4.15	4.45
T4	39.90	5.21	7.66
T5	39.30	3.71	10.59
T6	31.25	2.14	14.61



CAPACIDAD DE INTERESADO: RUMERO LORENZO  
 DIRECTOR LABORATORIO DE SUELO PLANTAJOLA, DR. SALVADOR CASILLI TORIBIANO S. GUATEMALA  
 C/AV. CALLE 13 Y AV. CALLE 14, ZONA 13, C.A. SAN CARLOS DE GUATEMALA

Figura 7A. Resultados de de análisis físico y químico, de los sustratos y relación Carbono Nitrógeno ( C/N) de las plántulas experimentales.



Cuadro 27A. Valores promedio de las variables respuestas de las plantas sometidas a análisis de ANDEVA.

Longitud de la parte aérea en (cm),							
		TRATAMIENTO					
		1	2	3	4	5	6
REPETICION	1	10.76	3.96	4.6	3.8	4.39	4.12
	2	10.4	4.01	3.91	3.9	4.29	4.52
	3	9.97	3.8	5.23	3.86	3.61	3.89
	4	9.77	4.21	3.38	3.6	3.86	3.64
	5	12.24	3.75	4.89	4.35	4.48	4.1
	6	10.27	3.85	4.25	3.81	4.58	4.03
Longitud de raíz en (cm),							
REPETICION	1	10.06	7.34	7.5	8.23	8.85	8.41
	2	9.78	8.68	6.68	8.76	7.45	7.71
	3	9.86	6.22	8.82	8.66	6.25	6.53
	4	10.67	8.71	5.8	7.42	6.9	7.43
	5	9.73	7.57	7.54	9.13	9.18	8.37
	6	9.15	7.68	5.79	8.15	9.07	7.51
Diámetro en (mm),							
REPETICION	1	4	1.6	2.2	2	2	2.2
	2	4.3	2	2.2	2.3	1.6	2.7
	3	4.3	1.8	2.6	2.3	6	2.4
	4	4.5	1.8	1.8	2	2.2	2
	5	4.3	2	2.4	2.1	2.3	2
	6	4.6	1.6	1.9	2.2	2	2.2

**Cuadro 28A. Matriz de medias TUKEY.**

Longitud de la planta:		T1	T3	T5	T6	T2	T4
		10.56	4.21	4.2	4.05	3.91	3.8
T4	3.8	6.76 *	0.41	0.4	0.25	0.11	0
T2	3.91	6.65 *	0.3	0.29	0.14	0	
T6	4.02	6.54 *	0.19	0.18	0		
T5	4.2	6.36 *	0.01	0			
T3	4.21	6.35 *	0				
T1	10.56	0					
*=significancia (comparador) W = 0.9							

Longitud de la raíz:		T1	T4	T5	T2	T6	T3
		9.87	8.39	7.95	7.7	7.66	7.02
T4	7.02	2.85 *	1.37	0.93	0.68	0.64	0
T2	7.66	2.21 *	0.73	0.29	0.04	0	
T6	7.7	2.17 *	0.69	0.25	0		
T5	7.96	1.91 *	0.43	0			
T3	8.39	1.48 *	0				
T1	9.87	0					
*=significancia (comparador) W = 1.61							

Diámetro de tallo:		T1	T6	T4	T3	T2	T5
		4.33	2.25	2.15	2.1	1.98	1.8
T5	1.8	2.53 *	0.45 *	0.35	0.3	0.18	0
T2	1.98	2.35 *	0.27	0.17	0.12	0	
T3	2.1	2.23 *	0.15	0.05	0		
T4	2.15	2.18 *	0.1	0			
T6	2.25	2.08 *	0				
T1	4.33	0					
*=significancia (comparador) W = 0.4							

